

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKUL'TETI

FIZIKA KAFEDRASI

O'KTAMOVA MUNIRAXON KOMILJON QIZI

“MEXANIKA BO'LIMIDAN UY EKSPERIMENTAL ISHLARI ”

MAVZUSIDAGI

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Namangan – 2016

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

FIZIKA KAFEDRASI

“DAK ga tavsiya etaman”

Fizika - matematika fakul'teti

dekani_____ t.f.n. A. Mirzamov

“ ____ ” _____ 2016 yil

«MEXANIKA BO'LIMIDAN UY EKSPERIMENTAL ISHLARI»

MAVZUSIDAGI

BITIRUV MALAKAVIY ISH

Bajardi: «Fizika» ta'lim yo'nalishi bitiruvchisi

4-kurs 402-gurux talabasi O'ktamova M. K.

Rahbar: katta o'qituvchi : Jalalov R. M.

Bitiruv malakaviy ishi kafedradan dastlabki himoyadan o'tdi. Kafedraning ____
sonli navbatdan tashqari bayonnomasi. 20. 04. 2016 yil.

Namangan – 2016

Mavzu: MEXANIKA BO'LIMIDAN UY EKSPERIMENTAL ISHLARI

M U N D A R I J A

kirish.....	4
1. Laboratoriya ishlarining maqsadi va vazifalari	12
2. Fizik kattaliklarni o'lchashdagi xatoliklar	14
3. Fizikadan uyda bajariladigan eksperimental ishlar uchun asbob va jihozlar tayyorlash	24
4. Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning tezlanishini aniqlash	28
5. Jismning parabola bo'ylab qiladigan harakatini o'rganish	31
6. Erkin tushish tezlanishini aylanuvchi disk yordamida aniqlash	34
7. Erkin tushish tezlanishini suvning ingichka oqimi yordamida aniqlash	38
8. Jismlarning zichligini aniqlash	41
9. Sirpanish ishqalanish koeffitsientini aylanuvchi disk yordamida aniqlash	44
10. Tekis plastinkaning og'irlik markazini aniqlash	48
11. Richagning muvozanat shartini tekshirish	50
12. Noelastik zarbda yo'qoladigan energiyani hisoblash	
13. Elektr dvigatelning mexanik quvvatini aniqlash	57
14. Suvda aralashmaydigan suyuqliklar zichligini tutash idishlar yordamida aniqlash.....	60
15. Jismlarning suyuqlikda suzish shartlarini aniqlash	62
16. Qattiq jismlar zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlash	65
17. Suyuq jismlar zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlash.....	67
18. Arximed kuchining ta'sirini kuzatish.....	68
19. Olingan asosiy xulosa va natijalar.....	69
Xulosa.....	70
Fodalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	72

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov " Mamlakatimizni 2015 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2016 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlari"ga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasi majlisida " Bosh maqsadimiz – mavjud qiyinchiliklarga qaramasdan, olib borayotgan islohotlarni, iqtisodiyotimizda tarkibiy o'zgarishlarni izchil davom ettirish, xususiyl mulkchilik, kichik biznes va tadbirkorlikka yanada keng yo'l ochib berish hisobidan oldinga yurishdir" shiori ostida quyidagi so'zlarni aytib o'tdi [1].

O'tgan 2015 yil bizning bosh maqsadimiz bo'lmish asosiy vazifa – odamlarimizning munosib hayot darajasi va sifatini ta'minlash va rivojlangan demokratik davlatlar qatoridan o'rin egallash bo'yicha avvalo muhim islohotlarni amalga oshirish yo'lida katta qadam bo'ldi, deb aytishga to'liq asoslarimiz bor.

Bu borada gap, avvalo, har tomonlama puxta o'ylangan, uzoqni ko'zlaydigan keng ko'lamli Dasturni hayotga joriy etish haqida bormoqda. Ushbu Dastur mohiyat e'tibori bilan chuqur tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshirish, kichik biznes va xususiyl tadbirkorlik manfaatlarini ishonchli himoya qilish, eng muhimi, Konstitutsiyamizda ko'zda tutilganidek, xususiyl mulkning qonuniyl, me'yoriyl-huquqiyl va amaliyl jihatdan ustuvor rolini ta'minlash, O'zbekiston iqtisodiyotida davlat ishtirokini bosqichma-bosqich kamaytirishga qaratilgani sizlarga yaxshi ma'lum, albatta.

Ta'kidlash joizki, taraqqiyotimizning hozirgi bosqichida faqat uglevodorod xomashyosi, qimmatbaho va rangli metallar, uran xomashyosini qazib oladigan va qayta ishlaydigan korxonalarni, shuningdek, tabiiyl monopoliyalarning strategik infratuzilma tarmoqlarini – temir va avtomobil' yo'llari, aviatashuvlar, elektr energiya ishlab chiqarish, elektr va kommunal tarmoqlarini to'g'ridan-to'g'ri davlat boshqaruvida saqlab qolish maqsadga muvofiq, deb topildi.

Davlat aktivlarini xususiylashtirish, avvalo, chet ellik investorlarga sotish vazifalari qo'yildi va buning uchun tegishli sharoitlar yaratildi. Masalan, 506 ta mulk kompleksi tanlov asosida, investitsiya kiritish sharti bilan «nol'» qiymatida

yangi mulkdorlarga sotildi. Bu borada ana shu investorlar qariyb 1 trillion so'm va 40 million AQSH dollari miqdorida investitsiya kiritish, shuningdek, 22 mingga yaqin yangi ish o'rni yaratish majburiyatini olganini qayd etish lozim.

Davlat organlari va tadbirkorlik sub'ektlari o'rtasida o'zaro munosabatlarning bevosita elektron shakllari joriy etilgani tufayli 2015 yilda 42 ming 800 ta tadbirkorlik sub'ekti Internet tarmog'i orqali Yagona interaktiv davlat xizmatlari portalida ro'yxatga olingan. Ular 260 turdagi interaktiv xizmatlardan foydalanish imkoniyatiga ega. 2013-2014 yillarda tadbirkorlar va fuqarolarga 102 mingdan ortiq xizmat ko'rsatilgan bo'lsa, 2015 yilda bu ko'rsatkich 420 mingdan oshdi. Bugungi kunda soliq va statistika hisobotlari 100 foiz elektron shaklda Internet tarmog'i orqali taqdim etilmoqda.

SHuni ham ta'kidlashimiz zarurki, mamlakatimizda ishbilarmonlik muhitini yaxshilash borasida olib borayotgan ishlarimiz xalqaro iqtisodiy tashkilotlarning reytinglarida o'zining ijobiy ifodasini topmoqda. O'tgan yilning oktyabr oyida Jahon banki «Biznes yuritish» reytingini e'lon qildi. Ana shu reytingda O'zbekiston faqat bir yilning o'zida 16 pog'onaga ko'tarilib, 87-o'rinni egalladi.

Ana shunday muhim ob'ektlar haqida gapirganda, janubiy koreyalik investor va mutaxassislar bilan hamkorlikda Surg'il koni negizida barpo etilgan Ustyurt gaz-kimyo majmuasini alohida ta'kidlamoqchiman. Umumiy qiymati 4 milliard dollardan oshadigan ushbu majmua dunyodagi eng zamonaviy, yuqori texnologiyalar asosida ishlaydigan, yirik korxonalardan biri bo'ldi. Majmuaning ishga tushirilishi yiliga 83 ming tonna noyob polipropilen mahsulotini ishlab chiqarish imkonini beradi. Holbuki, bu mahsulot ilgari mamlakatimizga chetdan, katta valyuta hisobiga olib kelinar edi. Ayni vaqtda mazkur korxona polietilen ishlab chiqarish hajmini 3,1 barobar ko'paytirish, mingdan ziyod yuqori malakali mutaxassislarni ish bilan ta'minlash uchun imkoniyat yaratishi bilan ulkan ahamiyatga egadir.

Xorazm viloyatida «Jeneral motors – O'zbekiston» aktsiyadorlik jamiyatida umumiy qiymati qariyb 6 million dollarlik loyiha asosida «SHevrole Labo» kichik yuk mashinasi ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. Bu yerda yiliga fermerlarimiz va

xususiy tadbirkorlarimiz uchun juda zarur bo'lgan 5 mingta ana shunday mashina ishlab chiqariladi. SHuni ta'kidlash joizki, ushbu model' yangi «Xorazm avto» zavodida tayyorlanayotgan «Damas» va «Orlando» avtomobillaridan keyingi uchinchi turdagi avtomobil' bo'ldi.

Namangan viloyatining Pop tumanida 130 kilovatt quvvatga ega bo'lgan quyosh fotoelektr stantsiyasi ishga tushirildi. Hozircha bu loyiha sinovdan o'tkazilmoqda. 2020 yilga borib mamlakatimizda har biri 100 megavatt quvvatga ega yana uchta quyosh elektr stantsiyasini foydalanishga topshirish rejalashtirilmoqda.

Qishloq xo'jaligi xomashyosini chuqur qayta ishlash, yetishtirilgan mahsulotlarni saqlash infratuzilmasini rivojlantirishga ham alohida e'tibor qaratilmoqda. O'tgan yili qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlaydigan 230 ta korxona, 77 ming 800 tonna sig'imga ega bo'lgan 114 ta yangi sovutish kamerasi tashkil etildi va modernizatsiya qilindi. Mamlakatimizda meva-sabzavotlarni saqlashning umumiy quvvati 832 ming tonnaga yetkazildi. Bu esa, yil davomida narxlarning mavsumiy keskin oshib ketishiga yo'l qo'ymasdan, aholini asosiy turdagi qishloq xo'jaligi mahsulotlari bilan uzluksiz ta'minlash, ushbu mahsulotlarni eksport qilishni kengaytirish, narx-navo barqarorligini saqlash imkonini bermoqda.

Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi hamon davom etayotganiga qaramasdan, hisobot yilida yalpi ichki mahsulot 8 foiz, sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmi 8 foiz, qishloq xo'jaligi mahsulotlari qariyb 7 foiz, qurilish-montaj ishlari hajmi salkam 18 foizga oshdi.

Yillik byudjet yalpi ichki mahsulotga nisbatan 0,1 foiz profitsit bilan bajarildi. Inflyatsiya darajasi 5,6 foizni tashkil qildi, ya'ni prognoz ko'rsatkichlari doirasida bo'ldi.

Xalqaro miqyosda katta nufuzga ega bo'lgan Jahon iqtisodiy forumi reytingiga ko'ra, O'zbekiston 2014-2015 yillardagi rivojlanish yakunlari va 2016-2017 yillarda iqtisodiy o'sish prognozlari bo'yicha dunyodagi eng tez rivojlanayotgan beshta mamlakat qatoridan joy olgani albatta barchamizga

mamnuniyat yetkazadi.

Aholining uzoq muddat foydalaniladigan tovarlar bilan ta'minlanish darajasida ham sifat o'zgarishlari ro'y berdi. Bugungi kunda ushbu tovarlarning aksariyati mamlakatimizda ishlab chiqarilmoqda. Xususan, har 100 oilaning 42 tasi yengil avtomobillarga ega bo'lib, bu besh yil avvalgi ko'rsatkichdan 1,5 barobar ko'p, 47 ta oila shaxsiy komp'yuterlar bilan ta'minlangan va bu davrda o'sish 3,9 barobarni tashkil etdi. SHuningdek, har 100 ta oiladan 31 tasi konditsionerga ega yoki bu boradagi o'sish 1,7 barobarga teng, har 100 ta oilaga 234 ta mobil' telefon to'g'ri kelmoqda yoki bu sohadagi o'sish 1,6 barobarni tashkil etmoqda.

O'tgan yili ta'lim-tarbiya sohasini yanada isloh etish va takomillashtirish masalasi ham diqqat markazimizda bo'ldi. Mamlakatimizda ta'lim-tarbiya sohasiga har yili sarflanayotgan xarajatlar yalpi ichki mahsulotga nisbatan 10-12 foizni tashkil etmoqda. Bu YuNESKOning mamlakatni barqaror rivojlantirishni ta'minlash uchun ta'limga yo'naltirilishi zarur bo'lgan investitsiyalar miqdori bo'yicha tegishli tavsiyalaridan, ya'ni 6-7 foizdan qariyb 2 barobar ko'pdir.

2015 yilda bu sohada 384 ta ob'ektning moddiy-texnik bazasini yanada rivojlantirish va mustahkamlash bo'yicha qiymati 423 milliard so'mlik ishlar amalga oshirildi, namunaviy loyihalar asosida 29 ta yangi umumta'lim maktabi barpo etildi, 219 ta maktab rekonstruktsiya qilinib, 136 tasi kapital ta'mirlandi.

O'zbekiston davlat jahon tillari universitetida 2 ming 200 talabaga mo'ljallangan yangi zamonaviy o'quv korpusi, sport majmuasi, shuningdek, o'quv jarayoniga jalb etilgan xorijlik mutaxassislar uchun mehmonxona barpo etildi. Navoiy davlat konchilik institutida yangi o'quv binosi qurilishi nihoyasiga yetkazildi.

Oliy ta'lim sohasida oliy o'quv yurtlarining professor-o'qituvchilarini muntazam qayta tayyorlash bo'yicha mutlaqo yangi, takomillashtirilgan tizim joriy qilindi. 15 ta tayanch oliy o'quv yurtida oliy ta'lim muassasalari rahbarlari va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash hamda malakasini oshirish kurslari tashkil etildi. Mazkur kurslarda oliy o'quv yurtlarining 2 ming 700 ga yaqin o'qituvchisi malaka oshirdi.

Biz uchun asosiy vazifa – ishlab chiqarishni texnik va texnologik jihatdan uzluksiz yangilab borish, doimiy ravishda ichki imkoniyat va zaxiralarni izlab topish, iqtisodiyotda chuqur tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshirish, sanoatni modernizatsiya va diversifikatsiya qilishni izchil davom ettirishdan iborat bo'lishi zarur.

Ayni shunday yangicha qarash va harakatlar butun faoliyatimizning negizini tashkil etishi shart.

SHu borada ichki imkoniyat va zaxiralarimizni ishga solishning eng muhim yo'nalishi bizning zaminimizdagi boy mineral xomashyo va o'simlik dunyosi resurslarini chuqur qayta ishlashni bosqichma-bosqich oshirib borish, shuningdek, yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarishning hajmi va turini kengaytirishdan iborat bo'lishi kerak.

Boshqacha aytganda, xomashyoni jahon bozorida talab katta bo'lgan mahsulotga aylantirish uchun qayta ishlashning 3-4 bosqichli tizimiga o'tishimiz zarur. Bu tizimning ma'no-mohiyati shundan iboratki, u birinchi bosqichda xomashyoni dastlabki qayta ishlash, ya'ni yarim fabrikatlar tayyorlash, keyingi bosqichda sanoat asosida ishlab chiqarish uchun tayyor materiallarga aylantirish, uchinchi, yakuniy bosqichda esa iste'mol uchun tayyor mahsulot ishlab chiqarishni nazarda tutadi.

Muxtasar aytganda, ishlab chiqarishni tashkil etishning butun jarayonini – xomashyoni chuqur qayta ishlashdan toki uni tayyor mahsulotga aylantirishgacha bo'lgan yo'lini – tsiklini, sarflangan xarajatlarning maqsadga muvofiqligi va nechog'liq o'zini qoplashini asoslab bergan holda, prognoz qilishni ta'minlash darkor.

Hisob-kitoblar shuni ko'rsatmoqdaki, yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan mahsulotlar ishlab chiqarish natijasida 2030 yilda, yangi turdagi tovarlar tayyorlashni o'zlashtirish asosida neft'-gaz-kimyo sohasida mahsulot ishlab chiqarish hajmi 3,2 barobar, rangli metall mahsulotlari 2,2 marta, qora metallardan tayyorlanadigan buyumlar 2,3 karra, kimyo sanoati mahsulotlari, jumladan, mineral o'g'itlar 3,2 barobar ko'payishi mumkin.

Zamonaviy texnologiyalar asosida paxta tolasini va meva-sabzavot mahsulotlarini chuqur qayta ishlash tashqi va ichki bozorda talab yuqori bo'lgan tayyor, ekologik toza to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 2030 yilda 5,6 marta, meva-sabzavot mahsulotlarini qayta ishlash hajmini esa 5,7 karra oshirish imkonini beradi.

Tashqi bozorlarda xaridorgir, yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan zamonaviy tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni ko'paytirish va yangi bosqichga ko'tarish tayyor mahsulotlar eksportining barqaror yuqori o'sish sur'atlariga erishishda, hech shubhasiz, katta zamin tug'diradi.

SHuni aytish kerakki, bugungi kunda mamlakatimizda bu boradagi ishlar boshlab yuborilgan. Ayni vaqtda bu ishlar yuqori salohiyatga ega bo'lgan har bir turdagi istiqbolli xomashyo va yarim fabrikat bo'yicha chuqur qayta ishlashning 2020, 2025, 2030 yillarga mo'ljallangan aniq dasturiga ega bo'lish uchun mutlaqo yangi dasturiy kompleks yondashuvni talab etadi.

Ayni shu ko'z bilan qaraydigan bo'lsak, ya'ni, jahon iqtisodiyotining rivojlanish jarayonlarini chuqur tahlil qilgan, o'zimizning resurs va imkoniyatlarimizni real baholagan holda, biz oldimizga aniq maqsadni – ya'ni, 2030 yilga borib mamlakatimizda yalpi ichki mahsulot hajmini kamida 2 barobar oshirish vazifasini qo'yishimiz uchun bugun, hech shubhasiz, barcha asoslarimiz bor.

Bu yo'lda tub tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshirish hisobidan sanoatni jadal rivojlantirish va yalpi ichki mahsulotda uning ulushini 2015 yildagi 33,5 foizdan 40 foizga yetkazish, qishloq xo'jaligi ulushini esa 16,6 foizdan 8-10 foizga kamaytirish, energiyani tejaydigan zamonaviy texnologiyalarni keng joriy etish evaziga yalpi ichki mahsulot uchun sarflanadigan energiya hajmini taxminan 2 barobar qisqartirishga erishmog'imiz kerak.

Biz o'z oldimizga qo'ygan vazifalar qanchalik asosli ekanini quyidagi hisob-kitoblar ko'rsatib turibdi. Mamlakatimiz yalpi ichki mahsulotining 2016-2030 yillarda 2 barobar ko'payishiga erishish uchun o'rtacha yillik o'sish sur'atlari 4,8 foiz darajasida bo'lishini ta'minlash zarur. Agar keyingi 11 yilda bu ko'rsatkich 8

foizdan yuqori bo'lib kelganini hisobga oladigan bo'lsak, bu vazifani amalga oshirish uchun mustahkam asos va zamin borligi yaqqol ayon bo'ladi.

Joriy yilda yalpi ichki mahsulotning o'sish sur'atlari 7,8 foizdan iborat bo'lishini ta'minlash, sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 8,2 foiz, qishloq xo'jaligida 6,1 foizga oshirish, chakana savdo aylanmasini 14 foiz, xizmatlar ko'rsatish hajmini 17,4 foizga ko'paytirish vazifasi qo'yilmoqda. Inflyatsiya darajasini 5,5-6,5 foiz doirasida saqlab qolish, aholining real daromadlarini 9,5 foizga, o'rtacha ish haqi, pensiya, stipendiya va nafaqalarni, soliq imtiyozlarini inobatga olgan holda, 15 foizga oshirish ko'zda tutilmoqda.

Ana shu vazifalarni amalga oshirishda 2016 yilga mo'ljallangan Investitsiya dasturining hayotga tatbiq etilishi o'ta muhim o'rin tutadi. Nega deganda, bu dastur sanoatda, butun iqtisodiyotimizda tarkibiy o'zgarishlarning eng muhim vositasi bo'lib xizmat qiladi.

2016 yil uchun belgilangan, umumiy qiymati 5 milliard dollardan ziyod bo'lgan 164 ta yirik investitsiya loyihasini belgilangan muddatlarda so'zsiz ishga tushirishni ta'minlash bo'yicha zarur chora-tadbirlarni kechiktirmasdan amalga oshirish lozim.

Birinchi navbatda, Toshkent – Samarqand – Buxoro tezyurar temiryo'l qatnovini yo'lga qo'yish bo'yicha ishlarni yakuniga yetkazish, Tollimarjon issiqlik elektr stantsiyasida har biri 450 megavatt quvvatga ega bo'lgan ikkita bug'-gaz turbinasi, Angren issiqlik elektr stantsiyasida 150 megavatt quvvatga ega bo'lgan energiya bloki, Muborak gazni qayta ishlash zavodida 6 milliard kub metr gaz ishlab chiqaradigan uchta oltingugurt tozalash bloki, Olmaliq kon-metallurgiya kombinatida 70 ming tonna mis eritish quvvatiga ega bo'lgan yangi pech qurilishini tugallash ko'zda tutilmoqda. SHuningdek, Jizzax viloyatidagi tsement zavodining quvvatini 1 million tonnagacha portlandtsement ishlab chiqarish darajasida kengaytirish, «Jeneral motors – O'zbekiston» aktsiyadorlik jamiyatida yangi «Aveo» (T-250) yengil avtomobili ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish rejalashtirilmoqda.

2016 yilda qishloq joylarda 1 million 800 ming kvadrat metrdan ziyod

hajmdagi 13 mingta uy-joy barpo etish, uzunligi 900 kilometr ichimlik suvi, gaz va elektr tarmoqlari, 325 kilometr yo'l qurish mo'ljallanmoqda.

Bir so'z bilan aytganda, 2016 yilda iqtisodiyotimizni rivojlantirish, modernizatsiya qilish va tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshirish uchun 17 milliard 300 million dollar qiymatidagi investitsiyalar yo'naltirish, ularning o'sish sur'atini 109,3 foizga yetkazish belgilangan. Ana shu investitsiyalarning 4 milliard dollardan ortig'ini xorijiy investitsiyalar tashkil qiladi, bu 2015 yilga nisbatan 20,8 foiz ko'pdir.

SHu borada muhim bir masalaga e'tiboringizni alohida jalb etmoqchiman. Ya'ni, ilgari tushimizda ham ko'rmaydigan investitsiyalar, avvalo, chet el investitsiyalarini iqtisodiyotimiz taraqqiyotiga jalb etar ekanmiz, biz avvalo, shular hisobidan xorijdan olib keladigan texnika va texnologiyalar zamon talabiga javob beradigan eng yuqori darajada bo'lishi shart.

Temir yo'l transporti sohasida temir yo'llar tarmog'ini yanada rivojlantirish, Samarqand – Buxoro temir yo'l uchastkasining elektrlashtirilishini ta'minlash, Qarshi – Termiz uchastkasini elektrlashtirish ishlarini davom ettirish hal qiluvchi yo'nalishga aylanadi. Qamchiq dovoni orqali o'tadigan 19 kilometrlik tunnel' qurilishini yakuniga yetkazish va Angren – Pop yo'nalishi bo'yicha temir yo'l qatnovini yo'lga qo'yish, hech shubhasiz, joriy yilning muhim voqeasi bo'ladi. Bu yo'lning ishga tushirilishi Farg'ona vodiysi viloyatlari va mamlakatimizning boshqa hududlari o'rtasida temir yo'l orqali yuk va yo'lovchi tashish imkonini yaratadi.

Muhtaram prezidentimizning ushbu so'zlaridan biz mamlakatimizning ertangi kun rivoji bo'yicha o'zimizning hisamizni qo'shishimiz kerak. Buning uchun ta'lim tizimida faol mehnat qilib, yoshlarni to'g'ri tarbiyalashimiz kerak.

LABORATORIYA ISHLARINING MAQSADI VA VAZIFALARI

Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlarning asosiy maqsadi — o'quvchilarning bilimlarini oshirish, nazariy mashg'ulotlarda olingan bilimlarini mustahkamlash, fizikaning asosiy tushunchalari va qonunlarini yaxshiroq tushunish va anglab olishlariga erishish, ularda eksperimental masalalar yechish va mustaqil ishlash malakalari va ko'nikmalari hosil qilish, ularga fizik asbob va qurilmalar, shuningdek o'lchov asboblari bilan ishlashni, kuzatish va tajriba natijalarini ishlab chiqishni o'rgatishdir.

Laboratoriya ishlarida nazariy bilim, masalalar yechish va asbob-uskunalar hamda o'lchov asboblari bilan ishlash mujassamlangan. Bunda tinglovchilar fizik hodisalarni va qonunlarni bevosita kuzatadi va tekshiradi, turli kattaliklarni o'lchaydi va hisoblaydi. Laboratoriya mashg'ulotlari nazariy materialni asoslovchi boshlang'ich faktlar manbai bo'lib, nazariy xulosalarni tekshirish, fizika qonunlarini sanoatda, qishloq hujaligida va turmushda qo'llanilishini ko'rsatish vositasi bo'lib xizmat qiladi.

O'quv sanoati keyingi yillarda elementar fizika buyicha yangi o'quv o'lchov asboblari va qurilmalarini ishlab chiqarmoqda. Atvud mashinasi, jismlarning issiqlikdan kengayish koeffitsientini aniqlash kurilmasi, elektron ostsillograf, yarim o'tkazgichli radionabor, shuningdek atom va yadro fizikasiga oid ko'plab qurilmalar shular jumlasidandir. Bu esa, o'z navbatida, yuqori aniqlik bilan bajariladigan, yuqori saviyadagi zamonaviy laboratoriya ishlarini qo'yishga imkon beradi. Lekin tayyorlov bo'limlari fizika kursi programmasida laboratoriya mashg'ulotlari uchun kam vaqt ajratilgan, shu bilan birga, oliy o'quv yurtlari tayyorlov bo'limlaridagi elementar fizika laboratoriyalarining soni va jixozlanish darajasini analiz qilish bu mashg'ulotlarning bir qismini auditoriyadan tashqarida bajarish, yahni uy sharoitida bajariladigan eksperimental (uy laboratoriya ishlari) sistemasini tashkil etish aktual masala ekanligini ko'rsatadi. Laboratoriya ishlarini auditoriyadan tashqarida bajarish laboratoriya mashg'ulotlari uchun ajratilgan vaqtni sezilarli kengaytirishga, laboratoriya ishlarini frontal tashkil

etishga, mashg'ulotlarni nazariy bilimlar berilgandan keyin o'tkazishga imkon beradi, qo'lda yasalgan yoki ma- daniy-maishiy qurilmalardan foydalangan holda tajriba o'tkazish uchun tinglovchilar zarur asbob-uskunani yasash, yig'ish, tuzishlari kerak. Bu esa katta tarbiyaviy va o'quv ahamiyatiga ega bo'lib, tinglovchilarda ijodiy izlanishga, ilmiy tadqiqot faoliyatiga intilishni tarbiyalaydi.

Uy laboratoriya ishlari sistemasi orqali tinglovchilarda ziyraklik, maqsadga intilish, programma materialini bo'lajak mutaxassislik bilan bog'lay olish, mehnatga muhabbat kabi sifatlar tarbiyalanadi. Uyda bajariladigan eksperimental ishlarda ko'piicha asbob va materiallarni hamda qurilmani yig'ish uchun ko'p vaqt sarflanmaydi va ularni osongina uy eksperimental vazifalariga aylantirish mumkin. Uyda bajariladigan eksperimental ishlar tinglovchilarni mustaqil ishlashga o'rgatadi, ularning fikrlashlarini aktivlashtirishga imkon beradi. Fizika fanini turmush va tabiat bilan bog'lashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur bitiruv malakaviy ishida bayon qilingan eksperimental ishlar bo'yicha tavsiflar mashg'ulotlarni uydagi madaniy, maishiy jihozlar va qurilmalar hamda qo'lda yasalgan asboblarni yordamida olib borishni ko'zda tutadi. Bunda mashg'ulotlar faqatgina uyda emas, balki fizika laboratoriyasida, yotoqxonada, korxona laboratoriyasida ham o'tkazilishi mumkin. Eksperimental ishlar tavsiflarini tuzishda asosan qo'lda yasalgan qurilmalardan foydalanib, sanoat asboblariidan foydalanishni minimal darajaga keltirishga ehtibor berildi. Barcha eksperimental ishlarning tavsiflari quyidagi yagona reja asosida tuzildi. Ishning nomi, qisqacha nazariy qism, ishning maqsadi, asbob va materiallar, ishni bajarish tartibi, savol va topshiriqlar, adabiyotlar ro'yhati. Nazariy qismda, asosan, ishni bajarish uchun zarur bo'lgan nazariy material bayon qilinadi. To'liq nazariy mahlumotni tinglovchilar tavsif oxiridagi adabiyotlar ro'yxatiga kiritilgan qo'llanmalardan olishlari kerak. Savol va topshiriqlar oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun berilgan fizika dasturlariga chambarchas bog'langan va hisoblashga doir bitta masalani o'z ichiga oladi. Savol yoki topshiriqlardan biri kitobxonda muammoli vaziyat hosil qilishni ko'zda tutadi. Tinglovchi bu vaziyatdan fizika qonunlariga tayangan holda mantiqiy xulosalar chiqarish yo'li

bilan, grafik usul bilan, tajriba o'tkazish bilan, bahzan esa analitik hisoblashlar bilan chiqishi kerak. Ko'pchilik hollarda muammoni to'g'ri hal qilish uchun yuqorida bayon qilingan usullarning bir nechtasidan birgalikda foydalanishga to'g'ri keladi.

Tinglovchi uy eksperimental ishini bajarishni ishning tavsifi bilan tanishishdan boshlashi kerak. U ishning tafsiloti yuzasidan quyidagi reja asosida konspekt yozadi. Ishning nomi, nazariy qism, ishning maqsadi, ishni bajarish uchun talab etiladigan asbob va materiallar, ishni bajarish tartibi, zarur bulgan taqdirda tajriba natijalari yoziladigan jadval, adabiyotlar ro'yxati.

Tinglovchi zarur asbob-uskunalarni tayyorlaydi va eksperiment mavzusi bo'yicha nazariy material bilan tanishadi. O'lchash va kuzatish ishlari bajarilgach, tinglovchi olingan natijalarni ishlab chiqadi va xatolikni hisoblaydi, kuzatilgan hodisa va qonuniyatlarni izohlaydi, uyda bajarilgan har bir eksperimental ish yuzasidan yozma hisobot tayyorlaydi.

FIZIK KATTALIKLARNI O'LCHASHDAGI XATOLIKLAR

Biror fizik kattalikni o'lchash uni shu kattalik uchun o'lchov birligi sifatida qabul qilingan etalon kattalik bilan tavidoshlashdan iborat. O'lchash anshushgi hech qachon absolyut bo'lishi mumkin emas. O'lchash jarayonida turli sabablarga ko'ra xatoliklarga yo'l qo'yiladi. Bu xatoliklar quyidagilardan iborat.

1) O'lchash usulining xatoliklari. Bunday xatoliklar fizik kattaliklarni o'lchashda qo'llanilayotgan usullarining mukammal emasligidan, shuningdek, empirik formulalarni yoki fizik qonunlarni qo'llashda yo'l qo'yiladigan soddalashtirishlarning tahsiri tufayli paydo bo'ladi.

Masalan, erkin tushish tezlanishini suvning ingichka oqimi yordamida aniqlashda

$$g = \frac{V^2}{t^2} \cdot \frac{(d_1^4 - d_2^4)}{\pi^2 \cdot d_1^4 d_2^4 h} \quad (1)$$

formuladan foydalaniladi. Bunda V — idishning hajmi, t — shu idishni krandan oqayotgan suv bilan to'ldirish vaqti, d_1 — kranning diametri, d_2 — krandan h masofa

pastroqdagi oqimning diametri. (1) ifoda suvning qovushoqligi hisobga olinmagan hol uchungina o'rinli. SHu bilan birga (1) formuladagi d_1 va d_2 kattaliklar to'rtinchi daraja bilan qatnashadi. SHuning uchun ularni o'lchashdagi kichik xatolik ham oxirgi natijaning hatoligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

O'lchash asbobining yoki qurilmaning noto'g'ri o'rnatilishi tufayli vujudga keluvchi xatoliklar. Masalan, proigrivatelg' diskining qathiy gorizontal vaziyatda bo'lmasligi, tajriba o'tkazishdan oldin richagni muvozanat vaziyatiga keltirilmaganligi ana shunday xatoliklarga olib keladi.

O'lchash vositalariga va obyektlariga tashqi ta'sirlar tufayli paydo bo'ladigan xatoliklar. Ko'pgina o'lchov asboblari temperatura 20°C bo'lganda o'lchanadigan kattalikni turri kursatadi. Tajriba utkazi- layotgan xonaning temperaturasi 20°C dan fark kil ganda o'lchash natijalari aniqligi bir oz kamayishi mumkin. SHamol esib turishi, issiq yoki sovuq havo oqimlarining mavjudligi issiqlik hodisalari bilan bog'liq bo'lgan tajribalar natijasiga ta'sir qilishi mumkin. Elektr o'lchov asboblari va qurilmalari ekranlangan bulishiga qaramay tashqi elektr va magnit maydonlarining ta'siridan holi emas.

Tajriba o'tkazuvchining individual xususiyatlariga bog'liq bo'lgan xatoliklar. Masalan, insonning yorug'lik signaliga reaksiyasi 0,15 - 0,225 s, tovush signaliga reaksiyasi esa 0,082—0,195 s. oraliqda.

O'lchov asbobini tayyorlashda yo'l qo'yiladigan xatoliklar. Masalan, chizg'ich shkalasining notekis darajalanishi, termometr nolining haqiqiy nolg' temperaturaga mos kelmasligi va boshqalar tufayli vujudga keladigan xatoliklar. Asbobni tayyorlash anikligiga bog'liq bo'lgan xatolik ham mavjud, masalan, uzunlikni chizg'ich bilan o'lchashda xatolik 0,5 mm ni tashkil qilsa, o'lchov lentasi bilan o'lchashda xatolik 1 sm tartibida bo'ladi. Ko'pincha, asbob bilan o'lchashda yo'l qo'yiladigan xatolik asbobning texnik pasportida ko'rsatiladi.

B) Qo'pol xatoliklar. Bunday xatoliklar kuzatish va o'lchashlar noto'g'ri bajarilishi tufayli yuz beradi. Ular shkala bo'yicha ehtibor bilan xisoblamaslikdan, sanab o'lchashlarda xisobdagi yanglishish, natijalarni pala-partish yozish va xokazolar natijasida vujudga keladi. Qo'pol xatoliklarni yo'qotish uchun

o'lchashni puxta, ehtibor va diqqat bilan bajarish kerak.

Laboratoriya ishlarini sifatli o'tkazish va izlanayotgan fizik kattaliklarning yetarlicha aniq qiymatini topish uchun tajribani boshlashdan avval va tajriba davomida xatoliklarni keltiruvchi sabablarni imkon boricha kamaytirish lozim.

O'LCHASH USULLARI

Eksperimental ishlarni bajarish paytida o'lchash ishlari amalga oshiriladi. O'lchashlar bevosita va bilvosita bajariladi. Bevosita o'lchashga uzunlikni chizg'ich bilan, massani tarozi bilan, vaqtni sekundomer bilan o'lchash va boshqalar misol bo'ladi. Bevosita o'lchashda asbob to'g'ridan- to'g'ri izlanayotgan kattalikning qiymatini ko'rsatadi.

Fizik kattaliklarning hammasini ham bevosita o'lchab bo'lmaydi. SHuniig uchun izlanayotgan fizik kattalik bevosita o'lchab topilgan kattaliklar orqali hisoblab topiladi. Fizik kattalikni bunday aniqlanishi bilvosita o'lchash deyiladi. Bilvosita o'lchashga misol qilib tsilindrik shaklga ega bo'lgan qattik jismning ρ zichligini o'lchashni keltirish mumkin. Bu kattalikni aniqlash uchun jismning m massasi V hajmi bevosita o'lchanadi. Zichlik esa

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ifoda orqali hisoblab topiladi.

4. BEVOSITA O'LCHASHDAGI XATOLIKNI BAHOLASH

O'lchov asbobining aniqligi yo'l qo'yadigan xatolikka nisbatan boshqa faktorlar tufayli yo'l qo'yiladigan xatoliklar ko'proq bo'lsa, fizik kattalik bir xil sharoitda qayta-qayta o'lchanadi.

Bu o'lchashlarning ba'zi natijalari kattalikning haqiqiy qiymatidan bir oz kattaroq, ba'zilari esa bir oz kichikroq bo'lishi mumkin. Hamma o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati olinganda esa, xatolik ta'sirini

kamaytirishga erishiladi va o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqin bo'lgan qiymat topiladi.

Bevosita o'lchanayotgan A fizik kattalikning $\bar{A}$ o'rtacha arifmetik qiymati

$$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + \dots + A_n}{n}$$

formula bilan aniqlanadi. Bunda $A_1, A_2, \dots, A_p$ — bitta kattalikning bevosita o'lchash orqali olingan qiymatlari, n o'lchashlar soni. Har bir bevosita o'lchash natijasi va kattalikning o'rtacha qiymati farqi absolyut hatolik deb ataladi:

$$\Delta A_1 = \bar{A} - A_1; \Delta A_2 = \bar{A} - A_2; \dots; \Delta A_n = \bar{A} - A_n$$

O'lchashdagi o'rtacha absolyut xatolik

$$\Delta \bar{A} = \frac{|\Delta A_1| + |\Delta A_2| + \dots + |\Delta A_n|}{n}$$

formula yordamida anikqlanadi.

$\Delta \bar{A}$ o'rtacha absolyut xatolikning fizik kattalikning $\bar{A}$ o'rtacha qiymatiga nisbati E nisbiy xatolik deb ataladi.

$$E = \frac{\Delta \bar{A}}{\bar{A}}$$

yoki protsentlarda

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

Natija $A = \bar{A} \pm \Delta \bar{A}$ ko'rinishda yoziladi. Brusok bilan disk materiali o'rtasidagi k sirpanish ishqalanish ko'effitsientini aylanuvchi disk yordamida aniqlash misolida xatolikni hisoblashni ko'rib chiqaylik:

$$k = \frac{4\pi^2 \nu^2 R}{g}$$

Bu yerda ν — diskning aylanish chastotasi va g — erkin tushish tezlanishi o'zgarmas miqdorlardir. R — brusok aylanuvchi diskdan sirpanib tushadigan eng kichik masofa. Bnnobarin k ko'effitsient diskning aylanish markazidan brusok turgan nuqtagacha bo'lgan R masofani o'lchab aniqlanadi. Bu kattalikni chizg'ich bilan

takror o'lchashlarda quyidagi natijalar olingan bo'lsin: $R_1 = 8,5 \text{ sm}$; $R_2 = 8,8 \text{ sm}$; $R_3 = 8,7 \text{ sm}$; $R_4 = 8,7 \text{ sm}$.

Kattalikning o'rtacha qiymati

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{4} = \frac{8,5 \text{ sm} + 8,8 \text{ sm} + 8,7 \text{ sm} + 8,7 \text{ sm}}{4} = 8,7 \text{ sm}$$

Absolyut xatoliklar

$$\Delta R_1 = \bar{R} - R_1 = 8,7 \text{ sm} - 8,5 \text{ sm} = 0,2 \text{ sm};$$

$$\Delta R_2 = \bar{R} - R_2 = 8,7 \text{ sm} - 8,8 \text{ sm} = -0,1 \text{ sm};$$

$$\Delta R_3 = \bar{R} - R_3 = 8,7 \text{ sm} - 8,7 \text{ sm} = 0,0 \text{ sm};$$

$$\Delta R_4 = \bar{R} - R_4 = 8,7 \text{ sm} - 8,7 \text{ sm} = 0,0 \text{ sm};$$

Absolyut xatoliklarning o'rtacha qiymati

$$\Delta \bar{R} = \frac{|\Delta R_1| + |\Delta R_2| + |\Delta R_3| + |\Delta R_4|}{4} = \frac{0,2 \text{ sm} + 0,1 \text{ sm} + 0,0 \text{ sm} + 0,0 \text{ sm}}{4} = 0,1 \text{ sm}$$

$$\text{Nisbiy xatolik } E = \frac{\Delta \bar{R}}{\bar{R}} = \frac{0,1 \text{ sm}}{8,7 \text{ sm}} = 0,01 \text{ yoki protsentlarda } Ye = 1,0\%.$$

Natija

$$R = \bar{R} \pm \Delta R = 8,7 \text{ sm} \pm 0,1 \text{ sm} \quad \text{ko'rinishda yoziladi.}$$

O'LCHOV ASBOBI YO'L QO'YADIGAN XATOLIKNI BAHOLASH

Biror kattalikni takror o'lchashlarda asbob bitta qiymatni ko'rsatsa, kattalikni qayta-qayta o'lchash ma'noga ega emas. Bu xolda asbob yo'l qo'yadigan xatolix asosiy xatolik bo'lib, boshqa sabablar tufayli paydo bo'ladigan xatolikka nisbatan katta bo'ladi. Binobarin, o'lchov asbobi yo'l qo'yadigan xatolikni baholash lozim.

Fizik kattalikni o'lchashda olingan qiymat taxminiydir va kattalikning xaqiqiy qiymatidan uni o'lchashda asbob yo'l qo'yadigan absolyut xatolikka farq qiladi.

O'lchashdagi ΔA absolyut xatolik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$\Delta A = A_T - A$, bunda A_T — asbob bilan o'lchashda olingan taxminiy qiymat, A — o'lchanayotgan kattalikning xaqiqiy qiymati.

O'lchashdagi absolyut xatolikning o'lchanayotgan kattalikning taxminiy qiymatiga nisbati nisbiy xatolik deyiladi:

$$E = \frac{|\Delta A|}{|A_T|}$$

Asbob pasportida kattalikni o'lchashda asbobning o'lchash aniqqligi yo'l qo'yadigan absolyut xatolik berilmagan bo'lsa, o'lchashdagi absolyut xatolik sifatida asbob shkalasi eng kichik bo'limining yarmi olinadi.

O'lchanayotgan kattalikning xaqiqiy qiymati

$A_T - \Delta A < A < A_T + \Delta A$ intervalda bo'lishi mumkin.

Natija $A = A_T \pm \Delta A$ ko'rinishda yoziladi. Misol tariqasida havoning temperaturasi termometr bilan o'lchashda yo'l qo'yiladigan xatolikni baholaylik. Termometr shkalasining eng kichik bo'limi 1 gradusga teng va u $t_T = 20^\circ\text{S}$ temperaturani ko'rsatayotgan bo'lsin. Binobarin, u bilan 1°S

o'lchashdagi absolyut xatolik $\Delta t = \frac{1^\circ\text{C}}{2} = 0.5^\circ\text{C}$ ga teng.

Nisbiy xatolik $E = \frac{\Delta t}{t_T} = \frac{0.5^\circ\text{C}}{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{40}$, protsentlarda:

$$E = \frac{\Delta t}{t_T} \cdot 100\% = 2.5\%$$

Natija $t = t_T \pm \Delta t = 20^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ ko'rinishda yoziladi.

BILVOSITA O'LCHASHDAGI XATOLIKNI BAHOLASH

Bilvosita o'lchanadigan V kattalik bevosita o'lchanadigan V_1 va V_2 kattaliklar orqali hisoblanishi kerak bo'lsin. Bunda quyidagi qoidalarga amal qilish lozim:

$$1) \quad B = B_1 + B_2; \quad \Delta B = \Delta B_1 + \Delta B_2; \quad E = \frac{\Delta B}{B} \quad (1)$$

$$2) \quad B = B_1 - B_2; \quad \Delta B = \Delta B_1 + \Delta B_2; \quad E = \frac{\Delta B}{B} \quad (2)$$

$$3) \quad B = B_1 \cdot B_2; \quad \Delta B = B_1 \Delta B_2 + B_2 \Delta B_1; \quad E = \frac{\Delta B_1}{B_1} + \frac{\Delta B_2}{B_2}; \quad (3)$$

$$4) \quad B = \frac{B_1}{B_2}; \quad \Delta B = \frac{B_1 \Delta B_2 + B_2 \Delta B_1}{B_2^2}; \quad E = \frac{\Delta B_1}{B_1} + \frac{\Delta B_2}{B_2} ; \quad (4)$$

$$5) \quad B = B_1^2; \quad \Delta B = 2B_1 \Delta B_1; \quad E = 2 \frac{\Delta B_1}{B_1} ; \quad (5)$$

$$6) \quad B = \sqrt{B_1}; \quad \Delta B = \frac{\Delta B_1}{2\sqrt{B_1}}; \quad E = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta B_1}{B_1} \quad (6)$$

Yuqorida keltirilgan absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblash formulalarining kelib chiqishini o'lchanayotgan V funktsiya, B_1 va B_2 kattaliklarnig ko'paytmasidan iborat bo'lgan hol uchun ko'raylik:

$$V = V_1 V_2 \quad (7)$$

Unda quyidagini yozish mumkin:

$$B + \Delta B = (B_1 + \Delta B_1) \cdot (B_2 + \Delta B_2) = B_1 B_2 + B_2 \Delta B_1 + B_1 \Delta B_2 + \Delta B_1 \Delta B_2 \quad (8)$$

(8) dan (7) ni ayirib, ko'paytmaning absolyut xatoligi aniqlanadi:

$$\Delta B = B_2 \Delta B_1 + B_1 \Delta B_2 + \Delta B_1 \Delta B_2 \quad (9)$$

Bu tenglamani (7) tenglamaga bo'lib, nisbiy xatolik topiladi:

$$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta B_1}{B_1} + \frac{\Delta B_2}{B_2} + \frac{\Delta B_1 \cdot \Delta B_2}{B_1 B_2} \quad (10)$$

(9) va (10) tenglamalarda oxirgi hadning qymati boshqa hadlarga nisbatan juda kichik. Bu hadlar nazarga olinmasa (4) ifodaga kelamiz.

Bilvosita o'lchashdagi xatolikni hisoblashga misol keltiraylik. Boshlangich tezliksiz tekis tezlanuvchan harakat qilib, t vaqt ichida S masofani o'tgan jismning tezlanishi

$$a = \frac{2S}{t^2} \quad (11)$$

ifoda bilan aniqlanadi. (11) ni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$a = \frac{A}{B}, \quad \text{bunda } A = 2 \cdot S; B = t^2.$$

A kattalikni o'lchashdagi absolyut xatolik $\Delta A = 2\Delta S$ ekani ravshan. V kattalikni o'lchashdagi absolyut xatolik (5) ifoda orqali hisoblanadi:

$$\Delta B = 2t\Delta t.$$

Nihoyat, tezlanishni o'lchashdagi absolyut xatolik (4) ifoda orqali hisoblanadi:

$$\Delta a = \frac{A\Delta B + B\Delta A}{B^2} = \frac{2S2t\Delta t + t^2 2\Delta S}{t^4} = \frac{4S\Delta t + 2t\Delta S}{t^3},$$

Nisbiy hatolik:

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{4S\Delta t + 2t\Delta S}{t^3} : \frac{2S}{t^2} = \frac{4S\Delta t + 2t\Delta S}{2S \cdot t}$$

s masofani o'lchash natijasi $S = 150,0 \text{ sm} \pm 0,5 \text{ sm}$, t vaqtni o'lchashda olingan natija $t = 3,0 \text{ s} \pm 0,5 \text{ s}$ bo'lsin.

U holda $a = \frac{2 \cdot 150 \text{ sm}}{(3 \text{ s})^2} = 33,3 \frac{\text{sm}}{\text{s}^2}$ absolyut xatolik

$$\Delta a = \frac{4S\Delta t + 2t\Delta S}{t^3} = \frac{4 \cdot 150 \text{ sm} \cdot 0,5 \text{ s} + 2 \cdot 3 \text{ s} \cdot 0,5 \text{ sm}}{(3 \text{ s})^3} = 3,7 \frac{\text{sm}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Nisbiy xatolik } E = \frac{\Delta a}{a} = \frac{3,7 \frac{\text{sm}}{\text{s}^2}}{33,3 \frac{\text{sm}}{\text{s}^2}} = 0,11$$

$$\text{yoki protsentlarda } E = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\% = 11\%$$

Natija $a = 33,3 \frac{\text{sm}}{\text{s}^2} \pm 3,7 \frac{\text{sm}}{\text{s}^2}$ ko'rinishda yoziladi.

BILVOSITA O'LCHASH SHAROITLARI TURLICHA BO'LGAN HOLLARDA XATOLIKNI HISOBLASH

Bitta kattalikni bilvosita o'lchash turli sharoitlarda amalga oshirilishi mumkin. Matematik mayatnik yordamida g erkin tushish tezlanishini aniqlashda

$$g = \frac{(2\pi)^2 l n^2}{t^2}$$

ifodadan foydalaniladi. Bu yerda l — mayatnik uzunligi, t — mayatnikning n ta tebranishi uchun ketgan vaqt. Takror o'lchashlarda l, n, t kattaliklarning barchasi o'zgartirilishi mumkin va har bir bevosita o'lchashlar uchun xatolikni hisoblash

ma'noga ega emas.

Bu holda bilvosita o'lchashdagi xatolik quyidagicha baholanishi mumkin. Bilvosita o'lchanadigan f kattalik bevosita o'lchanadigan, masalan, ikki x, u kattaliklarning funktsiyasi bo'lsin: $f = f(x, u)$, x, u kattaliklarni takror o'lchashlarda ularning qiymatlari $x_1, x_2, \dots, x_n$ va $y_1, y_2, \dots, y_n$ bo'lsin; n -o'lchashlar soni.

Har bir o'lchashdagi f funktsiyaning qiymatlari

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

f funktsiyaning o'rtacha qiymati

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

Har bir o'lchashdagi absolyut xatoliklar

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

Absolyut xatoliklarning o'rtacha qiymati

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

Nisbiy xatolik $E = \frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}}$

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

O'lchash natijasi $f(x, y) = \bar{f}(\bar{x}, \bar{y}) \pm \Delta \bar{f}(\bar{x}, \bar{y})$ ko'rinishda yoziladi.

Matematik mayatnik yordamida g erkin tushish tezlanishini aniqlash ishi uchun yuqorida bayon qilingan usul bilan xatolikni xisoblashni konkret misolda kuramiz.

Bevosita o'lchashlar bilan aniklangan kattaliklar kiymatlari quyidagicha bo'lsin

Tajriba nomeri	l, sm	n	t, s
1	60	20	32
2	80	20	36
3	100	20	40

Har bir o'lchashlarda erkin tushish tezlanishining kiymatlari:

$$g_1 = \frac{4\pi^2 l_1 n_1^2}{t_1^2} = \frac{4 \cdot (3.14)^2 \cdot (0.60 m) \cdot (20)^2}{(32)^2 s^2} = 938 \frac{sm}{s^2}$$

$$g_2 = \frac{4\pi^2 l_2 n_2^2}{t_2^2} = \frac{4 \cdot (3.14)^2 \cdot (0.80 m) \cdot (20)^2}{(36)^2 s^2} = 988 \frac{sm}{s^2}$$

$$g_3 = \frac{4\pi^2 l_3 n_3^2}{t_3^2} = \frac{4 \cdot (3.14)^2 \cdot (1 m) \cdot (20)^2}{(40)^2 s^2} = 1000 \frac{sm}{s^2}$$

Erkin tushish tezlanishining o'rtacha qiymati:

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3} = \frac{938 \frac{sm}{s^2} + 988 \frac{sm}{s^2} + 1000 \frac{sm}{s^2}}{3} = 975 \frac{sm}{s^2}$$

Absolyut xatoliklar:

$$\Delta g_1 = \bar{g} - g_1 = 975 \frac{sm}{s^2} - 938 \frac{sm}{s^2} = 37 \frac{sm}{s^2};$$

$$\Delta g_2 = \bar{g} - g_2 = 975 \frac{sm}{s^2} - 988 \frac{sm}{s^2} = -13 \frac{sm}{s^2};$$

$$\Delta g_3 = \bar{g} - g_3 = 975 \frac{sm}{s^2} - 1000 \frac{sm}{s^2} = -25 \frac{sm}{s^2};$$

Absolyut xatoliklarning o'rtacha qiymati:

$$\Delta \bar{g} = \frac{|\Delta g_1| + |\Delta g_2| + |\Delta g_3|}{3} = \frac{37 \frac{sm}{s^2} + 13 \frac{sm}{s^2} + 25 \frac{sm}{s^2}}{3} = 25 \frac{sm}{s^2}$$

Nisbiy xatolik:

$$E = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} = \frac{25 \frac{sm}{s^2}}{975 \frac{sm}{s^2}} = 0,025$$

$$\text{Yoki protsentlarda: } E = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} 100\% = \frac{25 \frac{sm}{s^2}}{975 \frac{sm}{s^2}} 100\% = 0,025 \cdot 100\% = 2.5\%$$

$$\text{Natija } \bar{g} \pm \Delta \bar{g} = 975 \frac{sm}{s^2} \pm 25 \frac{sm}{s^2} \quad \text{ko'rinishda yoziladi.}$$

FIZIKADAN UYDA BAJARILADIGAN EKSPERIMENTAL ISHLAR UCHUN ASBOB VA JIHOZLAR TAYYORLASH

Fizika fanini o'qitishda nazariy bilim berish bilan birgalikda amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari muxim ahamiyat kasb etadi. Tabiat xodisalarini va fizik jarayonlarni mohiyatini tushinishda laboratoriya ishlari xissasi juda katta.

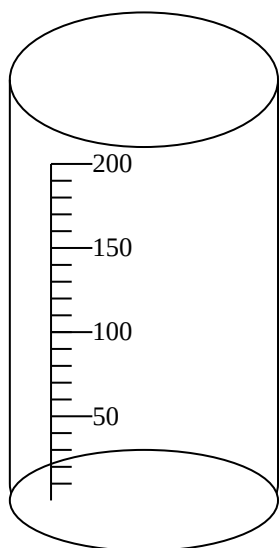
Laboratoriya mashg'ulotlari nazariy materialni asoslovchi boshlang'ich faktlar manbai bo'lib, nazariy xulosalarni tekshirish, fizika qonunlarini sanoatda, qishloq xo'jaligida va turmushda qo'llanilishini ko'rsatish vositasi bo'lib xizmat qiladi.

Fizika kursini mukammal o'zlashtirish uchun tinglovchini dars mashg'ulotlaridagi laboratoriya ishlardan tashqari uy eksperimentlarini bajarishga yo'naltirib borilsa, o'quvchilarni ham ilmiy dunyoqarashi ham muxandislik malakasi oshib boradi.

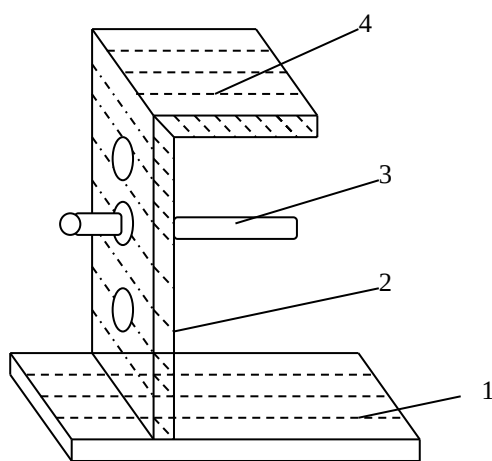
Laboratoriya ishlari auditoriyadan tashqarida bajarish laboratoriya mashg'ulotlari uchun ajratilgan vaqtni sezilarli kengaytirishga, laboratoriya ishlari frontal tashkil etishga; mashg'ulotlarni nazariy bilimlar berilgandan keyin o'tkazishga imkon beradi; qo'lda yasalgan yoki ma-daniy-maishiy qurilmalardan foydalangan holda tajriba o'tkazish uchun tinglovchilar zarur asbob-uskunani yasash, yig'ish, tuzishlari kerak. Bu esa katta tarbiyaviy va o'quv ahamiyatiga ega bulib, tinglovchilarda ijodiy izlanishga, ilmiy tadqiqot faoliyatiga intilishni tarbiyalaydi; uy laboratoriya ishlari sistemasi orqali tinglovchilarda ziyraklik, maqsadga intilish, mehnatga muhabbat kabi sifatlar tarbiyalanadi; uyda bajariladigan eksperimental ishlarda ko'pincha asbob va materiallarni hamda qurilmani yig'ish uchun ko'p vaqt sarflanmaydi va ularni osongina uy eksperimental vazifalariga aylantirish mumkin [3].

1. Menzurka. To'g'ri tsilindr shaklidagi 200 *gramm* suv sig'adigan stakanga balandligi buylab qog'oz yopishtiriladi va millimetrlq qog'oz yordamida uning balandligini 20 ta teng bo'lakka buling. Har bir bo'limga 10 sm^3 hajmidagi

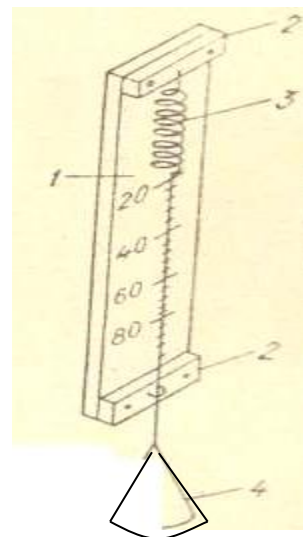
yoki 10 g suv to'g'ri keladi. Mazkur qurilma menzurka vazifasini o'tay oladi. (1-rasm).



1-rasm



2- rasm



3-rasm

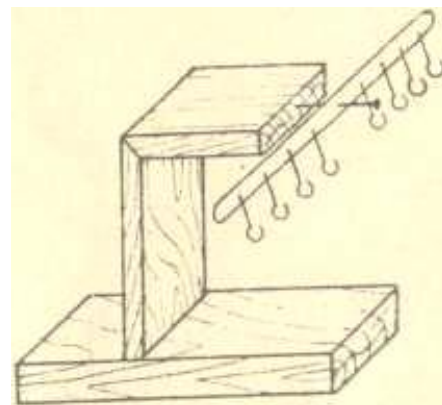
2. SHtativ. SHtativning 1 tagligi uchun eni 10-20 sm, qalinligi 2-3 sm va uzunligi 20-30 sm bo'lgan taxtacha olib, unga eni 10-20 sm, qalinligi 5-2 sm va uzunligi 50-70 sm bo'lgan 2 reykanik tik qilib o'rnatiladi (2-rasm). Bu reykgaga oraliqlari teng bo'lgan bir nechta teshiklar ochiladi, teshiklarga gorizontall qilib o'rnatish uchun 3 reykalari tayyorlash mumkin. SHtativ yuqorisidagi 4 gorizontall reykaning eni 10-20 sm, qalinligi 1,5-2 sm va uzunligi 15-25 sm qilib olinadi.

3. Prujinali tarozi. Buyi 15-20 sm, eni 3-4 sm, qalinligi 0,5 - 1 sm tartibida bo'lgan yog'och yoki faner taxtachaning ikki uchiga bo'yi 3—4 sm, eni va qalinligi 1 sm chamasida bo'lgan 2 brusokchalar mahkamlanadi (3- rasm).

Brusokchalar orasidagi sohaga millimetrli qog'oz yopishtiriladi. Po'lat simdan 3 prujina tayyorlab, uni brusokchalardan biriga osiladi. Prujinaning ikkinchi uchigi ixchamgina 4 pallacha (3- rasmga qarang) yoki ilgak osiladi. Hosil bo'lgan qurilmani vertikal vaziyatda tutib, prujinaning eng pastki A nuqtasi vaziyatini millimetrli qog'ozda 0 deb belgilanadi. SHundan keyin pallachaga 1 ta, 2 ta, 3 ta va xokazo 5 g lik yukchalar qo'yib, prujinaning A nuqtasiga mos kelgan vaziyatlarni belgilanadi va shu belgilar qarshisiga mos massalar qiymatlari (5 g, 10 g, 15 g va xokazo) ni yozib qo'yiladi. Qurilma shkalasi bo'limlari bir xil bo'lishini xisobga olib, shkalani pastki brusokchagacha davom ettiriladi. Mazkur qurilmadan

prujinali tarozi sifatida foydalanish mumkin. Uncha aniqlik talab etilmaydigan o'lchashlar uchun prujinali tarozidan foydalanish ham mumkin.

4. Richag. Eni 2 sm, qalinligi 5 sm va uzunligi 60—100 sm chamasida bo'lgan reyka tayyorlanib, Uning o'rtasini belgilab va mix erkin aylana oladigan qilib teshikcha ochiladi. Teshikcha orqali mixni o'tkazib, uni shtativga maxkamlanadi. Reykaning har bir 1 - 5 santimetriga ilmoqchalar o'rnatiladi. Yuksiz reykani muvozanatga keltirish uchun plastilindan foydalanish mumkin. Xosil

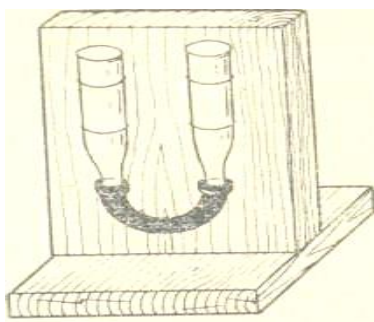


4-rasm

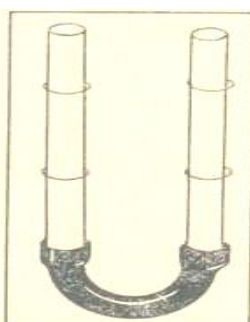
bo'lgan qurilma richag vazifasini o'taydi (4- rasm). Reyka vazifasini 60 — 100 sm li chizg'ich ham bajarishi mumkin.

5. Tutash idishlar. a) 0,5 l hajmli yelim idishlarni ikkitasini pastki qismini qizdirilgan sim orqali yoki pichoq bilan qirqib olinadi.

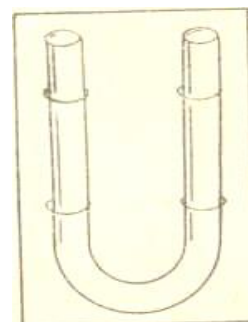
Ularning og'zini rezina shlang bilan birlashtiring va har bir butilkaning ikki joyidan sim bilan shtativga mahkamlanadi (5- rasm).



5-rasm



6-rasm



7-rasm

b). Diametri 2 — 3 sm, uzunligi 20 — 40 sm chamasida bulgan ikkita shisha naycha olib, ularning pastki uchlarini rezina naycha bilan tutashtiriladi. Qurilmani shtativga maxkamlanadi (6- rasm).

v). U- simon ko'rinishdagi kunduzgi yorug'lik lampasining berk uchlarini yuqorida ko'rsatilgandek kesib olib uni shtativga mahkamlanadi (7- rasm).

6. Kalorimetr. 0,5 l sig'imli shisha banka ichidagi yog'och brusokchalar

ustiga 200 g li stakanni qo'ying. Stakan bilan shisha banka orasida butun hajm bo'ylab birday havoli bo'shliq bo'lishiga, bankaning va stakaning yuqori satxlari bir xil turishiga harakat qiling. Idishlar ustini termometr va aralashtirgich kiritish uchun teshikchalari bo'lgan yog'och qopqoq bilan berkiting. Mazkur qurilma yordamida kalorimetrik tajribalar o'tkazilishi mumkin. Stakan va shisha banka o'rniga ularni bosuvchi metall yoki boshqa materialdan ishlangan idishlardan foydalansa ham bo'ladi. Aralashtirgich materiali ichki idish materiali bilan bir xil bo'lsa, xisoblashlarda qulaylik yaratiladi.

7. Suvli termometr. Suv bilan to'ldirilgan 0,1 - 0,25 l hajmli shisha idish og'zini ingichka shisha trubkali probka bilan berkitiladi. Idishni xolodil'nikdan olingan $t = 0^{\circ}\text{S}$ temperaturali (suvda muzning kichik bo'laklari suzib yurgan bo'lsa, uning temperaturasi 0°S ga teng) suvga solinadi. Trubkadagi suv satxining vaziyatini belgilanadi. Idishni issiq suvga botirib suvni asta - sekin qaynashiga erishish kerak ($t = 100^{\circ}\text{S}$). Trubkadagi suvning sathi issiqlikdan kengayish tufayli yuqoriga ko'tariladi. Suv satxining keyingi vaziyatini belgilab olinadi. Sathlar orasidagi masofani 100 ta teng bo'lakka bo'lib har bir bo'limni 1°S ga teng deb olgan xolda trubkani darajalab olinadi. Hosil bo'lgan qurilmadan termometr sifatida foydalanish mumkin. Suvli idish hajmini imkoni boricha kichik bo'lishi temperaturani o'lchashdagi xatolikni kichik bo'lishiga imkoniyat yaratadi. Shisha trubka sifatida meditsina tomizg'ichi (pipetka) naychasidan foydalanish mumkin.

EKSPERIMENTAL ISHLAR

Mexanika

1. TEKIS TEZLANUVCHAN HARAKAT QILAYOTGAN JISMNING TEZLANISHINI ANIQLASH

Jismning istalgan teng vaqtlar ichida tezligi bir xil o'zgaradigan harakati tekis tezlanuvchan harakat deb ataladi.

Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning a tezlanishi deb jism tezligi o'zgarishining shu o'zgarish yuz bergan t vaqt oralig'iga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad (1)$$

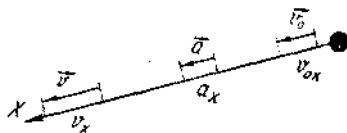
Bunda v_0 — jismning boshlang'ich tezligi, v — jismning t vaqtdan keyingi tezligi. SI birliklarida tezlanish sekund kvadratiga metr (m/s^2) hisobida o'lchanadi. (1) dan jism tezligining ixtiyoriy paytdagi qiymati v ni aniqlash mumkin:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \quad (2)$$

Harakat to'g'ri chiziq bo'ylab sodir bo'lgan holda $\vec{v}_0$ va $\vec{v}$ tezlik vektorlari shu to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgandir. Binobarin, harakatni tavsiflash uchun X koordinata o'qini jism harakat qilayotgan to'g'ri chiziq bo'ylab yo'naltirish maqsadga muvofiqdir. (2) tenglamaning X o'qiga pro-ektsiyasi

$$v_x = v_{0x} + a_x \cdot t. \quad (3a)$$

ko'rinishda yoziladi. Tanlab olingan sistemada v_{0x} , v_x ax proektsiyalar $\vec{v}_0$ va $\vec{v}$ a vektorlarning son qiymatiga tengdir (1.1-rasm).



1.1-rasm

SHuning uchun (3a) ni quyidagicha yozamiz:

$$v = v_0 \pm at. \quad (3)$$

(3) ifodada musbat ishora $\vec{v}$ tezlik va $\vec{a}$ gezmanish vektorlari yo'nalishi bir xil

bo'lgan holga (tezlanuvchan h arakat), manfiy ishora esa $\vec{v}$ va $\vec{a}$ vektorlar yo'nalishi qarama-qarshi bo'lgan holga (sekillashuvchan harakat) mos keladi. To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jism bosib o'tgan s yo'l

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (4)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Boshlang'ich tezlik nolga teng bo'lsa, ya'ni $v_0 = 0$ da

$$S = \frac{at^2}{2} \quad (5)$$

Bundan a tezlalish uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$a = \frac{2S}{t^2} \quad (6)$$

Tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan jismning bosib o'tgan yo'lini va shu yo'lni o'tish uchun ketgan t vaqtni o'lchab, a tezlalishni (6) formula orqali hisoblash mumkin.

Ishning maqsadi: tekis tezlanuvchan harakatni o'rganish.

Asbob va materiallar: nov, sharcha, o'lchov lentasi yoki chizg'ich, sekund strelkali soat, turli qalinlikdagi brusoklar (2 – 3 ta), metall yoki yog'och tsilindr.

Ishni bajarish tartibi

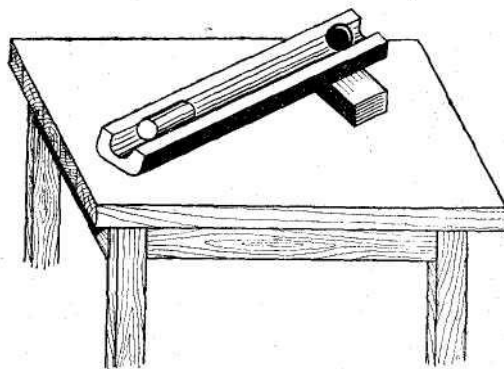
1. Novning bir uchi tagiga brusok qo'yib, uni gorizontga qiya qilib o'rnatish (1.2-rasm). Novning quyi uchiga metall yoki yog'och tsilindrni qo'ying.

2. Novning yuqori uchida sharcha qo'yib yuboriladigan nuqtani belgilang.

3. Soatning sekund strelkasi, masalan 12 ga kelganda sharchani qo'yib yubering. SHarcha tsilindrga kelib urilgan paytda sekund strelkaning t ko'rsatishini (harakat vaqtini) belgilang. Vaqtni aniqroq o'lchash uchun tsilindrni shunday vaziyatda o'riatish kerakki, bunda sharcha harakati davomida soat 3, 4, 5, ... marta chiqillasin.

4. O'lchov lentasi yoki chizg'ich yordamida sharcha o'tgan s yo'lni o'lchang.

5. (6) ifoda yordamida sharchaning a tezlalishini hisoblang.



1.2-rasm

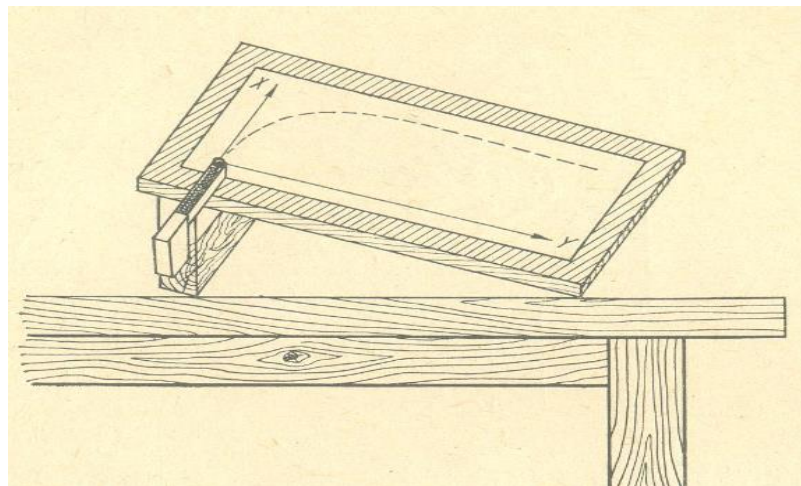
6. (3) tenglamadan sharchaning harakati oxiridagi tezligini aniqlang.
7. TSilindr vaziyatini o'zgartirib, tajribani 3-4 marta takrorlang.
8. t , s koordinatalarda sharcha o'tgan masofaning vaqtga bog'lanishi grafigini chizing.
9. Tezlanishni o'lchashdagi xatolikni hisoblang (kirish, 1 qism, 7- punktdagi usul bilan).
10. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi

Tajriba nomeri	t, s	S, m	$a, m/s^2$	$Y, m/s$	$\Delta a, m/s^2$	$\frac{\Delta \bar{a}}{\bar{a}} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
O'rtacha qiymatlar						

11. Tezlanish $a = \bar{a} \pm \Delta \bar{a}$ qiymati ko'rinishda yozib qo'ying.
12. Novning qiyaligini o'zgartirib, tajribani takrorlang.

2. JISMNING PARABOLA BO'YLAB QILADIGAN HARAKATINI O'RGANISH

SHarcha qiya tekislikda gorizontal ravishda $\vec{v}_0$ tezlik bilan otilgan bo'lsin (2.1-rasm). X koordinata o'qini gorizontal, Y o'qini qiya tekislik bo'ylab yo'naltiraylik. SHarcha X o'q bo'ylab tekis harakat qiladi. SHuning uchun sharcha vaziyatning bu yo'nalishdagi proektsiyasi



2.1-rasm

$$x = x_0 + v_{0x} \cdot t \quad (2.1 a)$$

SHarcha qiya tekislik bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Uning bu yo'nalishdagi harakati uchun

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} \quad (2.2a)$$

ni yoza olamiz. (1a) va (2a) ifodalarda t — harakag vaqti; $a_y = a$ — sharchaning tezlanishi; x_0, y_0 — sharchaning boshlang'ich koordinatalari; v_{0y} —sharcha tezligining Y o'q bo'ylab tashkil etuvchisi.

Koordinatalar boshi sharcha harakati boshlangan nuqtada tanlab olingani uchun (2.1-rasmga qarang) $x_0 = 0$; $u_0 = 0$. SHarcha gorizontal otilgani uchun $v_{0y}=0$. Binobarin, (1a) va (2a) tenglamalarni

$$x = g_0 t \quad (1)$$

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

ko'rinishda yozish mumkin. (1) va (2) ifodalardan t ni yo'qotib, traektoriya tenglamasini hosil qalamiz

$$y = \frac{ax^2}{2g_0^2} \quad (3)$$

Bu parabola tenglamasidir. Qiya tekkslikda gorizontal ravishda otilgan jism parabola bo'ylab harakat qiladi. Harakatning mustaqillik printsipidai foydalanib, harakat faqat Y o'q buylab sodir bo'lyapti deb faraz qilaylik. Birinchi τ vaqt ichida sharcha bosib o'tgan yo'l

$$y_1 - y_0 = \frac{a\tau^2}{2} \quad (4)$$

Keyingi x vaqt ichida sharcha

$$y_2 - y_1 = v_1\tau + \frac{a\tau^2}{2} \quad (5)$$

masofani o'tadi. Bunda

$$g = a\tau \quad (6)$$

(6) ifodani hisobga olsak, (5) ni quyidagicha yozish mumkin

$$y_2 - y_1 = a\tau\tau + \frac{a\tau^2}{2} = a\tau^2 + \frac{a\tau^2}{2} \quad (7)$$

Keyingi x vaqt ichida sharcha

$$y_3 - y_1 = v_2\tau + \frac{a\tau^2}{2} \quad (8)$$

masofani o'tadi. $g_2 = g_1 + a\tau = a\tau + a\tau = 2a\tau$ ni hisobga olsak,

$$y_3 - y_1 = 2a\tau^2 + \frac{a\tau^2}{2} \quad (9)$$

(4), (7), (9) ifodalarga ko'ra ketma-ket kelgan teng vaqtlar ichida bosib o'tilgan yo'llarning ayirmasi o'zgarmas kattalikdir:

$$(y_2 - y_1) - (y_1 - y_0) = (y_3 - y_2) - (y_2 - y_1) = \dots = a\tau^2 = \text{const.} \quad (10)$$

Tajribada (10) ifodaning to'g'ri ekaniga ishonch hosil qilish kerak.

Ishning maqsadi: kinematika qonunlarini tekshirish; jismning parabola bo'ylab harakatini o'rganish.

Asbob va materiallar: o'lchov lentasi yoki chizg'ich, sharcha harakatga keltiriladigan qurilma, faner taxta, faner taxtani qiya qilib o'rnatish uchun brusok, sharcha, oq qog'ozlar, kopirka qog'ozlar, knopkalar.

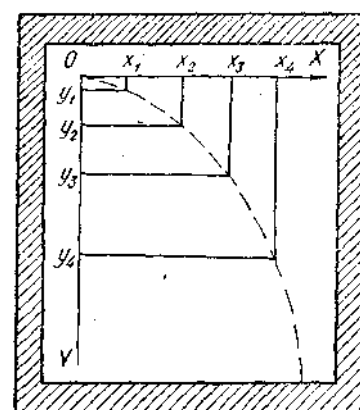
Ishni bajarish tartibi

1. Faner taxtaning bir tomoni ostiga brusok qo'yib, uni stol tekisligi bilan $\alpha = 10\text{—}30^\circ$ burchak hosil etadigan qilib o'rnatish.
2. Faner taxtaga bir varaq kopirka qog'ozning qora tomonini yuqoriga qaratib qo'ying. Uning ustidan oq qog'ozni knopkalang.
3. SHarchani qiya tekislik bo'ylab gorizontal ravishda oting. Buning uchun qayrilgan uchi gorizontal bo'lgan qiya nov, o'yinchoq to'pponcha va hokazodan foydalanish mumkin.
4. SHarcha qog'oz ustida harakat qilganda kopirka qog'ozdan iz qoladi.
5. SHarchaning izi bo'ylab qalamda egri chiziqli chizing.
6. Qog'ozda koordinata o'qlarini o'tkazing (2.2-rasm). Ox o'q bo'ylab $Ox_1 = x_1, x_2 = x_2, x_3 = \dots$ kesmalar ajrating. Ox o'q bo'ylab harakat tekis bo'lgani uchun sharcha bu kesmalarni teng vaqtlar ichida o'tadi.
7. $x_1, x_2, x_3, \dots$ nuqtalardan sharcha harakati ning traektoriyasi bilan kesishadigan perpendikulyarlar o'tkazing. Perpendikulyarlar sharcha traektoriyasi bilan kesishgan nuqtalaridan Oy o'qqa perpendikulyarlar tushi-ring (2.2- rasm).

8. $l_1 = (y_1 - y_0), l_2 = (y_2 - y_1), l_3 = (y_3 - y_2), \dots$ ayirmalarni hisoblang. Bu yo'llar sharchaning Oy o'q yo'nalishida ketma-ket kelgan teng vaqtlar ichida tekis tezlanuvchan harakat bilan o'tgan yo'llaridan iboratdir.

9. Ketma-ket kelgan teng vaqtlar ichida o'tilgan yo'llarning ayirmasini aniqlang:

$$L_1 = l_2 - l_1, L_2 = l_3 - l_2, \dots$$



2.2-rasm

10. Natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba nomeri	α <i>grad</i>	l_1 , <i>sm</i>	l_2 , <i>sm</i>	l_3 , <i>sm</i>	l_4 , <i>sm</i>	L_1 , <i>sm</i>	L_2 , <i>sm</i>	L_3 , <i>sm</i>	L_4 , <i>sm</i>
1									
2									
3									
4									

11. (10) tengliklarga ishonch hosil qilamiz.

12. Faner taxtaning gorizont bilan α qiyaligini o'zgartirib, tajribani takrorlang.

3. ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI AYLANUVCHI DISK YORDAMIDA ANIQLASH

Jismlarning faqat og'irlik kuchi ta'siridagi harakati erkin tushish deb ataladi. Bunday harakat to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatga misol bo'ladi. Erkin tushayotgan barcha jismlar bir xil tezlanish bilan harakatlanishi ma'lum. Bu tezlanish erkin tushish tezlanishi deb ataladi va u odatda g harfi bilan belgilanadi.

Er yuziga yaqin nuqtalardan tushayotgan jismlarga og'irlik kuchidan tashqari havoning qarshiligi ham ta'sir qiladi. Ko'pgina hollarda havoning jismlar tezlanishiga ta'sirini z'tiborga olmasa bo'ladi.

Erkin tushuvchi jism o'tgan h yo'l

$$h = v_0 \cdot t + \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

formula bilan tavsiflanishini ko'rsatishi mumkin. Bu yerda v_0 — jismning boshlang'ich tezligi; t — harakat vaqti; erkin tushuvchi jismning ixtiyoriy paytdagi tezligi $v = v_0 + gt$ v_0 boshlang'ich tezlik nolga teng bo'lganda

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad v = gt \quad (2)$$

ifodalarga kelimiz. (2) tenglamadan erkin tushish tezlanishi uchun

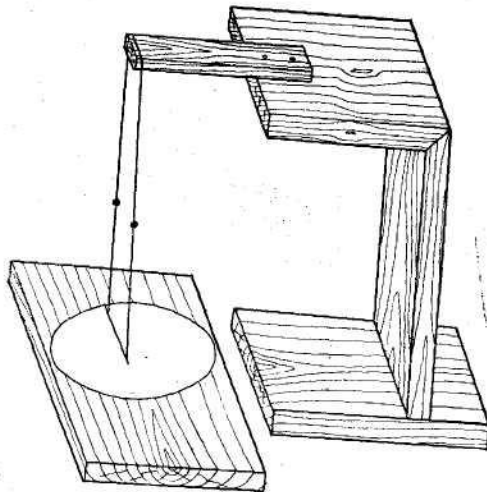
$$g = \frac{2h}{t^2} \quad (3)$$

formulani olamiz. h tushish balandligini chizg'ich bilan o'lchash mumkin.

Lekin t tushish vaqti kichik bo'lgani uchun bu vaqtni sekundomer bilan o'lchash qiyinchilik tug'diradi. Mazkur ishda tushish vaqtini aniqlash uchun minutiga aylanishlar soni ν o'zgarmaydigan tekis aylanuvchi diskdan foydalaniladi. Yog'och shtativga uncha katta bo'lmagan yog'och yoki metall plastinkani gorizontol holda mahkamlab, uni elektroprsigrivatel diskining ustiga to'g'rilanadi. Plastinkaning ustidan ip o'tkazib, uning uchlariga ikkita bir xil sharcha osiladi (3.1- rasm). Bunda sharchalar diskdan har xil balandlikda turishi va qat'iy suratda disk radiuslaridan birininx ustiga joylashishi kerak. Proigrivatel ishga tushirilgach ip yondirib yuborilsa, sharchalar aylanayotgan, diskning ustiga har xil t_1 va t_2 paytlarda tushadi. Tushish nuqtalari orqali o'tgan radiuslar hosil qiladigan φ' markaziy burchakni graduslarda o'lchash va radianlarga o'tkazish mumkin ($\varphi' = 0,0174 \cdot \varphi$) $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt oralig'ini

$$\Delta t = \frac{\varphi}{2\pi\nu} \quad (4)$$

ifodadan topish mumkin.



3.1.rasm

Ikkinchi tomomndan (3) ifodaga ko'ra $t_1\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$; $t_2\sqrt{\frac{2h_2}{g}}$; ekanligini hisobga olsak,

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} - \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad (5)$$

ga kelimiz. (4) va (5) ifodalarning chap tomonlari teng bo'lgani uchun

$$\frac{\varphi}{2\pi\nu} = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} - \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$$

deb yozish mumkin. Bundan :

$$g = \frac{4\pi^2\nu^2(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{\varphi^2} \quad (6)$$

Ishniig maqsadi: tekis tgzlanuvchan va aylanma harakatlar|kinematikasi bilan tanishish; erkia tushish tezlanishini aylanuvchi disk yordamida aniqlashni o'rganish.

Asbob va materiallar: elektroproigrivatelʼ, o'lchov chizg'ichi, transportir, ipga osilgan bir xil massali ikkita sharcha yoki ularni almashtirishi mumkin bo'lgan jismlar, yog'och shtativ, mix yoki yeim, oq qog'oz va kopirka qog'ozdan yasalgan ikkita doira, gugurt, bo'yi 20 sm, eni 10 sm va qalinligi 0,5 sm tartibidagi metall yoki yog'och plastinka, go'niya.

Eslatma: proigrivatelga zarar yetkazmaslik uchun sharchalarning massasi yetarlicha kichik bo'lishi va ular uncha katta bo'lmagan balandliklardan disk sirtiga tushirilishi kerak ($h \approx 0,15 - 0,25 \text{ m}$).

Ishni bajarish tartibi

1. Proigrivatelʼ diski sirtiga kopirka qog'ozdan yasalgan dsirani qora tsmsnini yuqsriga qaratib qo'ying, uning ustiga eca oq qogozdyn yasalgan doirani qo'ying. Oq qog'ozdan yasalgan doiraga radius chizing.

2. Yogoch shtativga glgstknkani mix yoki sim bilan mahkamlang. Ipga osilgan sharchalarni diskda chizilgan radius tepasiga birini $h_1(h_1 — 0,10 \text{ m})$, ikkinchisini $h_2(h_2 -0,25 \text{ m})$ balandlikda plastinka orqali o'tkazing (3.1-rasmga qarang).

3. Go'niya yordamida h_1 va h_2 masofalarii o'lchang.

4. Proigrivatelni $\nu = 78\text{ayl/min} = 1,3 \text{ ayl/s}$ — chaststa bilan yurgizing va ma'lum vaqtdan keyin sharchalar bog'langan ipni kuydirib yuboring.

5. Proigrivatelni to'xtatib, undan oq doirani oling. Bu dsirada sharchalar qsldirgan belgilarni doiraning markazi bilan birlashtiring.

6. Hosil bo'lgan φ' markaziy burchakni transportir bilan raduslarda o'lchang

va $\varphi = 0,0174 \cdot \varphi'$ ifoda orqali radianlarga o'tkazing.

7. (6) tenglama orqali g erkin tushish tezlanishini hissblang.

8. h_1 va h_2 balandliklar boshqacha bo'lgan hollarda tajribani 2 marta takrorlang.

9. Proigrivatel diskining aylanish chastotasi $\nu = 45 \text{ ayl/min} = 3/4 \text{ ayl/s}$ bo'lganda ham tajribani takrorlang.

10. Xatolikni hisoblang

11. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba nomeri	$h_1,$ m	$h_2,$ m	$\nu,$ $\frac{\text{ayl}}{\text{min}}$	φ' grad	φ rad	g m/s^2	Δg m/s^2	$\frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} \cdot 100\%$
1								
2								
3								
4								
O'rtacha qiymatlar								

12. Natijani $g = \bar{g} \pm \Delta \bar{g}$ ko'rishshda yozib qo'yiladi.

4. ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI SUVNING INGICHKA OQIMI YORDAMIDA ANIQLASH

Jismlarning faqat og'irlik kuchi ta'siridagi harakati erkin tushish deb ataladi. Vodoprovd jo'mragidan ingichka oqim tarzida chiqayotgan suv g erkin tushish tezlanishi bilan harakat qiladi. Suvning jo'mrakdan chiqish paytidagi v_2 tezligi bilan jo'mrakdan h masofadagi v_2 tezligi o'rgasida quyndagicha bog'lashsh mavjud:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2gh \quad (1)$$

Ikkinchi tomondan jo'mrakning S_1 ko'ndalang kesimidan va undan h masofa quyida oqimning S_2 ko'ndalang kesimidan birlik vaqt ichida bir xil Q hajmli suyuqlik o'tadi (4.1-rasm):

$$Q = S_1 \cdot v_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 \quad (2)$$

$$Q = S_2 \cdot v_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} v_2 \quad (3)$$

Bu yerda d_1 va d_2 — oqimning jo'mrakdan chiqish oldidagi va undan h masofa quyidagi diametrlari. (2) va (3) ifodalardan (4)

$$\text{ni hosil qilamiz. } \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} v_2 \quad (4) \text{ tenglamadan } v_2 \text{ ni}$$

aniqlab, (1) ga qo'yilsa, quyidagi hosil bo'ladi:

$$v_1^2 \frac{d_1^4}{d_2^4} - v_1^2 = 2gh$$

Yoki

$$v_1^2 \left(\frac{d_1^4}{d_2^4} - 1 \right) = 2gh \quad (5)$$

(5) ifodadan

$$g = \frac{v_1^2 \left(\frac{d_1^4}{d_2^4} - 1 \right)}{2h} \quad (6)$$

ni hosil qilamiz. Suvning jo'mrakdan chiqish oldidagi v_1 tezligini topish uchun V hajmi ma'lum bo'lgan idishni jo'mrakdan oqayotgan suv bilan to'ldirish

uchun zarur bo'lgan t vaqtni aniqlaymiz. Idishning V hajmini suvning v_1 tezligi, jo'mrakning S_1 ko'ndalang kesim yuzi va idishning suv bilan to'lish vaqti t orqali

bog'lash mumkin: $V = g_1 \cdot S_1 \cdot t = g_1 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot t$ Bundan:

$$g_1 = \frac{4V}{\pi d_1^2 t} \quad (7)$$

(7) ifodani (6) ga qo'yib,

$$g = 8 \frac{V^2}{t^2} \frac{(d_1^4 - d_2^4)}{\pi^2 d_1^4 d_2^4 h} \quad (8)$$

ni hosil qilamiz.

Ishning maqsadi: tekis tezlanuvchan harakatni o'rganish; erkin tushish tezlanishini suvning ingichka oqimi yordamida aniqlash.

Asbobva materiallar: vodoprovod, go'niya, chizg'ich (imkoni bo'lsa, shtangentsirkul), hajmi ma'lum bo'lgan idish (3 l sig'imli shisha banka), sekund strelkali soat.

Ishni bajarish tartibi

1. Vodoprovod jo'mragining ichki d_1 diametrini o'lchang.
2. Jo'mrak tagiga gorizontal qilib -taxtacha o'rnatish.
3. Go'niya yordamida jo'mrak bilan taxtacha orasidagi h masofani o'lchang (go'niya bo'lmagan taqdirda bu masofani chizg'ich bilan o'lchash mumkin).
4. Vodoprovod jo'mragini oching va asta-sekin yopa borib, ingichka oqim hosil bo'lishiga erishing.
5. Taxtacha sirtiga tushayotgan suv oqimi ko'ndalang kesimining d_2 diametrini o'lchang (iloji bo'lsa shtangentsirkul bilan).
6. V hajmli idishni jo'mrak tagiga qo'ying. SHu vaqtning o'zida soat sekund strelkasining t_1 ko'rsatishini belgilang.
7. Soat sekund strelkasintg idish suv bilan to'lgan paytdagi t_2 ko'rsatishini belgilang. $t = t_2 - t_1$ ifodadan idishning suv bilan to'lish vaqtini hisoblang.
8. (8) ifoda orqali g erkin tushish tezlanishini hisoblang.
9. Tajribani 3—4 marta takrorlang.
10. Xatolikni hisoblang.

11. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba nomeri	d_1 , sm	d_2 , sm	h , sm	V , sm^3	t , s	g m/s^2	Δg m/s^2	$\frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}} \cdot 100\%$
1								
2								
3								
4								
O'rtacha qiymatlar								

12. Natijani $\bar{g} = \bar{g} \pm \Delta \bar{g}$ ko'rinishda yozib qo'yiladi.

5. JISMLARNING ZICHLIGINI ANIQLASH

Jismlar o'zaro ta'sirlashganda ularning tezligi o'zgaradi. O'zaro ta'sir natijasida tezligi kamroq o'zgargan jism tezligi ko'proq o'zgargan jismga qaraganda inertroq deyiladi. Inertlik barcha jismlarga xos bo'lgan xususiyatdir. Jismlarning bu xususiyati massa deb ataluvchi-kattalik bilan ifodalanadi.

1889 yilda Xalqaro kongressda massaning o'lchov birliki sifatida platina va iridiy qotishmasidan maxsus tayyorlangan, o'lchov va tarozilarning Xalqaro byurosi (Frantsiya) da saqlanadigan tsilindr massasi qabul qilindi. Bu birlik kilogramm deb ataladi.

Bir xil materialdan tayyorlangan hajmi har xil jism-larning massasi hajmga to'g'ri proporsionaldir. Modda t massasining uning V hajmiga nisbati esa hajmga bog'liq bo'lmaydi va moddaning ρ zichligi deb ataladi:

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

Bu kattalik moddani xarakterlovchi kattalik bo'lib, turli moddalardan yasalgan jismlarning inertlik xssalarini taqqoslashga xizmat qilishi mumkin. Birliklarning xalqaro sistemasida zichlik 1 kg/m^3 larda o'lchanadi. Tajribada jismning t massasi, V hajmi aniqlanadi va (1) formula yordamida zichlik hisoblaniladi.

Ishning maqsadi: qattiq va suyuq jismlarning zichligini aniqlashni o'rganish.

Asbob va materiallar: darajalangan tsilindrik idish yoki menzurka, tarozi va tarozi toshlari yoki dinamo-metr, qattiq jism bo'laklari, suyuqliklar (suv, mis kuporosi eritmasi, kerosin va boshqalar), filtr qog'oz, yengil ingichka sim yoki ip, kolba, 0,5 l sig'imli qalin devorli stakan.

Ishni bajarish tartibi

A. Qattiq jismlarning zichligini aniqlash

1. Zichligi aniqlanadigan qattiq jism bo'lagining t massasini tarozi yoki dinamometr yordamida tortib o'lchang.

2. Jismning V hajmini menzurka yordamida o'lchang. Buning uchun menzurkaga jism butunlay botib turadigan qilib suv quyung. Menzurkadagi suvning

V_1 sathini qayd qiling. SHundan keyin jismni ipga bog'lab suvga tushiring va menzurkadagi suvning keyingi V_2 sathini aniqlang. Jismning hajmini hisoblang:
 $V = V_2 - V_1$

3. Jism moddasining zichligini (1) formula bo'yicha hisoblang.
4. Tajribani 3—4 marta takrorlang.
5. Xatolikni hisoblang.

tajriba nomeri	moddaning nomi	m , kg	V_1 , m^3	V_2 , m^3	V , m^3	ρ , kg/m^3	$\Delta\rho$, kg/m^3	$\frac{\Delta\rho}{\rho} \cdot 100\%$
1								
2								
3								
O'rtacha qiymatlar								

6. Natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi.
7. Tajriba natijasini $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta\rho$ ko'rinishda yozib quyib,

B. Suyuq jismlar zichligini aniqlash

1. Bo'sh kolbaning m_1 massasini o'lchang.
2. Tekshiriladigan suyuqlikdan menzurkaga bir oz quyib, uning V hajmini aniqlang.
3. Suyuqlikni menzurkadan kolbaga quyib, kolbaning suyuqlik bilan birgalikdagi m_2 massasini o'lchang.
4. $t = t_2 - t_1$ ifodadan suyuqlik massasini hisoblang.
5. (1) formula yordamida suyuqlikning zichliginn aniqlang.
6. Tajribani 3—4 marta takrorlang.
7. Xatolikni hisoblang .
8. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba nomeri	Суюқлик номи	m , kg	V , m^3	ρ , kg/m^3	$\Delta\rho$, kg/m^3	$\frac{\Delta\bar{\rho}}{\bar{\rho}} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
4						
O'rtacha qiymatlar						

9. Tajriba natijasda $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta\bar{\rho}$ ko'rinishda yozib qo'ying.

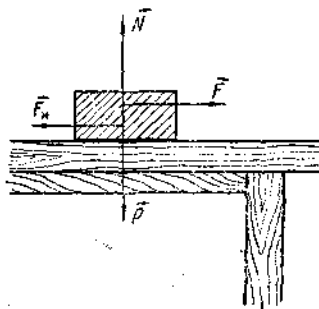
6. SIRPANISH ISHQALANISH KOEFFITSIENTINI AYLANUVCHI DISK YORDAMIDA ANIQLASH

Ishqalanish kuchlari bir-biriga tegib turgan turli jismlarning o'zaro ta'siri tufayli yuzaga keladi: bu kuchlar jismlarning nisbiy harakatiga to'sqinlik qiladi va hamma vaqt jismlarning urinish sirti bo'ylab nisbiy tezlikka teskari yo'naladi.

Jismlarning bir-biriga tegib turgan sirlari ideal tekis emas (6.1-rasm). Sirtidagi g'adir-budurliklar jism harakatiga to'sqinlik qiluvchi va harakatlantiruvchi kuch yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan ishqalanish kuchini vujudga keltiradi.



6.1- rasm.



6.2- rasm.

Stol ustiga qo'yilgan brusokni ko'raylik (6.2- rasm). Brusskka bir-biriga teng va qarama-qarshi yo'nalgan $\vec{N}$ reaksiya va $\vec{p}$ normal bosim kuchlari ta'sir qiladi. Bu kuchlarning algebraik yig'indisi nolga teng. Arap brusokka stol sirtiga parallel yo'nalgan kichikroq F kuch bilan ta'sir qilinsa (6.2- rasm), jism dastlab qo'zg'almay turishi mumkin. Bu esa stol bilan brusokning bir-biriga tegib turgan sirlari orasida $\vec{F}$ kuchga teskari yo'nalgan $\vec{F}_{\text{ishq}}$ ishqalanish kuchi vujudga kelayotganini bildiradi.

Bir-biriga tegib turgan jismlarning nisbiy ko'chishi bo'lmagan holdagi ishqalanish tinchlikdagi ishqalanish deyiladi. $\vec{F}_{\text{ishq}}$ tinchlikdagi ishqalanish kuchi jismga ta'sir etayotgan F kuchning ortishi bilan ortib boradi. Lekin bu ortish F kuchning ma'lum F_s chegaraviy qiymatigacha davom etadi. $F > F_s$ bo'lganda jism harakatga keladi, ya'ni nisbiy ko'chish sodir bo'ladi.

Bir-biriga tegib turgan jismlarning nisbiy ko'chishi mavjud bo'lgan holdagi

ishqalanish sirpanish ishqalanishi deyiladi. O'lchashlar sirpanish ishqalanishi kuchi absolyut qiymati jihatidan tinchlikdagi ishqalanish kuchining F_s chegaraviy qiymatiga taxminan teng ekanligini ko'rsatadi.

Tajribalar yordamida F_s sirpanish ishqalanishi kuchi r normal bosim kuchiga proporsional ekaniga ishonch hosil qilish mumkin:

$$F_s = k \cdot P \quad (1)$$

bunda k — proporsionallik koeffitsienti sirpanish ishqalanishi koeffitsienti deb agaladi.

Ma'lum ν chastota bilan aylanayotgan disk markazidan R masofada uning ustiga kichkina brusok qo'yilgan bo'lsin (6.3- rasm). Brusok tomonidan diskka ta'sir qiluvchi r normal bosim kuchi diskning N reaksiya kuchi bilan muvozanatga keladi. Disk bilan birga aylanma harakat qilayotgan brusokka $\vec{F}_M$ markazga intilma kuch ta'sir qiladi. $\vec{F}_M$ markazga intilma kuch

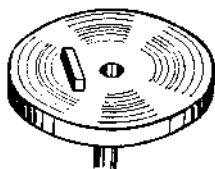
$$F_m = m\omega^2 R \quad (2)$$

(1) ifoda bilan aniqlanadigan F_s ishqalanish kuchiga teng yoki undan katta bo'lsa, ya'ni

$$m\omega^2 R \geq kP \quad (3)$$

da brusok disk sirtidan sirpanib ketadi. Bu yerda ω —disk aylanishining

burchak tezligi; m — brusokning massasi.



6.3-rasm

ω burchak tezlik bilan ν aylanish chastotasi o'rtasidagi bog'lanish

$$\omega = 2\pi\nu \quad (4)$$

ni hisobga olib, (3) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin

$$k \leq \frac{m4\pi^2\nu^2 R}{P} \quad (5)$$

P normal bosim kuchi brusokning og'irligiga teng:

$$P = mg \quad (6)$$

$g = 9.8 \frac{m}{s^2}$ — erkin tushish tezlanishi. (6) ifodani (5) ga qo'yib,

$$k \leq \frac{4\pi^2 \nu^2 R}{g} \quad (7a)$$

ni olamiz. R brusok diskdan sirpanib tushadigan eng kichik masofa bo'lganda

$$k = 4\pi^2 \nu^2 R / g \quad (7)$$

Ishning maqsadi: ishqalanish kuchlarini o'rganish; sirpanish ishqalanishi koeffitsientini aylanuvchi disk yordamida aniqlash.

Asbob va materiallar: elektroproigrivatel, chizg'ich, kichik hajmdagi yog'och brusoklar, proigrivatel diski shaklidagi har xil yupqa plastinkalar (shisha, plastmassa, jun mato va hokazo).

Ishni bajarish tartibi:

1. Proigrivatel diskiga shisha plastinkani qo'ying. Disk markazidan biror R' masofaga brusokni qo'ying. R' masofani chizg'ich bilan o'lchang.

2. Proigrivatelni $\nu = 33 \frac{ayl}{min} = 0,55 \frac{ayl}{s}$ chastota bilan yurgizing. Brusok diskda qoladi yoki sirpanib tushib ketadi.

3. Proigrivatelni to'xtating. Brusok diskda qolgan bo'lsa, R' masofani oz-ozdan oshirib boring; sirpanib tushgan bo'lsa, R' masofani oz-ozdan kamaytirib boring. R' masofa brusok diskdan sirpanib tushadigan eng kichik R masofaga teng bo'lguncha tajribani takrorlang.

4. (7) ifoda orqali k ishqalanish koeffi dantini hisoblang.

5. Tajribani proigrovatel aylanishining $\nu = 45 \frac{ayl}{min} = 0,75 \frac{ayl}{s}$ va

$\nu = 78 \frac{ayl}{min} = 1,3 \frac{ayl}{s}$ chastotalari uchun takrorlang.

6. Hatolikni hisoblang

7. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi.

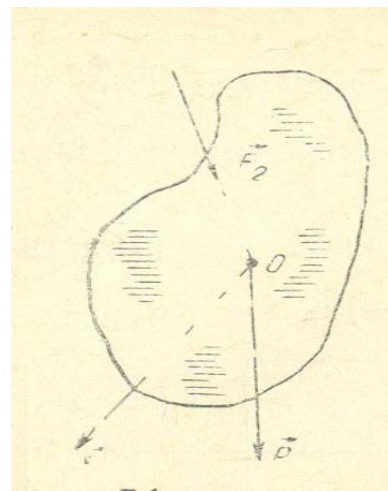
Tajriba nomeri	ν <u>ayl / s</u>	R , <i>sm</i>	k	Δk	$\frac{\Delta \bar{k}}{\bar{k}} \cdot 100\%$	
1						
2						
3						
4						
O'rtacha qiymatlar						

8. Natijani $k = \bar{k} \pm \Delta \bar{k}$ ko'rinishda yoziladi va ishqalanish ko'effitsentining mazkur jismlar uchun jadvalda keltirilgan qiymati bilan solishtiriladi.

7. TEKIS PLASTINKANING OG'IRLIK MARKAZINI ANIQLASH

Har bir jism uchun uni tezlanuvchan ilgarilanma harakatga keltiruvchi kuchlarning ta'sir yo'nalishlari kesishadigan bitta nuqta mavjud (7.1-rasmda $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlarning ta'sir chizig'i 0 nuqtada kesishadi). Massalar markazi deb ataladigan bu nuqtaning vaziyati jismning massasi uning hajmi bo'yicha qanday taqsimlanganligi bilan belgilanadi. Jism ilgarilanma harakat qilganda unga ta'sir qilayotgan kuch yoki barcha kuchlarning teng ta'sir etuvchisi jismning massalari markazidan o'tadi. Bu holda jismning massalari markazi go'yo jismning butun massasi to'plangan va jismga ta'sir qiluvchi barcha kuchlar qo'yilgan bitta nuqta kabi harakat qiladi. Jismning harakatini tekshirish o'rniga uning massalari markazi bo'lgan bitta nuqtaning harakatini tekshirish kifoya. SHuning uchun massalar markazini bilish muhimdir.

Jismning $\vec{p}$ og'irlik kuchi ta'siridagi harakati ilgarilanma harakatning xususiy holdir. Binobarin, og'irlik kuchining ta'sir chizig'i massalar markazidan o'tadi (7.1-rasm). SHuning uchun jismning massalari markazi og'irlik markazi deb ham ataladi.



7.1-rasm

Tekis plastinka biror nuqtasidan osilsa, osilish nuqtasi orqali o'tkazilgan vertikal chiziqning plastinka og'irlik markazidan o'tishi uning og'irlik markazini tajribada topishga imkon beradi. Buning uchun plastinkani biror nuqtasidan osib, unda osilish nuqtasidan o'tadigan vertikal to'g'ri chiziq chizish kerak. So'ngra plastinkani boshqa nuqtasidan osib qo'yib, yana shunday vertikal to'g'ri chiziq chizish kerak. To'g'ri chiziqlarning kesishish nuqtasi plastinkaning og'irlik markazidir.

Ishning maqsadi: tekis plastinkaning og'irlik markazini aniqlashni o'rganish.

Asbob va materiallar: chizg'ich, ixtiyoriy shaklga ega bo'lgan tekis plastinka, shovun, to'g'nag'ich, yog'och shtativ, oq varaq, kley, qaychi, qalam.

Ishni bajarish tartibi

1. Qaychi yordamida qaliya kartondan ixtiyoriy shaklga ega bo'lgan tekis

plastinka tayyorlang.

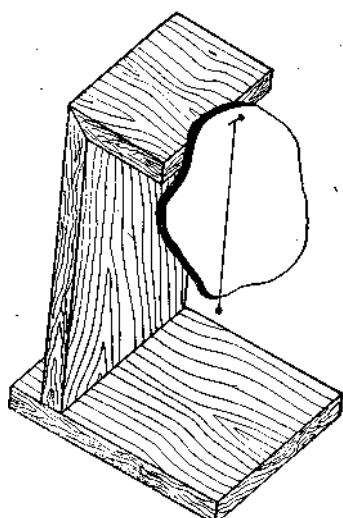
2. Yupqa oq varaqni tekis plastinka shaklida qirqiag va uni uch joyqdan plastinkaga kley bilan yopishtiring.

3. Plastinka va shovunni to'g'nag'ich yordamida shtativga osing (7.2-rasm).

4. SHovun ipi chizig'ini varaqning yuqorigi va pastki chetlariga o'tkir qalamda belgilang.

5. Plastinkani olib, varaqda belgilangan nuqtalarni tutashtiruvchi to'g'ri chiziq o'tkazing.

6. Plastinkani uning boshqa nuqtasidan osib, tajribani takrorlang.



7.2-rasm

7. O'tkazilgan to'g'ri chiziqlarning kesishish nuqtasi plastinkaning og'irlik markazi ekaniga ishonch hosil qiling. Buning uchun plastinkani uchinchi nuqtadan osib, tajribani takrorlang. Uchinchi osilish nuqtasi orqali o'tgan vertikal to'g'ri chiziq avvalgi ikki to'g'ri chiziq kesishgan nuqtadan o'tishi lozim.

8. Plastinkani og'irlik markazidan to'g'nag'ich yordamida shtativga osing. Bunda plastinka har qanday vaziyatda muvozanatda turishiga ishonch hosil qiling.

8. RICHAGNING MUVOZANAT SHARTINI TEKSHIRISH

Tajribalarning ko'rsatishga, qo'zg'almas OO' aylanish o'qiga ega bo'lgan jismni bu o'vda parallel bo'lmagan va uni kesib o'tmaydigan kuchlaryana aylanma harakatga keltirishi mumkin (8.1- rasm).

Kuchning jismvd aylantirish ta'siri kuch momenti deb ataladigan kattalik bilan xarakterlanadi. $\vec{F}$ kuchnichg son qiymati bilan OO' aylanish o'qidzn $\vec{F}'$ kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan / masofaning ko'paytmasi $\vec{F}$ kuchning OO' o'qqa nisbatan M momenti deyiladi:

$$M = |\vec{F}| \cdot l \quad (1)$$

l masofa kuch yelkasi deb ataladi. Kuch momenti aylantiruvchi moment deb ham ataladi.

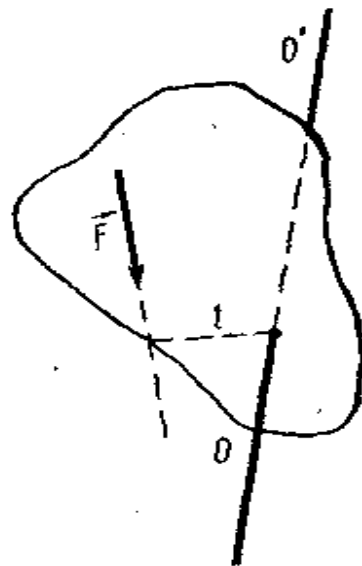
SI birliklarida aylantiruvchi moment birligts qilib ta'sir chizig'i aylanish o'qidan 1 m masofada bo'lgan 1 N kuchning momenti olinadi. Bu birlik Nbyutsn-metr (N·m) deb ataladi.

Jismni soat strelkasi yo'nalishida aylantiruvchi kuch momentlarining shporasi muebat deb, soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylantiruvchi kuch momentlarining ishorasi manfiy deb olinadi.

Hisoblashlarning ko'rsatishicha, aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga qo'yilgan kuchlarning bu o'qqa nisbatan olingan momentlarining algebraik yig'indisi nolga teng, ya'ni

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0 \quad 2)$$

bo'lsa, bu jism muvozanatda bo'ladi (jism aylanmaydi yoki o'zgarmas



8.1-rasm



8.2-rasm

burchak tezlik bilan aylanma harakat qiladi (2) ifoda momentlar qoidasi deb ataladi.

O'qqa mahkamlangan qattiq sterjen richag deyiladi (8.2- rasm). Kuchlarning qo'yilish nuqtalaridan aylanish o'qigacha bo'lgan masofalar richagning yelkalari deyiladi. Momentlar qoidasidan richagning muvozanatda bo'lish sharti kelib chiqadi: richag muvozanatda bo'lishi uchun uni o'q atrofida qarama-qarshi tomonlarga aylantiruvchi kuchlar momentlarining son qiymatlari teng bo'lishi kerak. Richagga $|\vec{F}_1|$ va $|\vec{F}_2|$ kuchlar ta'sir qilayotgan bo'lsin. Bu kuchlarning yelkalari mos holda l_1 va l_2 ga teng (8.2- rasm). Richag muvozanatda bo'lishi uchun

$$|\vec{F}_1| \cdot l_1 = |\vec{F}_2| \cdot l_2 \quad (3)$$

shart bajarilishi kerak.

Ishning maqsadi: momentlar qoidasi bilan tanishish richagning muvozanatda bo'lish shartini o'rganish.

Asbob va materiallar: o'lchov chizig'i, prujinali tarozi, yuklar to'plami, yog'och shtativ, richag.

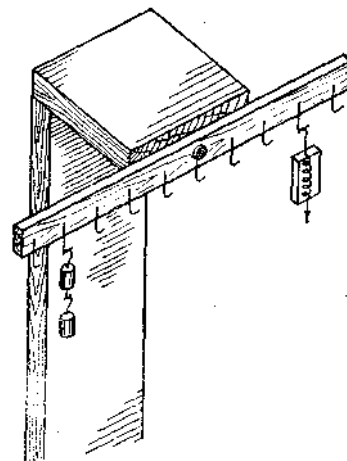
Ishni bajarish tartibi

1. Richagni shtativga o'rnatyng (8-3- rasm) va uni gorizontaal vaziyatda muvozanatga keltiring.

1. Yuklardan birini tarozida tortib, uning

$|\vec{F}_1|$ og'irligini hisoblang.

3. Richagning chap yelkasidagi byaror nuqtaga yukni osing (o'ng yelkani qo'lingiz bilan ushlab turing).



8.3-rasm

4. Richagning ikkinchi yelkasidagi biror nuqtaga prujinali tarozini ilintirib (8.3-rasm), richagni muvozanatga keltirish uchun unga qo'yish lozim bo'lgan kuchni aniqlang.

5. Richag yelkalarining l_1 va l_2 uzunliklarini chizg'ich bilan o'lchang.

6. $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlar M_1 va M_2 momentlarining absolyut qiymatlarini (1) ifoda yordamida hissblang.

7. Topilgan miqdorlarni quyidagi jadvalga yoziladi:

Тажриба номери	$ \vec{F}_1 $, N	$ \vec{F}_2 $, N	l_1 , m	l_2 , m	M_1 , $N \cdot m$	M_2 , $N \cdot m$
1						
2						
3						
4						

8. $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlarning momentlarini solishtiring va (3) tenglamaga ishonch hosil qiling.

9. Richagga osiladigan yuklar sonini, ularning qo'yilish nuqtalarini va richag yelkalarini o'zgartirib, tajribani 3—4 marta takrorlang.

9. NOELASTIK ZARBDA YO'QOLADIGAN ENERGIYANI HISOBLASH

To'g'ri chiziqli yo'lda harakatlana oladigan M jismga F kuch ta'sir qilayotgan bo'lsia. Bu kuch ta'sirida jismning ko'chishi $\vec{r}$ ga teng, $\vec{F}$ kuch bilan $\vec{r}$ ko'chish yo'nalishlari orasidagi burchak α ga teng bo'lsin (9.1-rasm).

$$A = Fr \cos \alpha \quad (1)$$

kattalik F kuchning bajargan mexanik ishi deyiladi. Quyidagi kattalik

$$F_r = F \cos \alpha \quad (2)$$

F kuchning $\vec{r}$ ko'chish yo'nalishiga proektsiyasi ekani ravshan. SHuning uchun (1) ifodani

$$A = F_r r \quad (3)$$

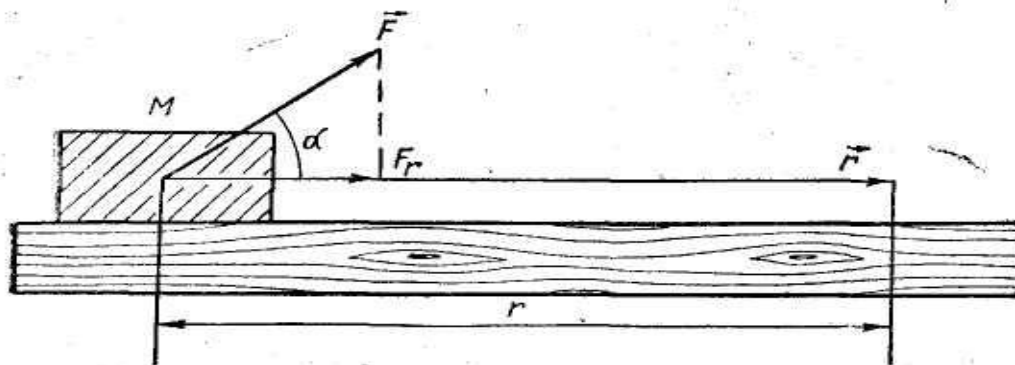
ko'rinishda yozish mumkin. Binobarin, mexanik ish jismga ta'sir qiluvchi kuch bilan kuch qo'yilgan nuqtaning ko'chishi skalyar ko'paytmasiga teng. SI birliklarida ish joullarda o'lchanadi: $1J = 1N \cdot 1m$.

Og'irlik kuchi bajargan ishni hisoblaylik. Jismga ta'sir qiluvchi og'irlik

kuchi

$$\vec{P} = m \vec{g} \quad (4)$$

ga teng. Bu yerda m — jismning massasi, $\vec{g}$ — erkin tushish tezlanishi. Jism $h = 0$ deb olingan biror sath (masalan, Yer sirti)ga nisbatan h_1 balandlikda joylashgan S sathdan h_2 balandlikda joylashgan D sathga o'tayotgan bo'lsin (9.2-rasm).



9.1-rasm

Bu holda ko'chish yo'nalishi bilan og'irlik kuchining yo'nalishi orasidagi α burchak nolga teng. Demak, (1) ifodada $\cos \alpha = 1$

$$r = h_1 - h_2, \quad F = m|\vec{g}| = mg$$

ekani hissbga olinsa,

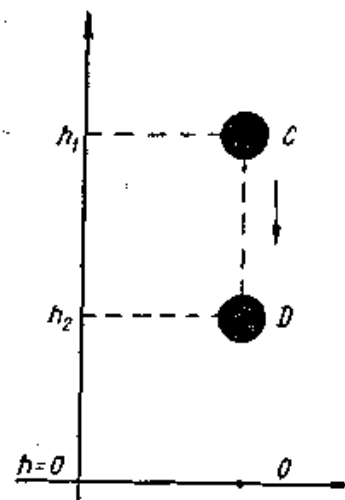
$$A = mg(h_1 - h_2) = -mg(h_2 - h_1) = -(mgh_2 - mgh_1) \quad (5)$$

ni olamiz. Quyidagi

$$E_p = mgh \quad (6)$$

kattalik nolinchi sath ($h=0$) ga nisbatan h balandlikka ko'tarilgan jismning potentsial energiyasi deyiladi.

SHunday qilib, og'irlik kuchining ishi potentsial znergiya o'zgarishining teskari ishora bilan olingan qiymatiga teng:



9.2-rasm

$$A = -mg(h_2 - h_1) = -(mgh_2 - mgh_1) = -(E_{p2} - E_{p1}) \quad (7)$$

Potentsial energiya (6) ifodaga ko'ra jismning nolinchi sath deb atalgan sathga iisbagan vaziyatiga bog'liq. Jismlarning bir-birlariga nisbatan vaziyatiga bog'liq bo'lgan energiya potentsial energiya deyiladi,

Jismga ta'sir qilayotgan $\vec{F}_1$ kuch (yoki teng ta'sir etuvchi kuch) unga tezlanish beradi. Buning natijasida jismning tezligi o'zgaradi. Ikkinchi tomondan, bu kuch ta'sirida jism ko'chadi, ya'ni ish bajariladi. Binobarin, jism tezligining o'zgarishi bilan kuch bajargan ish o'rtasida bog'lanish bo'lishi kerak. Xissblashlar bu bog'lanish quyidagicha ekanini ko'rsatadi:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}. \quad (8)$$

Jism massasinitg tezlik kvadratiga ko'paytmasining yarmi jismning K kinetik znergiyasi deb ataladi:

$$K = \frac{mv^2}{2} \quad (9)$$

Binobarin, kuch bajargaya ish jism kinetik energiyasi-ning o'zgarishiga teng ekan:

$$A = K_2 - K_1$$

Jismning potentsial va kinetik energiyalarining yig'indisi to'liq mexanik energiya deyiladi. Umuman, jismning yoki jismlar sistemasiniag znergiyasi jism yoki sistema biror sathdan nolinchi Sathga o'tayotganda bajarilishi mumkin bulgan ishga teng. Energiya jismning yoki jismlar sistemasining ish bajarish qobiliyatidio. Energiya sistemaning holatini xarakterlaydigan fizik kattalik bo'lib, uning o'zgarishi bajarilgan ishga teng.

(7) va (8) ifodalarni tenglashtirib, energiyaning saqlanish qonuniga kelimiz

$$K_1 + E_{p1} = K_2 + E_{p2}$$

Yopiq sistemani tashkil qilgan va bir-biri bilan butun olam tortishish kuchlari yoki elastiklik kuchlari bilan ta'sir qilayotgan jismlarning to'liq mexanik energiyasi.

Agar jismga yoki jismlar sistemasiga yuqoridagi kuchlaplan tashqari, masalan, ishqalanish kuchlari ham ta'sir kipayotgan bo'lsa, uning to'liq mexanik

energiyasi kamayadi. Bu xolda mexanik energiyaning saqlanish qonuni buziladi. Energiyaning bir qismi ishqalanuvchi jismlarning ichki chneogiyasiga aylanadi.

Biror balandlikdan Yer sirtiga tushaetgan tup sirtga absolyut elastik urilmaydi. Bunday urilish paitida mexanik energiyaning biror qismi boshqa tur energiyaga o'tadi. Yer sirtiga urilgan to'p avvalgi balandlikka kutarila olmaydi Yo'qolgan energiya issihlik energiyasiga aylanadi. To'p bilan havo o'rtasidagi ishqalanish tufaili ham mexanik energiyaning bir qismi ichki energiyaga aylanadi. Ishning maqsadi: energiya, uning turlari, mexanik energiyaning saqlanish qonuni bilan tanishish; noelastik zarbda yo'qoladigan energiyani aniqlash.

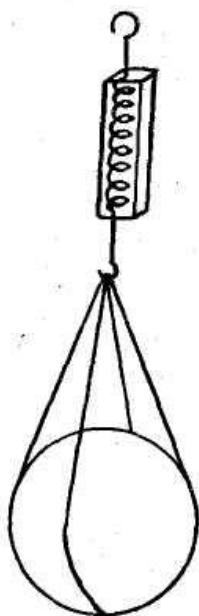
Asbob va materiallar: bir necha xil tuplar, millimetrli lenta yoki chizg'ich, prujinali tarozi, vertikal devor yoki ustun, to'plar uchun yengil tur.

Ishning bajarish tartibi

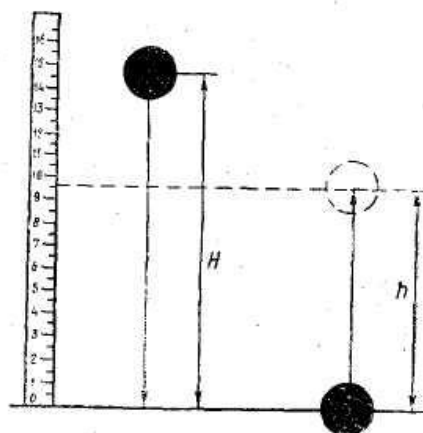
1. To'pning t massasini tarozida tortib aniqlang
2. Metrli lenta yoki chizg'ichnn vertikal devorga mahkamlang.
- 3 To'p polga tashlanadigan N balandlikni o'lchang.
- 4 Pol sirtidan N balandlikdagi to'pning P_1 potentsial energiyasini $P_1 = mgH$ ifoda orqali hisoblang.
- 5 To'pni N balandlikdan qo'yib yuboring.
- 6.To'p polga urilib, qaytadan ko'tarilgan h balanddiknn ulchang (9.4- rasm).
7. To'pning polga urilib, yuqoriga ko'tarilgan paytdagi P_2 potentsial energiyasini $P_2 = mgh$ ifodadan aniqlang.
8. Ichki energiyaga o'tgan E energiyani $E = P_1 - P_2$ dan toping.
9. Tajribani 3—4 marta takrorlang.
10. Xatolikni baholang.
11. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba nomeri	m , kg	H , m	h , m	P_1 , J	P_2 , J	E , J	ΔE , J	$\frac{\Delta \bar{E}}{\bar{E}}$
1								
2								
3								
o'rtacha qiymatlar								

12. To'pni o'zgartirib tajribani takrorlang.



9.3-rasm



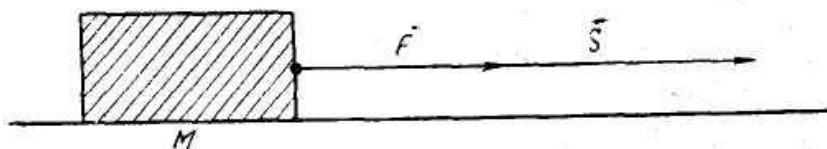
9.4-rasm

10. ELEKTR DVIGATELNING MEXANIK QUVVATINI ANIQLASH

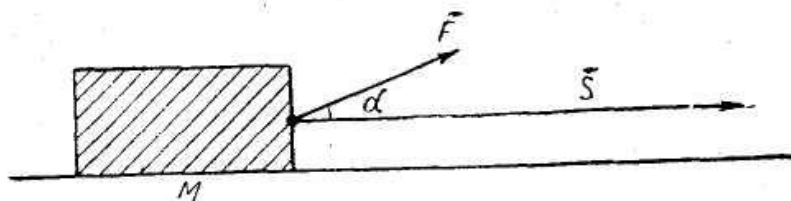
M jismga ta'sir etayotgan o'zgarmas $\vec{F}$ kuchning bajargan A ishi $\vec{F}$ kuch va jism $\vec{s}$ ko'chishining absolyut qiymatlari ko'paytmasining kuch va ko'chish vektorlari orasidagi α burchak kosinusiga ko'paytmasiga teng:

$$A = |\vec{F}| \cdot |\vec{s}| \cdot \cos \alpha = F \cdot S \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

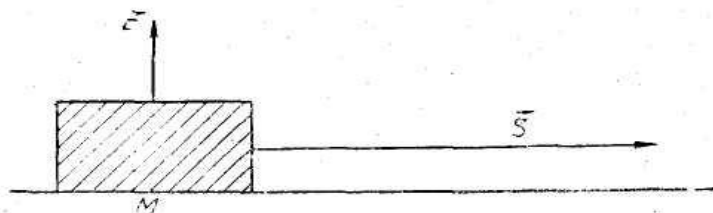
Agar $\alpha = 0$, ya'ni kuch va ko'chish yo'nalishlari bir xil bo'lsa



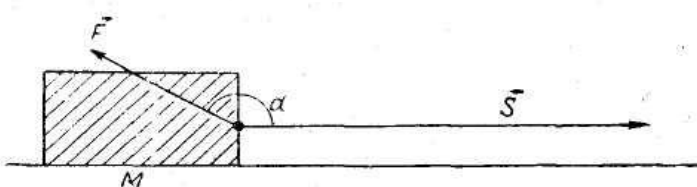
10.1-rasm



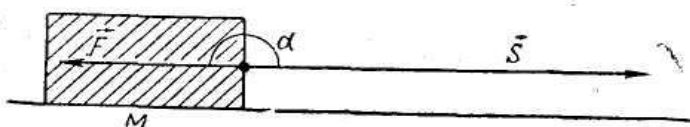
10.2-rasm



10.3-rasm



10.4-rasm



10.5-rasm

$$A = F \cdot s \quad (2)$$

ni hosil qilamiz. Bunda bajarilgan ish musbat (10.1-rasm). α burchak $0 < \alpha < 90^\circ$ bo'lganda (10.2-rasm) ham musbat ish bajariladi. Musbat ish bajaradigan kuchlarni harakatlantiruvchi kuchlar deb ataladi. $\alpha = 90^\circ$ bo'lganda (10.3-rasm) bajarilgan ish nolga teng. α burchak $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ bo'lsa (10.4-rasm), bajarilgan ish manfiy. $\alpha = 180^\circ$ da (10.5-rasm) $\cos \alpha = -1$. $A = -F s$ va bu holda ham manfiy ish bajariladi. Manfiy ish bajaradigan kuchlar qarshilik kuchlari deb ataladi.

SI sistemasida ishning o'lchov birligi joule (J). Joule 1 N kuchning 1 m yo'lda bajargan ishiga teng. Mashina yoki mexanizmlardan ish bajarishda foydalaniladi. Bunda ularning ishni bajarish tezliklarini xarakterlovchi kattalik—quvvatni bilish muhimdir. Quvvat deb mashina yoki mexanizm bajargan A ishning shu ishni bajarish uchun sarf qilingan t vaqtga nisbatiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi:

$$N = \frac{A}{t} \quad (3)$$

SI sistemasida quvvat birligi qilib vatt (qisqacha W) olinadi. 1 vatt 1 sekundda 1 joule ish bajaradigan mexanizmning quvvatidir:

$$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

m massali yuk h balandlikka vertikal yo'nalishda biror mexanizm yordamida t vaqt ichida tekis ko'tarilgan bo'lsin. Mexanizm bajargan ish

$$A = F \cdot S \cdot \cos \alpha = mgh \quad (4)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Chunki mexanizm $R = mg$ og'irlik kuchiga qarshi ish bajaradi va bunda $\cos \alpha = 1$. U holda mexanizmning quvvati

$$N = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{h} \quad (5)$$

formula bilan hisoblanishi mumkin.

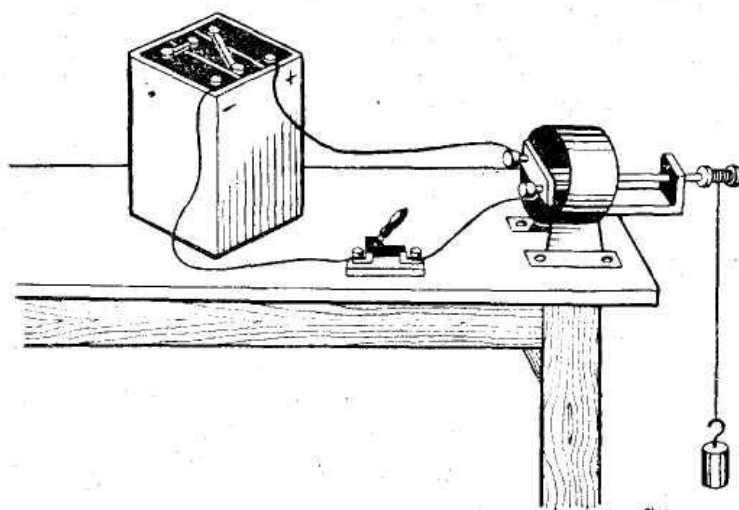
Ishning maqsadi: mexanik ish, quvvat tushunchalari bilan tanishish, elektr dvigatelnining quvvatini aniqlashni o'rganish.

Asbob va materiallar: DP—12 A tipdagi (yoki boshqa turdagi) mikroelektrodvigatel, 4,5 V kuchlanishga mo'ljallangan o'zgarmas tok manbai,

o'lchov lentasi, sekund strelkali soat, tarozi va tarozi toshlari (yoki prujinali tarozi), kalit, 1,5 — 2 m uzunlikdagi ip, ulovchi simlar, yuk.

Ishni bajarish tartibi

1. Yukning t massasini tarozida aniqlang.
2. Dvigatelni stol ustiga poldan 1,0 — 1,5 m balandlikda o'rnatish va kalit orqali tok manbaiga ulang (kalit uzilgan holda bo'lsin).
3. Ipning uchini dvigatel shkiviga bog'lab, uni shkivra o'rang, ipning ikkinchi uchiga yukni bog'lang, bunda yuk polga tegmasin (10.6- rasm).
4. Dvigatel ishga tushirilganda yuk bosib o'tadigan h yo'lni o'lchang.
5. Zanjirni ulab, dvigatelni ishga tushiring, shu vaqtning o'zida soat sekund strelkasining t_1 ko'rsatishini belgilang.
6. Yuk belgilangan yo'lni bosib o'tgach, elektr dvigatel zanjirini uzing va soat sekund strelkasining keyingi t_2 ko'rsatishini belgilang. $t = t_2 - t_1$ ifodadan yukning harakat vaqtini hisoblang.



10.6-rasm

7. Dvigatelning yuk ko'tarishda bajargan A ishini (4) ifodadan hisoblang.
8. Ishni bajarishga ketgan t vaqtni bilgan holda dvigatelning quvvatini (5) formula orqali aniqlang.
9. Tajribani 3 — 4 marta takrorlang.
10. Xatolikni hisoblang.

11. Natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba nomeri	m, kg	h, m	t, s	A, j	N, Vt	$\Delta N,$ Vt	$\frac{\Delta \bar{N}}{\bar{N}} \cdot 100\%$	A_e	N_e
1									
2									
3									
O'rtacha qiymatlar									

12. Quvvat kattaligini $N = \bar{N} \pm \Delta \bar{N}$ ko'rinishda yozib qo'ying.

13. O'zgarmas tokning ishi $A_e = UIT$ va quvvati $N_e = IU$ ifodalaridan dvigatelning bajargan ishini va quvvatini baholang. Bunda I , U —dvigatel iste'mol qiladigan nominal tok kuchi va kuchlanish. Bu kattaliklarning qiymati dvigatel pasportidan olinadi.

14. A va A_e kattalnlarni xamda N va N_e kattaliklarni solishtiriladi va natijani izohlanadi.

11. SUVDA ARALASHMAYDIGAN SUYUQLIKLAR ZICHLIGINI TUTASH IDISHLAR YORDAMIDA ANIQLASH

Ostki qismi tutashtirilgan idishlar tutash idishlar deyiladi (11.1-rasm). CHoychak, leyka, kofeynik kabi idishlar tutash idishlarga misol bo'ladi. Tutash idishlarga zichligi ρ bo'lgan bir jinsli suyuqlik solinsa, uning sathi idishlarda bir xil bo'lishi tajribadan ma'lum. Haqiqatdan ham suyuqlik muvozanatda turishi uchun, masalan B nuqtada (11.1-rasm) ikkala idishdagi suyuqlik ustunlarining bosimi teng bo'lishi kerak:

$$P_1 = P_2 \quad (1) \quad \text{Bunda} \quad P_1 = \rho g h_1 \quad \text{va} \quad P_2 = \rho g h_2$$

g — erkin tushish tezlanishi, h_1 , h_2 — suyuqlikning idishlardagi sathlari balandligi. (1) va (2) ifodalarni tenglashtirib,

$$h_1 = h_2 \quad (3)$$

ni hosil qilamiz.

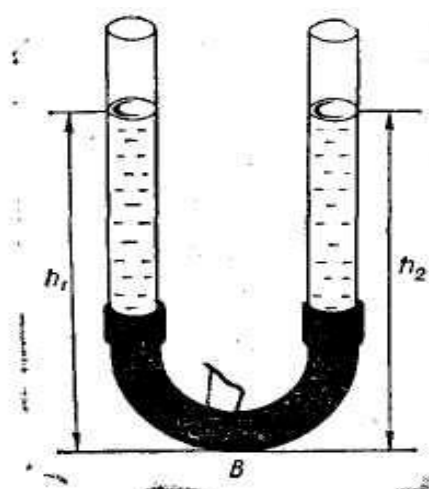
Har qanday shakldagi tutash idishlarda tinch holatda bo'lgan bir xil cyyuqlikning erein sirlari bir xil balandlikda turadi.

Tutash idishlarga zichliklari ρ_1 va ρ_2 bo'lgan ikki xil suyuqlik quyilgan

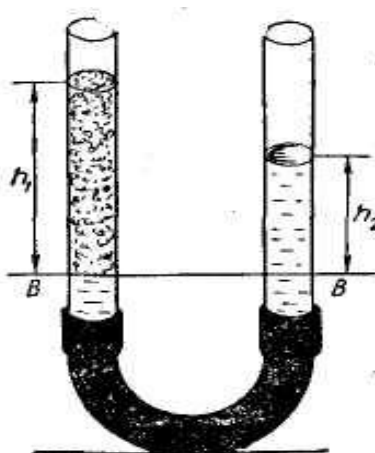
bo'lsin (1.2-rasm). BB sathdan pastda bir jinsli suyuqlik bo'lgani uchun shu sathda har ikkala idishdagi $\rho_1 = \rho_2$ va $\rho_1 g h_1$ va $\rho_2 g h_2$ bosimlar bir xil bo'lishi kerak. Bundan:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \quad \text{yoki} \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (4)$$

Tutash idyshlardagi suyuqliklar ustunlarining balandligi suyuqliklar zichliklariga teskari proportsionaldir.



11.1-rasm



11.2-rasm

(4) dan quyidagini topamiz:

$$\rho_2 = \rho_1 \frac{h_1}{h_2} \quad (5)$$

Ishning maqsadi: tutash idishlardagi qonuniyatlarni o'rganish, suv bilan aralashmaydigan suyuqliklar zichligini aniqlash.

Asbob va materiallar: suvli tutash idish, zichliga aniqlanadigan suyuqliklar (yog', kerosin va boshqalar), chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi

1. Tutash idishlarga yarmidan ko'proq qilib suv quyung. Tirsaklardagi suv sathlari balandliklarini solishtiring. Natijani izohlang.
2. Tutash idishlarning biriga tekshiriladigan suyuqlikdan ohista quyung. Suyuqliklar tinchlanguncha kuting.
3. Suv va suyuqlik chegarasi sathini ikkala idishda belgilang.

4. Belgilangan sathdan boshlab suv va suyuqlikning erkin sirtlarigacha bo'lgan h_1 va h_2 balandliklarni o'lchang.

5. Suyuqlikning zichligini $\rho_2 = \rho_1 \frac{h_1}{h_2}$ - ifoda orqali xisoblang, ρ_1 — suvning zichligi.

6. Tajribani 3 – 4 marta takrorlang.

7. Xatolikni hisoblang

8. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba nomeri	Suyuqlikning nomi	ρ_1 , kg/m^3	h_1 , m	h_2 , m	ρ_2 , kg/m^3	$\Delta\rho_2$, kg/m^3	$\frac{\Delta\bar{\rho}_2}{\bar{\rho}_2} \cdot 100\%$	ρ jadvaldagi
1								
2								
3								
O'rtacha qiymatlar								

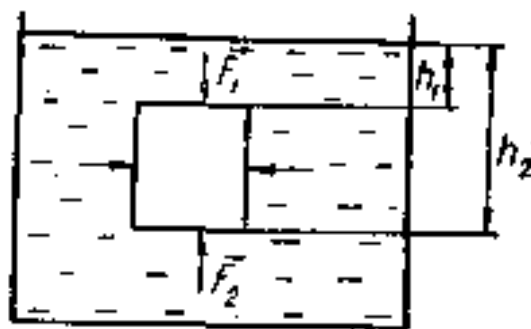
9. Boshqa suyuqlik bilan tajribani takrorlang.

10. Zichlik qiymatlarini $\rho_2 = \bar{\rho}_2 \pm \Delta\rho_2$ ko'rinnshda yozing. Jadvaldagi qiymatlar bilan zichlikning aniqlangan qiymatlarini solishtiring.

11. Tekshirilayotgan suyuqlikning massasini 1,5; 2; 2,5; 3 marta oshirib, tajribani takrorlang. Zichlikning massaga bog'lanish grafigini m , ρ koordinatalarda chizing.

12. JISMLARNING SUYUQLIKDA SUZISH SHARTLARINI ANIQLASH

Suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga uni su.oqlik yoki gazdan yuqoriga itarib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi. Zichligi ρ bo'lgan suyuqlikka soddalik uchun to'g'ri burchakli parallelepiped shaklidagi zichligi ρ_1 bo'lgan qattiq jism botirilgan bo'lsin (12.1-rasm). Jismning yon yoqlariga ta'sir qiluvchi gmdrostatik bosim kuchi bir-birini muvozanatlaydi, yuqori yog'iga ta'sir qiluvchi bosim kuchi $F_1 = \rho g h_1 \cdot S$ ga teng va yuqoridan pastga yo'nalgan. Bu yerda g —erkin tushish tezlanishi, h_1 — suyuqlikning erkin sirtidan jismning yuqori yog'igacha



12.1-rasm

bo'lgan masofa (12.1-rasm); S — parallelepiped asosining yuzi. Parallelepipedning pastki yog'iga suyuqlik

tomonidan ta'sir qiluvchi bosim kuchi $F_2 = \rho g h_2 \cdot S$ ifoda bilan aniqlanadi va pastdan yuqoriga yo'nalgan. h_2 — suyuqlikning erkin sirtidan jismning pastki yog'igacha bo'lgan masofa. Ravshanki, $h_2 > h_1$, binobarin $F_2 > F_1$. Shunday qilib, suyuqlik tomonidan jismning pastki yog'iga ta'sir qiluvchi bosim kuchi uning yuqori yog'iga ta'sir qiluvchi bosim kuchidan katta va jismni yuqoriga itarib chiqaruvchi kuch

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho g (h_2 - h_1) \cdot S \quad (1)$$

ga teng. Bu kuch Arximed kuchi deb ataladi. (1) ifodani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$F_A = \rho g V \quad (2)$$

Bunda $V = (h_2 - h_1) \cdot S$ — jismning yoki u siqib chiqargan suyuqlikning hajmi.

Jism siqib chiqargan suyuqlikning massasi

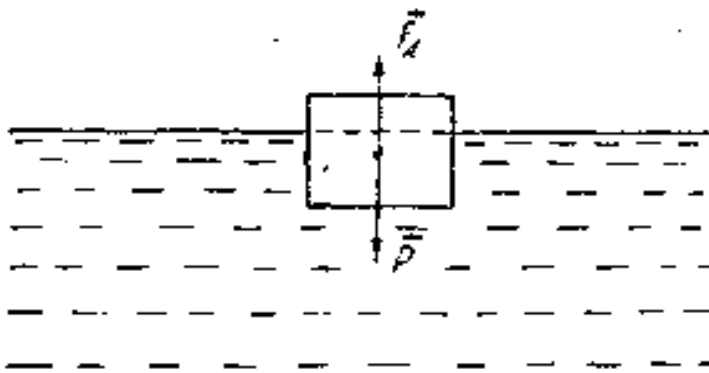
$$m = \rho \cdot V \quad (3)$$

(3) ni hisobga olib, Arximed kuchini quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$F_A = m'g \quad (4)$$

(4) formula Arximed qonunini ifodalaydi: suyuqlik (yoki gaz) ichiga botirilgan jism o'zn siqib chiqargan suyuqlik (yoki gaz) og'irligiga teng kuch bilan pastdan yuqoriga itariladi.

Jismlarning suyuqlikda suzish shartlari Arximed qonuni bilan tushuntiriladi. Agar jismning og'irligi F_A Arximed kuchidan katta bo'lsa, jism suyuqlik tubiga cho'kadi; jismning og'irligi Arximed



12.2-rasm

kuchiga teng bo'lsa, jism suyuqlik ichida farqsiz muvozanatda bo'ladi; jismning og'irligi Arximed kuchidan kichik bo'lsa, u suyuqlik ichidan qalqib chiqadi. Suyuqlik sirtida suzib yurgan jism og'irligi uning suyuqlik ichidagi qismi siqib chiqargan suyuqlik og'irligiga teng (12.2- rasm).

Ishning maqsadi: Arximed kuchi va qonunini o'rganish; jismlarning suyuqlikda suzish shartlari ni tekshirish.

Asbob va materiallar: prujinali tarozi, 2 l sig'imli banka, rezina tiqinli yoki probkali kichik shisha idish (doriixonaning 0,1 — 0,2 l chamasi sig'imli shisha idishlari), ip, quruq qum, filtr qog'oz.

Ishni bajarish tartibi

1. 2 l sig'imli bankadan menzurka yasang.
2. Menzurkaga yarmidan ko'proq qilib suv quying, uning V_1 sathini belgilang.
3. 0,1— 0,2 l sig'imli shisha idishga ozroq qum soling.
Idishni tiqin bilan berkiting va simga bog'lab suvli menzurkaga tushiring. Idish bir qismi suvdan chiqqan holda vertikal vaziyatda suvda suzadi.
4. Menzurkadagi suvning idishga tushirilgandan keyingi V_2 sathini aniqlang.
 $V = V_2 - V_1$ ifodadan idish siqib chiqargan suyuqlik hajmini aniqlang.
5. $F_A = \rho V g$ ifoda orqali F_A Arximed kuchini hisoblang. ρ — suvning zichligi.
6. Shisha idishni suvdan chiqarib, uni filtr qog'oz bilan artiring. Idishning m massasini prujinali tarozida tortib aniqlang va uning R og'irligini $P = mg$ ifodadan hisoblang.
7. Qumli idishning R og'irligi va F_A Arximed kuchi taxminan teng ekaniga ishonch hosil qiling.
8. Idishga yana bir oz qum solib, tajribani takrorlang.
9. Tiqin bilan berkitilgan shisha idish suvga solinganda cho'kib ketadigan bo'lguncha unga qum solishda davom etib, tajribani bir necha marta bajaring.
10. Menzurkadagi suvga 50 — 100 g miqdorida osh tuzi eriting. Tajribani takrorlang. Natijalarni izohlang.
11. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yoziladi

Tajriba nomeri	$V_1,$ m^3	$V_2,$ m^3	$V,$ m^3	$F_A,$ N	$m,$ kg	$P,$ N	Idishning vaziyati
1							
2							
3							

12.QATTIQ JISMLAR ZICHLIGINI GIDROSTATIK TORTISH USULI BILAN ANIQLASH

Modda t massasining uning V hajmiga nisbati moddaning ρ zichligi deyiladi:

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

Qattiq jism zichligichi gidrostatik tortish usuli bilan aniqlashda jismning avzal havfdagi R_1 , keyin uning suvdagi P_2 og'irligi aniqlanadi. Arximed qonuniga ko'ra suyuqlik (yoki gaz) ga botirilgan jism o'zi siqib chiqargan suyuqlik (yoki gaz) ning og'irligiga tang kuch bilan pastdan yuqoriga itariladi. Binobarin,

$$P_0 = P_1 - P_2 \quad (2)$$

jism siqib chiqargaya suyuqlikning og'irligiga teng. Ikkiachi tomondan

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

bunda ρ_0 — suvning zichligi, V_0 — jismning yoki u siqib chiqargan suvning hajmi, g — erkin tushish tezlanishi.

$$V_0 = \frac{M_1}{\rho} \quad (4)$$

M_1 —jismning massasi, ρ — jismning izlanayotgan zichligi. (2)—(4) ga

ko'ra $P_1 - P_2 = \rho_0 \frac{M_1}{\rho} g$ ni yozish mumkin:

Bundan:

$$\rho = \rho_0 \frac{M_1}{P_1 - P_2} g = \frac{\rho_0 P_1}{P_1 - P_2} \quad (5)$$

Ishning maqsadi: gidrostatika qonunlari bilan tanishish, qattiq jismlar zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlashni o'rganish.

Asbob va materiallar: prujinali tarozi (dinamometr), toza suvli kengroq idish, zichligi aniqlanishi lozim bo'lgan qattiq jism bo'laklari, ingichka ip yoki sim.

Ishni bajarish tartibi

1. Tekshirilayotgan jismni ingichka ip yoki simga bog'lab, prujinali taroziga iling va uning havodagi P_1 og'irligini o'lchang.
2. Jismni suvga tushiring va uning suvdagi P_2 og'irligini aniqlang.

3. (5) ifoda orqali tekshiriluvchi jismning r zichligini hisoblang.
4. Tajribani 3 — 4 marta takrorlang.
5. Xatolikni hisoblang
6. Natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba nomeri	$P_1,$ N	$P_2,$ N	$\rho_0,$ kg/m^3	$\rho,$ kg/m^3	$\Delta\rho,$ kg/m^3	$\frac{\Delta\bar{\rho}}{\bar{\rho}} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
O'rtacha qiymatlar						

7. Natijani $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta\rho$ ko'rinishda yozib qo'ying.

4. SUYUQ JISMLAR ZICHLIGINI GIDROSTATIQ TORTISH USULI BILAN ANIQLASH

Modda t massasining uning V hajmiga nisbati moddaning ρ zichligi deyiladi:

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

Suyuqlik zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlashda ρ_q zichligi ma'lum bo'lgan biror qattiq jismning havodagi P va suvdagi P_1 og'irligi aniqlanadi. Arximed qonuniga ko'ra P_1 og'irlik P dan jism siqib chiqargan suvning R_s og'irligi qadar kam bo'ladi.

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

(1) ifodaga ko'ra qattiq jism va suvning massalari uchun

$$m = \rho_q V_s, \quad m_s = \rho_s V_s \quad (3)$$

ni yozish mumkin. Bunda V_s — jismning yoki u siqib chiqargan suvning hajmi. (3) ifodalarning har ikki tomonini erkin tushish tezlanishi g ga ko'paytirib, quyidagilarni hosil kilamiz:

$$P = mg = \rho_q V_s g, \quad P_s = m_s g = \rho_s V_s g \quad (4)$$

(4) ifodalar hisobga olinsa, (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$P_1 = V_s g (\rho_q - \rho_s) \quad (5)$$

Endi shu jismning tekshiriluvchi suyuqlikdagi P_2 og'irligi aniqlanadi. Bunda muvozanat sharti

$$P - P_2 = P_T \quad (6)$$

dan iborat bo'ladi, P_T — jism siqib chiqargan suyuqlik og'irligi.

$$P = \rho_q V_T g = \rho_q V_s g, \quad P_T = \rho_T V_T g = \rho_T V_s g \quad (7)$$

ekani ravshan. Bunda ρ_T — tekshiriluvchi suyuqlik zichligi; V_T — jism siqib chiqargan suyuqlik hajmi. (7) ifodalarni hissbga oliksa, (6) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$P_2 = V_s \cdot g (\rho_q - \rho_s) \quad (8)$$

(8) ni (5) ga bo'lib, $\frac{\rho_q - \rho_T}{\rho_q - \rho_s} = \frac{P_2}{P_1}$ ni xosil qilashz;

Bundan:
$$\rho_q - \rho_T = (\rho_q - \rho_s) \frac{P_2}{P_1}$$

yoki
$$\rho_T = (\rho_s - \rho_q) \frac{P_2}{P_1} + \rho_q \quad (9)$$

Ishning maqsadi: gidrostatika qonunlari bilan tanishish. Suyuqlik zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlashni o'rganish.

Asbob va materiallar: dinamometr yoki prujinali tarozi, zichligi ma'lum bo'lgan qattiq jism bo'lagi, tekshiriluvchi suyuqliklar, ingichka ip yoki sim.

Ishni bajarish tartibi

1. ρ_q zichligi ma'lum bo'lgan biror qattiq jism bo'lagining suvdagi P_1 og'irligini prujinali tarozida aniqlang.

2. SHu jismning tekshiriluvchi suyuqlikdagi R_2 og'irligini o'lchang.

3. (9) ifoda orqali tekshiriluvchi suyuqlikning zichligini hisoblang.

4. Tajribani 3 — 4 marta takrorlang.

5. Xatolikni hisoblang .

6. Natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba nomeri	$P_1,$ N	$P_2,$ N	$\rho_s,$ kg/m^3	$\rho_q,$ kg/m^3	$\rho_T,$ kg/m^3	$\Delta\rho_T,$ kg/m^3	$\frac{\Delta\bar{\rho}}{\bar{\rho}} \cdot 100\%$
1							
2							
3							
O'rtacha qiymatlar							

7. Natijani $\rho = \rho \pm \Delta\rho$ ko'rinishda yozib qo'ying.

7. Boshqa suyuqlik bilan tajribani takrorlang.

5. ARXIMED KUCHINING TA'SIRINI KUZATISH

Suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga uni suyuqlik yoki gazdan yuqoriga itarib chiqaruvchi kuch ta'sir qiladi. Bu kuchi Arximed kuchi deyiladi:

$$F_A = \rho g V = m'g \quad (1)$$

Bunda ρ — suyuqlikning zichligi, g — erkin tushish tezlanishi, V — jismning yoki u siqib chiqargan suyuqlikning hajmi; $\rho V = m'$ - jism siqib chiqargan suyuqlikning massasi.

30 — 50 g suv sig'adigan dorixona idchshiga yarmidan kamroq qilib suv quyding va uning og'zini bolalar so'rg'ichi bilan berkiting. U uy temperaturasidagi suvda cho'kadi. Hosil bo'lgan qurilmaning hajmi temperaturaga bog'liq bo'ladi. Temperatura ortishi bilan idishdagi suv bug'lanadi. Bug' miqdori ortishi bilan idishdagi bosim ko'payadi va bu o'z navbatida so'rg'ichning kengayishiga va qurilma siqib chiqargan suyuqlik og'irligining ortishiga, binobarin, Arximed kuchining ko'payishiga sabab bo'ladi. Arximed kuchi qurilmaning og'irligidan katta bo'lganda, u yuqoriga ko'tarila boshlaydi.

Ishning maqsadi: Arximed kuchini kuzatish va baholash.

Asbob va materiallar: 0,03 — 0,05 l hajmli shisha idishi, so'rg'ich, asosining diametri 15 — 20 sm chamasida bo'lgan uzun devorli suvli kastyulka yoki chelak, isitgich, tarozi, termometr, chizg'ich.

Ishni bajarish tartibi

1. m_1 massali dorixona idishiga yarmidan kamroq qilib m_2 massali suv quyding. Uning og'zini so'rg'ich bilan berkiting. So'rg'ich ichidagi havoni haydang va to'rg'ichni puchaytiring.

2. So'rg'ichli idishni suvli kastyulkaga soling. U cho'kib ketadi. Suvning boshlang'ich t_0 temperaturasini belgilang.

3. Kastyulkani isitgich (elektr plitka, gaz gorelkasi va h. k.) ustiga qo'ying.

4. Kastyulkadagi suvning temperaturasi ortishi bilan so'rg'ichning hajmi ortib borishiga e'tibor bering. Buning sababini tushuntiring.

5. Suvning temperaturasi ma'lum qiymatga yetgach, so'rg'ichli idish sekin yuqoriga ko'tariladi. Hodisani izohlang.

6. Kastyulkani isitgichdan asta-sekin oling. Suvning keyingi t temperaturasini belgilang. Qurilmaning h ko'tarilish balandligini o'lchang.

7. Idishdagi suv soviy beshlagach, so'rg'ichli idish yana cho'kadi. Buning sababini bayon qiling.

8. So'rg'ichli idish yuqoriga tekks ko'tariladi deb hisoblab, Arximed kuchini baholang: $F_A = (m_1 + m_2)g = m'g$ (so'rg'ichning massasini hisobga olmang).

10. So'rg'ichli idish mexanik energiyasining E o'zgarishini $E = (m_1 + m_2)g \approx m'g$ ifoda orqali baholang. Bunda h qurilmaning ko'tarilish balandligi.

11. Qurilma olgan issiqlik miqdorini baholang:

$$Q = c_1 m_1 (t - t_0) + c_2 m_2 (t - t_0)$$

Bu yerda c_1 —so'rg'ichli idishning solishtirma issiqlik sig'imi, c_2 — suvning solishtirmaz issiqlik sig'imi (so'rg'ich olgan issiqlik miqdori hisobga olinmadi).

12. Qurilma mexanik energiyasining E o'zgarishi bilan uning isitgichdan olgan Q issiqlik miqdorini taqqoslang va natijani tushuntiring.

13. Tajribani yana bir marta takrorlang.

14. Natijalarni quyidagi jadvalga yoziladi:

Tajriba nomeri	$m_1,$ kg	$m_2,$ kg	$t_0,$ $grad$	$t,$ $grad$	$F_A,$ N	$h,$ m	$E,$ J	$c_1,$ $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$	$c_2,$ $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$	$Q,$ J	$\frac{E}{Q}$
1											
2											
3											

OLINGAN ASOSIY XULOSA VA NATIJALAR

Fizika fanini o'qitishda laboratoriya ishlarini bajarish muhim rol' o'ynaydi. Ilmiy izlanishlar natijasi quyidagi xulosalar chiqarishga olib keldi:

1. O'quvchi ma'ruza mashg'ulotlarida olgan nazariy bilimlarni laboratoriya mashg'ulotlarida mustaxkamlaydi, fizik qonun va qoidalarga ishonch va ko'nikma xosil qiladi, ularni yaxshi angelaydi.

2. Laboratoriya mashg'ulotlarida o'quvchilarda eksperimental masalalar yechish va mustaqil ishlash malakalari va ko'nikmalari hosil qilish mumkin.

3. O'quvchilarga fizik asbob va qurilmalar, shuningdek o'lchov asboblari bilan ishlashni, kuzatish va tajriba natijalarini ishlab chiqishni o'rgatish mumkin.

4. Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlarida o'quvchilar fizik hodisalarni va qonunlarni bevosita kuzatadi va tekshiradi, turli kattaliklarni o'lchaydi va hisoblaydi. SHuni ng uchun Laboratoriya mashg'ulotlari nazariy materialni asoslovchi boshlang'ich faktlar manbai bo'lib, nazariy xulosalarni tekshirish, fizika qonunlarini sanoatda, qishloq ho'jaligida va turmushda qo'llanilishini ko'rsatish mumkin.

5. Molekulyar fizika bo'limidan uy eksperimental ishlari tushunchasini o'quvchilarga yetkazish uchun ularning o'rta maktablarda olgan bilimlariga tayaniladi.

6. Mavzuni tushuntirishda turli xil namoyish eksperimenti, videoroliklar, kom'pyuter animatsiyalaridan foydalanib dars o'tilsa, o'quvchilarning qiziqishi ortadi va dars samaraliroq bo'ladi.

7. Mavzu so'ngida takrorlash savollari, mavzuga doir masalalar yechib borilsa o'quvchilar bilimi yanada mustahkamlanadi.

8. Mazkur mexanika bo'limidan uy eksperimental ishlari tushunchasi yordamida ko'plab zamonaviy texnika asboblari va qurilmalar ishlash prinsipi yaqqol tushuntirish mumkin. Jumladan ob-havo ma'lumotlarini oldindan bashorat qilish, havoning nisbiy va absolyut namligini aniqlash, qaynash haroratini bosimga bog'liqligini o'rganish va shu kabi bir qator tushunchalarin o'quvchilarga samaraliroq yetkazish mumkin.

9. Agarda o'quvchilarga laboratoriya ishlarin bajarish uchun ayrim shga bo'lgan muhabbati ham ortadi.

10. Yuqorida keltirilgan tavsiyalar NamDU qoshidagi 2-akademik litseyda pedagogik amaliyot o'tish vaqtimizda sinab ko'rilganda o'quvchilarni darsga bo'lgan qiziqishi jonlandi. O'quvchilar o'zlari tashabbus bilan uylaridagi xavoning va tuproqning nisbiy namligini aniqlab kelishib, bir-birlari bilan taqqoslashdi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimovning mamlakatimizni 2015 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2016 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Mahkamasi majlisidagi ma'ruzasi.
2. A. A. Isroilov "Fizikadan uy eksperimental ishlari" Toshkent, O'qituvchi 1998 yil.
3. M. X. O'lmasova "Mexanika va molekulyar fizika" 1- kitob Akademik litseylar uchun o'quv qo'llanma. Toshkent, "O'qituvchi" 2004 yil.
4. Strelkov S. P. Mexanika. Toshkent, "O'qituvchi", 1977.
5. A. V. Pyorishkin, N. A. Rodina, Fizika, 6—7. «O'qituvchi», Toshkent, 1984.
6. I. K. Kikoin, A. K. Kikoin, Fizika, 8. «O'qituvchi», Toshkent, 1984.
7. B. B. Buxovtsev va boshqalar. Fizika. 9, «O'qituvchi», Toshkent, 1983.
8. G. Ya. Myakishev, B. B. Buxovtsev. Fizika. 10. «O'qituvchi», Toshkent, 1984.
9. L. B. Milkovskaya, Povtorim fiziku, «Vysshaya shkola», M., 1977.
10. Yu, A. Seleznev. Osnovy elementarnoy fiziki. «Nauka», M., 1974.
11. B. M. Yavorskiy, A. A. Pinskiy, Osnovy fiziki. «Nauka», M., 1981, tom 1.
12. B. M. Yavorskiy, A. A. Pinskiy. Osnovy fiziki. «Nauka», M., 1981, tom II.
13. N. N. Evgrafova, V. L. Kagan. Kurs fiziki. «Vysshaya shkola», M., 1978.
14. Kikoin I.K., Kikoin A.K. Fizika – 9, Moskva, Prosveshenie, 1990.