

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

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

MEXANIKADAN PRAKTIKUM

Samarqand - 2005

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

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

MEXANIKADAN PRAKTIKUM

SamDU o'quv-uslubiy
Kengashining 2004 yil 12 noyabrda
bo'lib o'tgan yig'ilishi qarori bilan
(2-bayonnoma) nashrga tavsiya etilgan

Mexanikadan praktikum: Uslubiy qo'llanma / Tuzuvchi: A.A.Yakubov.
Samarqand: SamDU nashriyoti, 2005. 70 bet.

Qo'llanma "Umumiy fizika" kursining "Mexanika" bo'limiga oid 16 ta laboratoriya ishlari to'plamidan iborat bo'lib, u oliy o'quv yurtlari bakalavriatining "Fizika", "Astronomiya" va "Elektronika" yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalari uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchi: fizika-matematika fanlari nomzodi,
dotsent A.A.Yakubov

Mas'ul muharrir: fizika-matematika fanlari nomzodi,
dotsent O'.B.Jo'rayev

Taqrizchilar: fizika-matematika fanlari doktori,
professor Sh.M.Mavlonov,
fizika-matematika fanlari nomzodi,
dotsent G'.Xodjayev

KIRISH

Umumiy fizika kursidan praktikum o'tkazishda quyidagi maqsadlar ko'zda tutiladi:

a) talabalarga asosiy fizik qonunlarni va hodisalarni chuqurroq o'zlashtirishga yordamlashish;

b) talabalarni ilmiy-tadqiqot ishlariga ijodiy yondoshishga, tajriba usulini to'g'ri tanlay bilishga, fizik kattaliklar qiymatlarini o'lchashga va ularni formulalar yordamida tekshirishga o'rgatish;

v) zamonaviy asbob-uskunalar hamda fizikaviy o'lchash natijalarini matematik jihatdan ishlab chiqish usullari bilan tanishtirish.

Ushbu uslubiy qo'llanmaga SamDU fizika fakulteti «Optika va spektroskopiya» kafedrası «Mexanika» laboratoriyasida hozirda mavjud bo'lgan 16 ta laboratoriya ishlari kiritilgan bo'lib, u oliy o'quv yurtlari bakalavriatining «Fizika» hamda «Elektronika va mikroelektronika» yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalari uchun mo'ljallangan.

Qo'llanmaga kiritilgan har bir laboratoriya ishida ishni bajarish uchun kerakli asbob va materiallar, ish to'g'risida qisqacha nazariy ma'lumot, qurilmaning tavsifi va ishni bajarish tartibi ko'rsatilgan. Laboratoriya ishining oxirida talaba o'zining nazariy va amaliy bilimlarini tekshirib ko'rish uchun nazorat savollari keltirilgan. Talaba ishni bajarishda bilishi zarur bo'lgan to'liq nazariy bilimlarni har bir laboratoriya ishi uchun tavsiya etilgan adabiyotlardan foydalanib o'zlashtirishi mumkin.

Qo'llanma oxirida ba'zi fizik kattaliklarning turli sharoitlardagi qiymatlari ilova qilingan.

Talabalar laboratoriya ishlarini bajarishga ular texnika xavfsizligi bilan tanishganlaridan keyingina qo'yiladilar. Har bir talaba laboratoriya ishlari uchun maxsus hisobot daftari tutadi. Har bir laboratoriya ishi bo'yicha hisobotda ishning tartib raqami va nomi, kerakli asbob va materiallar, ishning qisqacha nazariyasi (asosiy rasm va hisoblash formulalari bilan), ishni bajarish tartibi, o'lchash natijalari (jadval va grafik ko'rinishida), o'lchash xatoliklari, nazorat savollariga javoblar va adabiyotlar ko'rsatiladi.

Tajribaviy o'lchash natijalarini matematik ishlash va o'lchash xatoliklarini aniqlash usullari bilan tanishish uchun talabalarga ushbu qo'llanma oxirida keltirilgan adabiyotlar tavsiya etiladi.

1-ISH. NONIUSLARNI O'RGANISH

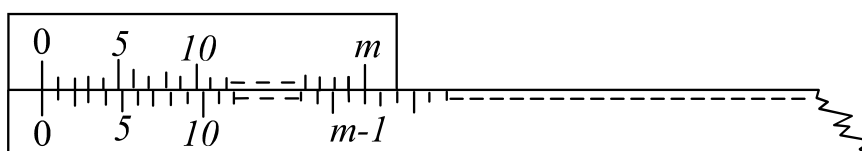
Chiziqli yoki doiraviy oddiy masshtabga qo'shimcha bo'lgan va shu masshtabda o'lchash aniqligini 10-20 marta oshirish imkonini beradigan shkalaga *nonius* deyiladi.

Hozirgi vaqtda uzunliklarni va burchaklarni bevosita o'lchash usullari juda ham takomillashgan. Komparatorlar deb ataluvchi va uzunlikni 1 mikrometrgacha aniqlikda o'lchashga imkon beruvchi bir qancha yangi maxsus asboblari yaratildi. Bu asboblarning ko'pchiligi mikroskop va boshqa ba'zi optik moslamalardan foydalanishga asoslangan. Ammo deyarli hamma vaqt bu asboblardagi sanoqchi (ya'ni o'lchash natijalarini ko'rsatuvchi) moslamalarning noniuslari yoki mikrometrlari bo'ladi. Uzunlikni o'lchashda talab qilingan nisbiy aniqlikni ba'zan millimetrning yuzdan biricha yoki, hatto, o'ndan biricha absolyut aniqlikda, burchaklarni o'lchashda esa nisbiy aniqlikni minutlar yoki minutning ulushlaricha absolyut aniqlikda olish ham kifoya qiladi. Bu vaqtda noniusi bo'lgan oddiy masshtabli chizg'ich yoki noniusli burchak o'lchagichdan foydalanish mumkin. Shtangensirkul, mikrometr, bussol, kiprigel va teodolit shunday asboblari jumlasidandir.

Chiziqli nonius – masshtab deb ataluvchi katta chizg'ich bo'ylab sirpana oladigan kichkina chizg'ichdir. Noniusda m ta bo'limdan iborat shkalacha bor (1-rasm). Bu shkalachadagi hamma m ta bo'limning umumiy uzunligi masshtabning eng kichik bo'limlarining $(m-1)$ tasiga teng, ya'ni

$$mx = (m-1)u,$$

bu tenglikdagi x – nonius bo'limining uzunligi, u esa masshtabdagi eng kichik bo'limning uzunligidir; u , umuman aytganda, har qanday bo'lishi mumkin.



1-rasm.

Yuqoridagi tenglikdan:

$$x = u - u/m;$$

shkala bo'limining uzunligi bilan nonius bo'limi uzunligining ayirmasi

$$\Delta x = u - x = u/m \quad (1)$$

bo'ladi, bu Δx ayirma *nonius aniqligi* deyiladi. Ana shu kattalik noniusning maksimal xatosini bildiradi, buning shunday ekanini keyinroq ko'ramiz.

Endi chiziqli nonius bilan o'lchash usullarini o'rganaylik. L – o'lchanayotgan kesma bo'lsin (2-rasm). Bu kesmaning boshini (bir uchini) asosiy masshtabning nol chizig'iga to'g'ri keltiraylik; bu vaqtda kesmaning oxiri (ikkinchi uchi) masshtabdagi k -bo'lim bilan $(k+1)$ -bo'lim orasida bo'lsin. U holda:

$$L = ky + \Delta L$$

deb yozish mumkin, bunda ΔL – masshtabdagi k -bo'limning hozircha noma'lum bo'lgan ulushidir.

Endi, L kesmaning oxiriga noniusning nol chizig'ini to'g'ri keltirib qo'yamiz. Nonius bo'limlarining uzunligi masshtab bo'limlarining uzunligiga teng bo'lmaganidan noniusda shunday bir n nomerli bo'lim albatta topiladiki, bu bo'lim chizig'i masshtabning tegishli $(k+n)$ -bo'limi chizig'iga juda yaqin keladi. 2-rasmdan ko'rinib turibdiki,

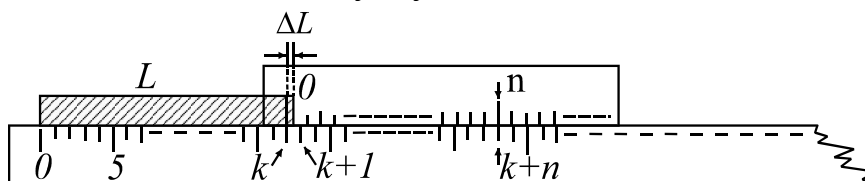
$$\Delta L = ny - nx = n(y - x) = n \cdot \Delta x,$$

demak, kesmaning butun uzunligi:

$$L = ky + n \cdot \Delta x,$$

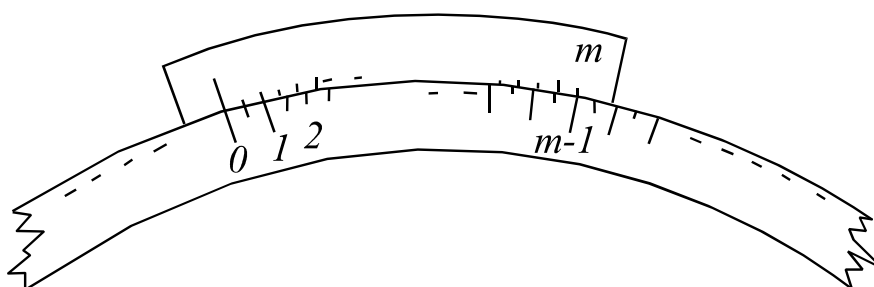
yoki, (1) ga asosan,

$$L = ky + ny/m. \quad (2)$$



2-rasm.

Bu formulani quyidagicha ta'riflash mumkin: nonius vositasida o'lchanayotgan kesmaning uzunligi masshtabning butun (to'liq) bo'limlari soni bilan noniusning masshtab bo'limlaridan biriga to'g'ri kelgan bo'lim nomerini nonius aniqligiga ko'paytirish natijasi yig'indisiga teng.



3-rasm.

Bu usul bilan o'lchashda yuz berishi mumkin bo'lgan xato noniusning n -bo'limi bilan masshtabning $(k+n)$ -bo'limi bir-biriga raso to'g'ri kelmay qolishi tufayli sodir bo'ladi, bu xatoning qiymati $\Delta x/2$ dan oshmasligi kerak, chunki bu bo'limlarning bir-biriga to'g'ri kelmay qolishi sezilarli darajada katta bo'lsa, eng yaqin turgan qo'shni (chapdagi yoki o'ngdagi) bo'limlardan birida tegishli masshtab va nonius chiziqlarining bir-biriga to'g'ri kelmasligi $\Delta x/2$ dan kichik bo'lar edi va shu bo'limga qarab hisoblar edik. Demak, noniusning xatosi nonius aniqligining yarmiga teng ekan, deya olamiz.

Masshtab bo'limlarining uzunligi va nonius bo'limlarining soni, demak, nonius aniqligi juda xilma-xil bo'ladi.

Doiraviy nonius prinsip jihatdan, chizikli noniusdan hiech farq qilmaydi. Doiraviy nonius – graduslarga yoki undan maydaroq bo'limlarga bo'lingan doira (limb) bo'ylab sirg'ana oladigan yoy shaklidagi chizg'ichdir (3-rasm). Bu

chizg'ichda ham m ta bo'lim bo'lib, ularning umumiy uzunligi limb bo'limlarining $(m-1)$ tasiga teng, ya'ni:

$$m\alpha = (m-1)\beta,$$

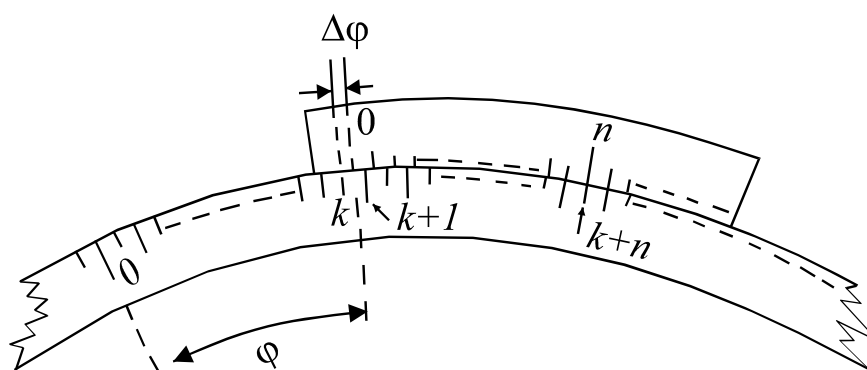
bundagi α - nonius bo'limining gradus yoki minutlarda ifodalangan qiymati, β esa limbning eng kichik bo'limining shu birliklarda ifodalangan qiymatidir.

Doiraviy noniusning aniqligi $\Delta\alpha$ xuddi (1) formulaga o'xshash formula bilan ifodalanadi, ya'ni:

$$\Delta\alpha = \beta/m.$$

Limbning nolga nisbatan hisoblanadigan burchaklar quyidagi formuladan topiladi (4-rasm):

$$\varphi = k\beta + n \cdot \Delta\alpha.$$



4-rasm.

Burchaklarni ikkala yo'nalishda (soat strelkasining yo'nalishi va unga teskari yo'nalishda) olish kerak bo'lgan asboblardagi doiraviy noniuslar ko'pincha ikkita bir xil shkaladan iborat bo'lib, ularning har biri nolning ikki tarafida joylashgandir. Ravshanki, burchak kattaligini topishda doimo sanoq yo'nalishida sirpana oladigan shkaladan foydalanish kerak.

Ancha aniq o'lchaydigan noniuslar prezision (ya'ni, juda aniq ko'rsatishi talab etiladigan) asboblarda, jumladan, astronomik asboblarda ishlatiladi. O'lchash natijasini shkaladan topishni osonlashtirish uchun, ko'pincha, ikkala tur noniuslarga ham lupalar biriktirilgan bo'ladi; agar noniuslarda lupalar bo'lmasa, u holda o'lchash natijasini shkaladan oddiy lupalar orqali qarab topish tavsiya etiladi.

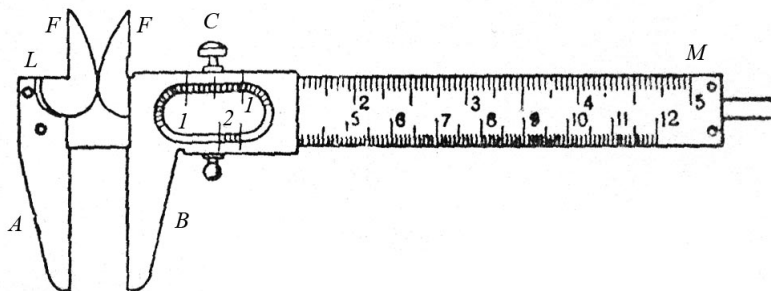
1-MASHQ. SHTANGENSIRKUL YORDAMIDA JISMNING HAJMINI VA ZICHLIGINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) shtangensirkul; 2) o'lchanadigan jism (naycha yoki sharcha); 3) lupa; 4) texnik tarozi; 5) tarozi toshlari.

Shtangensirkul yordamida jismlarning chiziqli o'lchamlarini 0,1 mm aniqlikda o'lchash mumkin.

Shtangensirkul (5-rasm) millimetrlarga bo'lingan LM masshtabdan iborat bo'lib, unga perpendikulyar ravishda qo'zg'almas A va masshtab bo'ylab harakatlana oladigan V tishlar o'rnatilgan. V tishda uni biror vaziyatga keltirib

mahkamlab qo'yadigan S vint bor. V tishga nonius chizilgan. A va V tishlar bir-biriga tig'iz tegib turganda, noniusning noli masshtab noliga to'g'ri kelib turadi. Jismlarning ichki o'lchamlari ikkala tishlarning \overline{TB} qismlari bilan o'lchanadi.



5-rasm.

O'LCHASHLAR

Hajmni topish. Biror jismning, masalan, naychanning hajmini topish uchun uning geometrik o'lchamlarini, ya'ni uzunligini, ichki va tashqi diametrlarini topish zarur. Chunki naychanning hajmi quyidagi formula bilan topiladi:

$$V_{na\ddot{u}} = \frac{\pi h(d_1^2 - d_2^2)}{4}, \quad (3)$$

bu yerda h – naychanning uzunligi (balandligi), d_1 va d_2 – naychanning tashqi va ichki diametrlari.

Uzunlik quyidagicha o'lchanadi. Shtangensirkulning tishlari ular orasiga naycha sig'adigan qilib bir-biridan ajratiladi, so'ngra ular orasiga naycha uzunasiga qo'yilib, V tishi bir oz chapga burilib, naycha salgina qisiladi va jismning uzunligi shkalaga qarab topiladi. Shtangensirkulning V tishi va, demak, noniusning noli ham naychanning uzunligicha surilgani uchun, masshtabdagi noniusning noligacha bo'lgan butun millimetrlarni sanab, so'ngra noniusning qaysi bo'limi masshtabning qaysi bo'limiga to'g'ri kelib turganligi topiladi. Naychani o'z o'qi atrofida (har safar 45^0 dan) burib, uning uzunligi bir necha marta o'lchanadi. O'lchash natijalaridan o'rta arifmetik qiymat olinadi.

Undan so'ng naychanning tashqi diametri o'lchanadi. Naycha shtangensirkulning tishlari orasiga salgina siqiladi. Naycha masshtabga perpendikulyar vaziyatda tutib turilib, uning ikkala uchidagi o'zaro perpendikulyar diametrlari bir necha martadan o'lchanadi. Barcha natijalarning o'rtachasi hisoblab topiladi.

Naychanning ichki diametrini o'lchashda shtangensirkul tishlarining \overline{TB} qismlari naychanning ichiga kiritilib, naychanning ichki devorlariga tegib turadigan qilib bir-biridan uzoqlashtiriladi; so'ngra diametrning uzunligi masshtabdan topiladi; bundan so'ng, hozirgina o'lchangan ichki diametrga perpendikulyar bo'lgan boshqa ichki diametr o'lchanadi. Naychanning ikkinchi uchida ham xuddi shunday ikkita diametr o'lchanadi. Natijalarning o'rtachasi topiladi.

Olingan natijalarni (3) formulaga qo'yib, naychanning hajmi topiladi.

Boshqa geometrik shaklli jismlarning hajmlari ham shunday qilib topiladi. Masalan, shar shaklidagi jismning hajmi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$V_{uap} = \frac{1}{6} \pi d^3, \quad (4)$$

bu yerda d – shar diametri. Shuning uchun sharning diametri shtangensirkul yordamida sharni aylantirib, har xil joyida bir necha marta o'lchanib o'rtachasi olinadi.

Zichlikni topish. Jismning zichligi ρ quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (5)$$

bu yerda m – jismning massasi, V – jismning hajmi. Jismning massasi tarozida topiladi. Jismning hajmi yuqoridagidek topiladi.

Tajribalar kamida uch marta takrorlanib, o'rtacha qiymatlar, absolyut va nisbiy xatolar topiladi. Natijalar naycha uchun quyidagidek jadvalda keltiriladi.

N_0	$h,$ sm	$d_1,$ sm	$d_2,$ sm	$V,$ sm^3	$m,$ g	$\rho,$ g/ sm^3	$\rho_{o'rt},$ g/ sm^3	$\Delta\rho,$ g/ sm^3	$\Delta\rho_{o'rt},$ g/ sm^3	$N,$ %

Jadvalda $\Delta\rho=(\rho_{o'r}-\rho)$ - absolyut xato, $N=(\Delta\rho_{o'r}/\rho_{o'r})\cdot 100$ – nisbiy xato.

2-MASHQ. MIKROMETR BILAN PLASTINKA QALINLIGINI VA SIM DIAMETRINI O'LCHASH

Kerakli asbob va materiallar: mikrometr, metall plastinkalar, diametri har xil bo'lgan simlar.

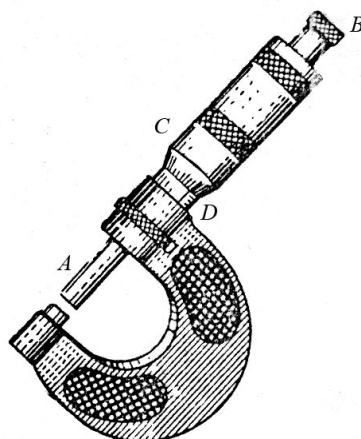
Mikrometr yordamida jismlarning chiziqli o'lchamlarini 0,01 mm aniqlikda o'lchash mumkin.

Mikrometrning ko'rinishi tiski (qisqich) ga o'xshagan bo'lib, o'lchanadigan buyum bu tiskining vint-sterjeni va tayanchi orasiga vint bilan qisib qo'yiladi (6-rasm). Vintning qadami, odatda 1 mm yoki 0,5 mm bo'ladi. A vintning sterjeniga S baraban kiygizilgan bo'lib, bu barabanning sirtida 50 yoki 25 bo'limli shkala bor. Vintni qisib qo'yganda baraban shkalasining nol chizig'i chiziqli shkala D ning noliga to'g'ri kelib turadi.

O'lchanadigan buyumni vint bilan uning qarshisidagi tayanch orasiga qo'yib, vint buyumga tekkuncha buraladi. Chiziqli shkaladan millimetrlar, baraban shkalasidan esa, millimetrning yuzdan bir ulushlari topiladi.

Bu asbob bilan o'lchaganda chiqadigan xatolarning asosiy sababi vintning o'lchanayotgan buyumni hamma vaqt bir xil qismasligidadir. Bu kamchilikni bartaraf qilish uchun hozirgi mikrometrlarga maxsus moslamalar o'rnatilgan; bu moslamalar vintning buyumga qattiq botishiga yo'l qo'ymaydi. Bunday moslamaning ishlashi A vint sterjeni va vintni aylantiruvchi V dasta orasida hosil

bo'ladigan ishqalanishga asoslangan. Qisilish momenti zaif tiqirlash bilan qayd qilinadi.



6-rasm.

Plastinkaning qalinligi va simlarning diametri ularning har xil joylarida mikrometr bilan kamida 3 martadan o'lchanadi. Natijalarning o'rtachasi topiladi, absolyut va nisbiy xatolar hisoblanadi. O'lchangan va hisoblangan natijalar jadvalga yoziladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Fizik kattaliklar: birliklari, o'lcamligi, birliklar sistemalari.
2. Fizik kattaliklarni o'lchash. O'lchashdagi xatoliklar. Olchashlar natijalarini qayta ishlash.
3. Noniuslarning tuzilishi, aniqligi va ulardan foydalanish.
4. Shtangensirkulning tuzilishi va u bilan o'lchash.
5. Mikrometrning tuzilishi va u bilan o'lchash.

ADABIYOT

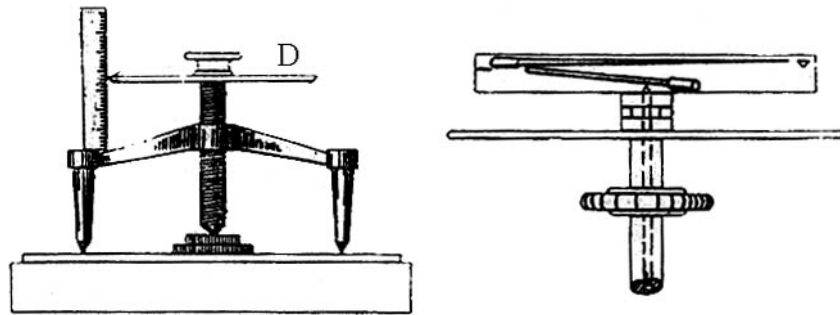
1. Fizikadan praktikum / Prof.V.I.Iveronova tahriri ostida. T.:O'qituvchi, 1973.
2. Mo'minov M., Haydarov H. Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. T.: O'qituvchi, 1971.
3. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
4. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom: Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.

2-ISH. SFEROMETR YORDAMIDA PLASTINKANING QALINLIGINI VA LINZANING EGRILIK RADIUSINI ANIQLASH

Kerakli asboblari va materiallari: Sferometr, shtangensirkul, yassi taglik shisha, qalinligi o'lchanadigan shisha plastinka, yassi-qavariq linza.

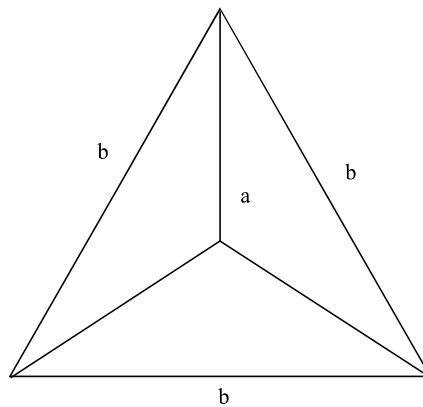
SFEROMETRNING TUZILISHI

Sferometrning (1-rasm) uch oyog'i bo'lib, ularning qog'ozga bosilgan izlari teng tomonli uchburchak uchlariga to'g'ri keladi (2-rasm).



1-rasm.

Sferometrning markazidan uning oyoqlariga parallel holda mikrometrli vint o'rnatilgan bo'lib, bu vint D diskka (limbga) biriktirilgandir. Diskni o'ngga yoki chapga aylantirish bilan mikrometr vintini yuqoriga ko'tarish va pastga tushirish mumkin. Mikrometrli vintning qadami 0,5 mm ga teng, ya'ni diskni ikki marta to'la aylantirganda vint 1 mm ga ko'tariladi yoki pastga tushadi (qadami 1 mm bo'lgan sferometr ham bo'ladi).



2-rasm.

Diskning tevaragi 500 bo'lakka bo'lingan; disk bir bo'limga burilganda mikrometrli vint $(0,5 \text{ mm}/500)=0,001 \text{ mm}$ ko'tariladi yoki pastga tushadi. Demak, limbning bo'lim qiymati 0,001 mm ga tengdir. Bu esa sferometr yordamida 0,001 mm aniqlik bilan o'lchashga imkon beradi. Diskning ko'tarilishi yoki pastga tushishini aniqlash uchun sferometr oyoqlarining biriga vertikal holda biriktirilgan vertikal shkala va limb bo'yicha sanoq olinadi.

Sferometrni ishlatishga tayyor holga keltirish uchun uni ehtiyotlik bilan yassi taglik - shisha plastinka ustiga qo'yib, mikrometrli vintning uchi yassi taglik - plastinkaga tekkuncha diskni aylantirish kerak. Vint uchining plastinkaga tegish paytini payqash juda qiyin bo'ladi. Shu sababli bu maqsadda odatda mikrometrga o'rnatilgan maxsus moslama (richaglar sistemasi)dan foydalaniladi. Vintning o'zagini parmalab unga pastki uchi nayzalangan po'lat sterjen qo'yiladi; sterjenning pastki uchi shisha plastinkaga tegishi bilan yuqoridagi uchi o'z ustidagi strelkalarni itarib, ularning uchlarini ko'tara boshlaydi (1-rasm). Ba'zi sferometrlarda richagning vaziyati maxsus shkalaga qarab topiladi.

Sferometrning uch oyog'i va mikrometrli vinti (yoki uning o'zagidagi sterjen) shisha plastinkaga aniq tegib turadigan qilib qo'yish uni ishlatish holatiga keltirish bo'ladi.

O'lchash ishlarini boshlashdan oldin ishlatishga tayyor holdagi sferometrning diski vertikal shkaladagi qaysi N_0 bo'limiga ro'para turishi va disk aylanadagi qaysi n_0 bo'lim vertikal shkalaning bu bo'limiga to'g'ri kelganini yozib olish kerak. Bu vaziyat asbobning *nol vaziyati* deyiladi.

1. YUPQA SHISHA PLASTINKANING QALINLIGINI O'LCHASH

Buning uchun qalinligi o'lchanadigan yupqa shisha plastinkani sferometr turgan shisha taglik ustiga (mikrometrli vint tagiga) qo'yib, vintning uchi yupqa shishaga tekkuncha diskni pastga tushadigan tomonga aylantirish kerak. Shundan keyin vertikal shkaladan N_1 va limbdan n_1 yozib olinadi. Bu natijadan asbobning nol vaziyatiga tegishli N_0 va n_0 larni ayirib, quyidagi formula bo'yicha yupqa plastikaning qalinligi h ni topish mumkin. Vertikal shkala bo'yicha ($N_1 - N_0$) ayirma millimetrlar hisobida, limbdagi shkala bo'yicha ($n_1 - n_0$) ayirma esa 0,001 mm hisobida chiqadi, buni millimetrlarga aylantirish uchun 1000 ga ko'paytirish kerak, natijada plastinka qalinligi:

$$h = (N_1 - N_0 + \frac{n_1 - n_0}{1000}) \text{ mm} . \quad (1)$$

Ko'pgina hollarda N_1 bilan N_0 o'zgarmas bo'lib qolavergani sababli o'lchash xatoligi

$$\Delta h = (\Delta n_1 + \Delta n_0) \text{ mm}$$

bo'lib chiqadi.

Agar sferometrning nol vaziyatida limbning noli vertikal shkaladagi nolga to'g'ri kelsa, $N_0 = 0$ va $n_0 = 0$ bo'ladi, bunda

$$h = (N_1 + \frac{n_1}{1000}) \text{ mm} . \quad (2)$$

(1) yoki (2) tengliklar yordamida yupqa shisha plastikaning qalinligi topiladi.

Natijalar quyidagidek jadvalda keltiriladi.

Taj riba №	Asbobning nol vaziyati		O'lchash na- tijalari		h (mm)	h _{o'r} (mm)	Δh (mm)	Δh _{o'r} (mm)	N (%)
	N _o (mm)	n _o (mm)	N ₁ (mm)	n ₁ (mm)					
1									
2									
3									

Jadvalda $\Delta h = (h_{o'r} - h)$ - absolyut xato, $N = (\Delta h_{o'r} / h_{o'r}) \cdot 100$ – nisbiy xato.

2. LINZANING EGRILIK RADIUSINI ANIQLASH

Ish holatiga keltirilgan va nol vaziyati yozib olingan sferometrning mikrometrik vintini ancha yuqori ko'tarib, uni linza ustiga shunday qo'yish kerakki, vintning uchi linzaning taxminan cho'qqisiga to'g'ri keladigan va sferometrning uchala oyog'i ham linza ustida turadigan bo'lsin. So'ngra vintning (o'zakdagi sterjenning) uchi linzaga tekkuncha limbni aylantiramiz va (1) yoki (2) formula yordamida segmentning h_1 balandligini topamiz. h_1 balandlikni bir necha marta o'lchab uning o'rtacha arifmetik qiymatini aniqlaymiz. Keyin sferometrni linza ustida salgina siljitib, bu vaziyatda ham birinchi galdagidek o'lchab h_2 ni topamiz. Shu xilda asbobning 3-5 vaziyatida o'lchangandan keyin o'rtacha h ni topamiz.

Keyin esa sferometrni sekingina linza ustidan olib, toza qog'oz ustiga qo'yib, astagina bosish kerak, bunda sferometr oyoqlarining uchi qog'ozda iz qoldiradi. Bu izlarni o'tkir qalam bilan belgilab, bularning orasini shtangensirkul bilan bir necha marta o'lchab o'rtachasini topish kerak (2-rasm), ya'ni:

$$b = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{3} \quad (3)$$

Egrilik radiusi (R) quyidagicha topiladi. Pifagor teoremasiga ko'ra (3-rasm):

$$R^2 = a^2 + (R-h)^2.$$

Bundan

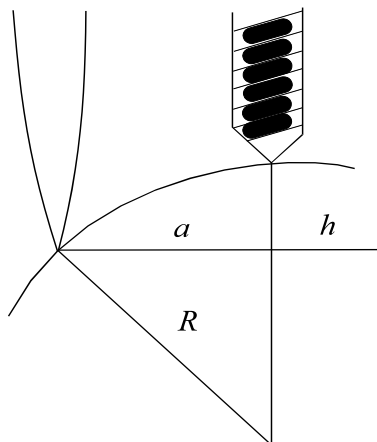
$$R = \frac{a^2 + h^2}{2h}, \quad (4)$$

bu yerda a - sferometr oyoqlarining uchlari izini uch qilib yasalgan muntazam uchburchakka tashqi chizilgan aylananing radiusi. Shuning uchun bu radius uchburchak tomoni bilan quyidagicha bog'langan (2-rasm):

$$a = \frac{b}{\sqrt{3}}.$$

a ning bu qiymatini (4) ga qo'ysak:

$$R = \frac{b^2 + 3h^2}{6h} \quad (5)$$



3-rasm.

Demak, sferometr oyoqlari oralig'ini va sferik segment, ya'ni yassi qavariq linzaning balandligini o'lchash yo'li bilan linzaning egrilik radiusi hisoblab topiladi. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagidek jadvalga yoziladi.

№	N_0	n_0	N_1	n_1	h	b_1	b_2	b_3	$b_{o'r}$	R	$R_{o'r}$	ΔR	$\Delta R_{o'r}$	N
1														
2														
3														

(Bu jadvalda kattaliklarning birliklari jadval qatorga sig'magani uchun yozilmagan. Birliklar yozilishi shartligini e'tiborga oling.)

NAZORAT SAVOLLARI

1. Fizik kattaliklar: birliklari, o'lcamligi, birliklar sistemalari.
2. Fizik kattaliklarni o'lchash. O'lchashdagi xatoliklar. Olchashlar natijalarini qayta ishlash.
3. Sferometrning tuzilishi. Uning shtangensirkul va mikrometrdan farqi.
4. Ishda h va R qanday topiladi?
5. Ishni bajarishda yo'l qo'yilgan xatolar qanday hisobga olinadi?

ADABIYOT

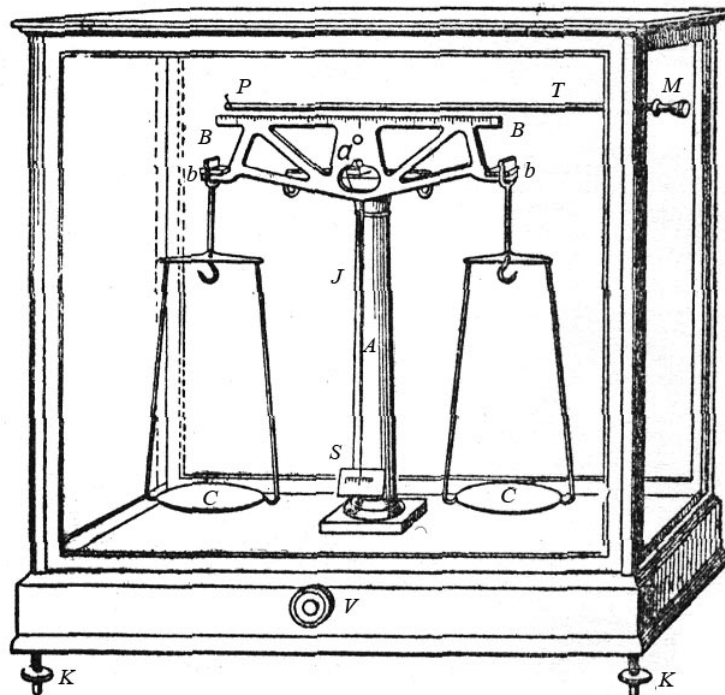
1. Mo'minov M., Haydarov H. Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. T.: O'zbekiston, 1971.
2. Fizikadan praktikum / Prof. V.I. Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
3. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi: Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.

3-ISH. ANALITIK TAROZIDA TORTISH

Kerakli asbob va materiallar: 1. Analitik tarozi. 2. Tarozi toshlari. 3. Tortiladigan jism.

TAROZI HAQIDA TUSHUNCHA

Analitik tarozida juda kichik jismlarning massalarini 0,1-0,2 mg gacha aniqlik bilan o'lchash mumkin. Bunday taroziga chang va shamol kirmasligi va yorug'lik ko'proq tushishi uchun u oynavand qilinadi: bu oynalarni kerak vaqtda ochish mumkin (1-rasm). Bu tarozi shayin deb ataluvchi teng yelkali VV richagdan iborat bo'lib, bu richag o'zining tekisligiga perpendikulyar ravishda o'rtasiga qo'yilgan a po'lat prizmaning qirrasiga tayanadi. Prizmaning qirrasini A ustunchaning ustiga o'rnatilgan aqiq (kvars) dan yasalgan silliq plastinkaga (yostiqlash) tayanadi. Shayinning o'rtadagi prizmadan baravar uzoqlikdagi uchlarida SS pallalarni osib qo'yadigan moslamalar – b prizmalar bo'ladi.



1-rasm.

O'rtadagi va chetki prizmalarning qirralari bir-biriga parallel bo'lishi lozim. Pallalarda yuk bo'lmagan vaqtda shayin gorizontaal vaziyatda turishi kerak. Shayinning vaziyati chetki prizmalarni birlashtiruvchi chiziqqa perpendikulyar ravishda shayinning o'rtasiga o'rnatilgan J strelka bilan aniqlanadi. Strelkaning uchi ustunchaning pastki qismidagi S shkala oldida yuradi. Shayin gorizontaal vaziyatda turganda strelka shkaladagi o'rta chiziq ro'parasida turishi kerak.

Tarozi xarakterlovchi asosiy kattalik uning sezgirligidir. Tarozi *sezgirligi* deb, taroziga qo'shimcha p (odatda $p=1$ mg) yuk qo'yilganda strelkaning og'ish burchagi tangensining shu qo'shimcha yuk og'irligiga nisbatiga aytiladi,

yoki S shkalada strelkaning siljishini ko'rsatuvchi bo'limlar sonining shu p qo'shimcha yuk og'irligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Mayda bo'lganligidan tortishda noqulaylik tug'diruvchi 1 sg (santigramm) dan kichik toshlarni ishlatmaslik uchun reyterdan, ya'ni ingichka simdan ilmoq shaklida yasalgan 1 sg lik surilma yukdan foydalaniladi. Reyter shayinning teng bo'limli yelkalaridan birining ustiga mindirib qo'yiladi. Odatda, shayinning har bir yelkasi 10 ta teng bo'limga bo'lingan bo'ladi. Agar reyter shayinning o'rtasidan boshlab hisoblangan birinchi, ikkinchi, uchinchi va hokazo bo'limlarga qo'yilsa, u tarozining pallasiga qo'yilgan 1, 2, 3 va hokazo milligrammlarga mos keladi. Reyterni tarozi eshigi berk turgan holda tarozi shayiniga maxsus moslama bilan ilish yoki uni shayindan olish mumkin. Bu moslama tarozining yon devoridan o'tib, shayinga parallel holda harakatlanuvchi jez T sterjendir (1-rasm). Bu sterjen o'z o'qi atrofida aylana oladi. Uning tarozidan tashqaridagi uchida M dastaki bor, tarozining ichidagi uchida esa ilgakka o'xshagan P richag bor, bundagi ilgak reyterni uning qulog'idan ushlab ko'taradi.

Tarozi ishlatilmay turgan vaqtda uni *arretirlab* qo'yish lozim. Tarozi uning ustunchasi ichidagi maxsus moslama vositasida arretirlanadi; bu moslama tarozining pallalarini va shayinni bir oz yuqori ko'tarib, ularning prizmalarini bo'shatib, tayanch yuziga bosilib behuda yeyilishdan saqlaydi. Tarozi arretirlash yoki tarozi shayinini tushirish kerak bo'lganda, tarozining pastki kismidagi V kallak buraladi.

Har bir tarozi ma'lum bir maksimal yuk tortishga mo'ljallab ishlangan. Bu yukning og'irligi har bir tarozining o'ziga yoki pasportiga yozib qo'yilgan bo'ladi.

TAROZINI ISHLATISH QOIDALARI

1. Tarozi arretirlamaguncha uning pallasiga yuk qo'yish yoki olish va qo'l tegizish mumkin emas.
2. Yuklarni pallalarga shunday qo'yish kerakki, ularning umumiy og'irlik markazi mumkin qadar pallaning o'rtasiga to'g'ri kelsin.
3. Tarozi toshlarini qo'l bilan emas, balki pinset bilan olish lozim; yupqa tarozi toshlari (milligrammlar) ni ularning bukilgan yeridan pinset bilan qisib olinadi.
4. Toshlarini tarozidan olgandan so'ng ularni qutichadagi o'z joylariga qo'yish zarur.
5. Tarozi pallalari butunlay muvozanatlashib bo'lmaguncha shayinni joyiga to'liq tushirmaslik kerak; strelkaning og'ishiga qarab qaysi pallaning yengil ekanligini bilish uchun, shayin bir oz tushiriladi; shu zamona shayin arretirlanib, pallalarga mayda tarozi toshlari solinadi yoki olinadi. (tortiladigan jismning og'irligi bilan toshlar og'irligi orasidagi farq kichik bo'lib qolganda, shayin mayatnikka o'xshab tebrana boshlaydi).
6. Tarozi shayinini hamma vaqt ohistalik bilan arretirlash va tushirish kerak; agar tarozi chayqalib tursa, uni strelka muvozanat vaziyatdan o'tayotgan paytida ehtiyotlik bilan arretirlash lozim; aks holda shayin turtki yeydi.

7. Agar pallalar mayatnikka o'xshab tebranib tursa, ularning chetiga qog'oz tegizib tinchitish kerak; pallalar tinchigandan so'nggina shayinni butunlay tushirish mumkin.
8. Tarozining tebranishini kuzatgan vaqtda uning eshigi albatta yopiq bo'lishi kerak.
9. Agar shayinni joyiga tushirganda strelkaning tebranish amplitudasi kerakligidan ham kichik bo'lib qolsa, u holda tarozining eshigini bir ozgina ochib, tarozining oldida qo'limizni salgina silkitamiz; bunda havo harakatga kelib, shayinga yetarli amplituda beradi, yoki tarozi pallalaridan biriga sekingina qog'oz tegizib tebratiladi (shkalaning o'rta nuqtasidan o'ngga va chapga 3-4 bo'limga siljisa, bu amplitudani yetarli deb hisoblash mumkin).
10. Yuklarni pallalarda, ayniqsa tarozi arretirlanmagan vaqtda, ko'p vaqt qoldirib bo'lmaydi. Narsalar tortib bo'lingandan keyin tarozini arretirlash, tarozi eshigini ochib, yuklarni olish va eshigini yana yopib qo'yish kerak.

O'LCHASHLAR

Biror jismni aniq tortish uchun: 1) tarozining nol nuqtasini topish; 2) uning sezgirligini aniqlash; 3) jismni tortish; 4) tegishli tuzatma kiritib, havoda jism og'irligining kamayishini hisobga olish lozim.

1. Tarozining nol nuqtasini topish. Har gal tarozida tortishdan oldin yuk qo'yilmagan tarozining muvozanat vaziyatini, ya'ni ishqalanish bo'lmaganda shkaladagi strelka to'xtaydigan e_0 chiziqni aniqlab olish zarur. Bu chiziq *tarozining nol nuqtasi* yoki, oddiygina qilib, *tarozining noli* deb ataladi. Ishqalanish ta'sirini hisobga olmaslik maqsadida nol nuqta tebranish metodidan foydalanib topiladi. Shayin tebranganida tarozining strelkasi mayatnikka o'xshab tebranadi. Faraz qilaylik, strelka chapga og'ganda uning uchi shkalaning eng chapdagi nuqtasidan boshlab hisoblangan a_1 chiziqqa, o'ngga og'ganda esa uning uchi shkaladagi a_2 chiziqqa kelsin.

Agar strelka o'zining muvozanat vaziyatidan o'ngga va chapga birday og'sa edi, u holda nol nuqta bu a_1 va a_2 miqdorlar yig'indisining yarmiga teng bo'lar edi; haqiqatda esa strelkaning amplitudasi vaqt o'tishi bilan kamayib boradi: chapga birinchi og'ish o'ngga og'ishdan kattaroq bo'ladi, o'ngga og'ish o'zidan keyingi chapga og'ishdan kattaroq bo'ladi va hokazo. Shuning uchun ham a_1 va a_2 miqdorlar yig'indisining yarmi tarozi nol nuqtasining haqiqiy vaziyatini ko'rsata olmaydi.

Endi strelkaning birin-ketin uch marta og'ishini (a_1 , a_2 va a_3) tekshirib ko'raylik: bulardan ikkitasi – a_1 va a_3 chap tomonga og'ish bo'lsa, a_2 o'ng tomonga og'ishdir.

a_1 yoki a_2 miqdorlarining bir o'ziga qaraganda, a_1 va a_3 miqdorlar yig'indisining yarmi a_2 ga nisbatan muvozanat vaziyatidan o'ngga va chapga og'ishlar tengligi shartini durustrok qanoatlantiradi. Demak, tarozining

$$e_0 = \frac{\frac{a_1 + a_3}{2} + a_2}{2} \quad (1)$$

shaklida hisoblab topilgan noli uning haqiqiy vaziyatiga yaqin bo'ladi.

Amplituda vaqtga proporsional o'zgarishdan, eksponensial qonun bo'yicha o'zgarish uchun, ketma-ket bo'lgan og'ishlarni, masalan beshta: a_1, a_2, a_3, a_4 va a_5 og'ishlarni olamiz; bulardan a_1, a_3, a_5 bir tomonga, a_2 va a_4 ikkinchi tomonga bo'lgan og'ishlardir; har bir tomonga og'ishlarning o'rta qiymatlari olinganda, ravshanki, strelkaning muvozanat vaziyatdan o'ng tomonga va chap tomonga og'ishlari bir-biriga deyarli teng bo'ladi.

Tarozining

$$e_0 = \frac{\frac{a_1 + a_3 + a_5}{3} + \frac{a_2 + a_4}{2}}{2} \quad (2)$$

shaklida topilgan noli haqiqiy muvozanat vaziyatga yanada yaqin keladi.

Agar a_i og'ishlar shkalaning eng chetki chizig'idan hisoblanmasdan, balki shkalaning o'rta chizigidan hisoblansa, u holda turli tomonga og'ishlarning oldiga turli ishora qo'yish kerakligi o'z-o'zidan ayon; chap tomonga og'ishlar odatda manfiy deb hisoblanadi. Odatda tarozining nolini topishda ketma-ket bo'lgan 5 ta og'ishni tekshirish bilan kifoyalanadi. Chapga og'ishlarni daftarning chap tomoniga, o'ngga og'ishlarini o'ng tomonga yozish kerak.

Birinchi marta qaysi tomonga og'ish kuzatilgan bo'lsa, shu tomonga og'ishlar ikkinchi tomonga og'ishlardan bitta ortiq olinadi.

Shayinni joyiga tushirgandan so'ng tebranish amplitudasi juda kichik bo'lib qolsa, tarozi pallalaridan biriga sekingina qog'oz tegizib tebratiladi. Bunda strelkaning tebranishlarini bir oz vaqt kuzatmay turib, so'ngra tebranishlar yana kuzata boshlanadi. Shkala bo'limlarining strelka ko'rsatgan qismlari bo'limlarning o'ndan biri ulushicha aniqlikda ko'z bilan chamalab olinadi. Tarozining nolini bir marta topib olish bilan kifoyalanib qolmasdan, bir necha marta topish va ularning o'rtachasini tarozining noli deb qabul qilish lozim. Tarozining nol nuqtasini topib bo'lgandan keyingina uning sezgirligini aniqlashga kirishish lozim.

2. Tarozining sezgirligini aniqlash. Arretirlangan yuksiz tarozi shayinining birinchi bo'limiga reyter osilib, so'ngra shayin joyiga tushirilsa, tarozining bir pallasiga (o'ng pallasiga) 1 mg yuk qo'yilgandek bo'ladi; tarozining bu holda tebranishlarini kuzatib, uning muvozanat vaziyatini ham tarozining nolini topgandagidek topamiz; bunda biz avvalgi e_0 sonni emas, balki boshqa bir e sonini topamiz; bu son bizga tarozining muvozanat vaziyati shkalada ($e - e_0$) bo'limga siljiganini bildiradi. Bu siljishning absolyut qiymati yuksiz tarozining 1 mg yuk qo'yilgandagi sezgirligini ifodalaydi. Tarozining sezgirligi doimiy bo'lmasdan, balki tortiladigan jismning og'irligiga qarab o'zgarib turadi.

Tarozining nol nuqtasi va sezgirligi topilgandan so'ng yuklar tortiladi.

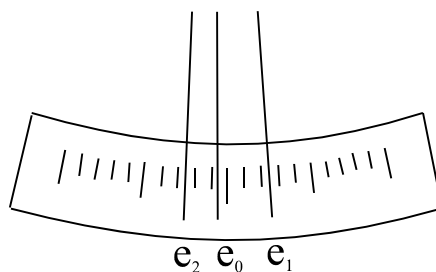
3. Tortish. Tarozining bir pallasiga og'irligi aniqlanadigan yuk qo'yamiz va ikkinchi pallasiga toshlar qo'yib, tarozini mumkin qadar muvozanatga keltiramiz. Agar tortilayotgan jismning og'irligini butun (yaxlit) grammlar bilan ifodalab

bo'lmasa, u holda tarozi toshlarini birin-ketin qo'yish bilan shunday ikkita son (a va $(a+1)$ g) topish mumkinki, tortilayotgan jismning og'irligi shu ikki son orasida bo'ladi; grammlardan so'ng desigrammlar, undan so'ng santigrammlar qo'yiladi. Agar jismning og'irligi butun sonli santigrammlar bilan ham ifodalanmaydigan bo'lsa, u holda reyterdan foydalanib taroziga milligrammlar qo'yiladi. Reyterni tarozining shayinida u yoq-bu yoqqa surib va unda raqamlar bilan belgilangan chiziqlar ustiga qo'yib, ketma-ket turgan shunday ikkita chiziq topamizki, reyter bu chiziqlardan birida turganda yuk toshlardan og'irroq bo'ladi, ikkinchisida turganda esa yengil keladi.

Shuni qayd qilish kerakki, tarozi toshlari bilan jismning og'irligi bir-biridan katta farq qilsa, pallalardan biri darrov bosib ketadi: shayin arretirdan bo'shatilgan hamona biror tomonga qiyshayib qolib, tebranmay qo'yadi. Tarozining pallalaridagi og'irliklarning farqi kichik bo'lganda shayin tebranib turadi, tarozi chayqalib turganda strelkaning tarozining nol nuqtasidan bir tomonga og'ishi ikkinchi tomonga og'ishidan katta ekanligini aniq sezish qiyin bo'lsa, u holda tarozining chayqalishlaridan uning muvozanat nuqtasini, ya'ni shayin tebranishdan to'xtaganda (ishqalanish bo'lmaganda) strelkaning shkalada ko'rsatadigan bo'limni topish lozim.

Yukli tarozining muvozanat nuqtasi ham xuddi uning nolini topgandagidek topiladi. Reyterni ishlatganda tarozining muvozanat nuqtasini albatta topishga to'g'ri keladi. Tarozining topilgan muvozanat nuqtasi tarozining nolidan o'ngda yoki chapda yotishiga qarab, biz tarozining qaysi pallasi og'ir ekanligini ayta olamiz.

Biz reyterning bir-biridan shayinning bitta to'liq bo'limiga, ya'ni 1 mg nagruzkaga farq qiladigan va tegishli muvozanat nuqtalari e_1 va e_2 bo'lgan ikkita vaziyatini topgan bo'laylik; ammo e_1 nuqta tarozining topilgan nolidan o'ngda, e_2 nuqta esa tarozining nolidan chapda bo'lsin (2-rasm). Agar tortilayotgan jism tarozining chap pallasida bo'lsa, strelka e_1 vaziyatda turgandagi toshlar jism og'irligidan yengil bo'ladi, strelkani e_2 vaziyatga keltiradigan toshlar esa jismdan og'ir bo'ladi. e_1 muvozanat vaziyatida tarozi toshlarining og'irligi P mg bo'lsa, u holda tarozini nol nuqta e_0 ga keltirish uchun tarozining o'ng pallasiga milligrammning biror p ulushiga teng tosh qo'yish kerak bo'ladi.



2-rasm.

Faraz qilaylikki, og'ish burchaklari kichik bo'lganda strelkaning nol nuqtadan og'ishi uni vujudga keltirgan nagruzkaga proporsional bo'lsin. Bu farazga asoslanib, p ning qiymatini hisoblab topish mumkin. e_1 vaziyat P mg toshga to'g'ri keladi, e_2 vaziyat esa $(P+1)$ mg toshga to'g'ri keladi; demak $(e_1 - e_2)$

og'ish 1 mg toshga to'g'ri keladi. ($e_1 - e_2$) miqdor, ravshanki, yuk qo'yilgan tarozi sezgirligining o'zginasidir. Biz tarozining shayini va u bilan bog'liq strelkani e_1 vaziyatdan e_0 vaziyatga keltiradigan, ya'ni ($e_1 - e_0$) bo'limga og'dira oladigan qo'shimcha p yukni hisoblab topishimiz kerak. Agar 1 mg yuk qo'yilganda strelka ($e_1 - e_2$) bo'limga og'sa, p milligramm yuk qo'yilganda strelka ($e_1 - e_0$) bo'limga og'adi; shuning uchun:

$$e_1 - e_2 = 1(\text{mg}); \quad e_1 - e_0 = r(\text{mg}); \quad \frac{e_1 - e_2}{e_1 - e_0} = \frac{1}{p}$$

yoki

$$p = \frac{e_1 - e_0}{e_1 - e_2} (\text{mg}) \quad (3)$$

bo'ladi. Jismning og'irligi

$$Q = P \pm p (\text{mg}) \quad (4)$$

bo'ladi. Agar tosh yukdan og'ir bo'lsa, e_1 nuqta yuk tomonda bo'ladi va yukning tortib topilgan og'irligi $Q = P - p$ (mg), agar tosh yukdan yengil bo'lsa, e_1 nuqta tosh tomonda bo'ladi va yukning tortib topilgan og'irligi $Q = P + p$ (mg) bo'ladi. Aniq tarozilarda jism milligrammning o'ndan bir ulushlarigacha aniqlikda ana shunday qilib tortiladi.

4. Jism og'irligining havoda kamayishini hisobga olish. Jismni havo bor joyda tortganda, uning og'irligi jism siqib chiqargan havoning og'irligi qadar kamayadi (Arximed qonuni). Jism og'irligining havoda kamayishi hisobga olinsa, jismning haqiqiy og'irligi

$$Q_0 = Q \left(1 - \frac{\lambda}{d} + \frac{\lambda}{D} \right) (\text{mg}) \quad (5)$$

bo'ladi. Bu yerda D - tortilayotgan jism zichligi, d - tarozi toshlarining zichligi (ular odatda zichligi $d = 8,4 \text{ g/sm}^3$ bo'lgan jezdan yasaladi), $\lambda = 0,0012 \text{ g/sm}^3$ - havoning zichligi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Yuksiz tarozining nol nuqtasi e_0 topiladi.
2. Yuksiz tarozining 1 mg yuk qo'yilgandagi nol nuqtasi e va sezgirligi ($e - e_0$) topiladi.
3. Og'irligi aniqlanadigan jism (yuk) taroziga qo'yilib, tarozi toshlar bilan mumkin qadar muvozanatga keltiriladi va uning og'irligi P topiladi.
4. Yukli tarozining nol nuqtasi e_1 topiladi.
5. Yukli tarozining ($P+1$) mg yuk qo'yilgandagi nol nuqtasi e_2 va sezgirligi ($e_1 - e_2$) topiladi.
6. Agar $e_1 = e_0$ bo'lsa, yuk og'irligi bilan toshlar og'irligi teng ($Q = P$) bo'ladi, agar $e_1 \neq e_0$ bo'lsa, yo toshlar, yoki yuk og'ir bo'ladi. Bu holda (4)

formuladan p topiladi. Agar tosh yukdan og'ir bo'lsa, yukning og'irligi $Q=R-p$ (mg), agar tosh yukdan yengil bo'lsa $Q=R+p$ (mg) bo'ladi.

7. Jismning haqiqiy og'irligi Q_0 (5) formuladan topiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Tarozi turlari (analitik, texnik va dinamik).
2. Tortish qoidalari.
3. Taroziida tortish. Taroziining nol nuqtasi va sezgirligi.
4. Tortish vaqtida xato qanday hisobga olinadi?
5. Tortishning maxsus usullari (Gauss va Mendeleyev usullari).

ADABIYOT

1. Fizikadan praktikum. Mexanika va molekulyar fizika. /Prof.V.I.Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
2. Mo'minov M., Haydarov H. Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. T.: O'qituvchi, 1971.
3. Tursunmetov K.A. va boshq. Mexanika. T.: Universitet, 1998.
4. Strelkov S.P. Mexanika, T.: O'qituvchi, 1977.
5. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. Mexanika. T.: O'qituvchi 1981.
6. Savelyev I.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. T.: O'qituvchi, 1973.

4-ISH. SUYUQLIKLARNING SOLISHTIRMA OG'IRLIGI VA ZICHLIGINI PIKNOMETR YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: Piknometr, analitik yoki texnik tarozi, tarozi toshlari, tekshiriladigan suyuqlik, distillangan suv.

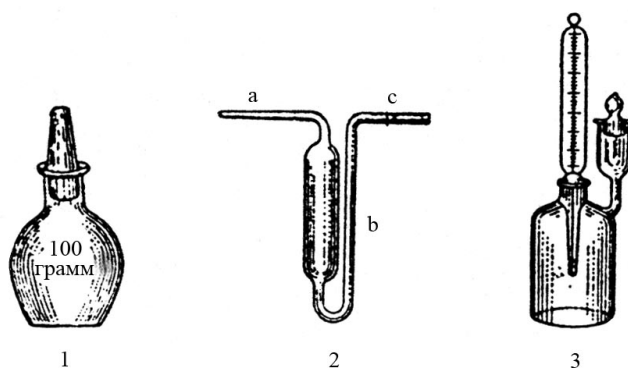
Piknometr, prinsip jihatidan olganda, o'zgarmaydigan ma'lum hajmli idishdir. Uning hajmi sirtiga sm^3 hisobida yozib qo'yiladi. Piknometrlar deyarli hamma vaqt shishadan yasaladi, chunki shisha ximiyaviy jihatdan uncha aktiv emas.

Piknometrlarning shakli har xil bo'ladi; ulardan ba'zilari 1-rasmda tasvirlangan. Piknometrlardan eng soddasi birinchi shakldagi piknometr bo'lib, u, pipetka yordamida liq to'ldiriladi; so'ngra piknometrning bo'g'zi silliqqlangan probka bilan bekitiladi, bu probkadagi ingichka kanaldan ortiqcha suyuqlik chiqib ketadi. Piknometrni suyuqlik bilan to'ldirishda shunga e'tibor berish kerakki, uning ichida havo pufakchalari qolmasin, buning uchun esa suyuqlikni piknometrning devorlaridan oqizib tushirish kerak. Bundan so'ng piknometrning sirtini filtr qog'oz bilan yaxshilab artib quritish kerak. Bu shakldagi piknometrning kamchiligi uning ochiq kanalidan suyuqlikning bug'lanib turishidir.

Ikkinchi shakldagi piknometr osongina to'ldiriladi; suyuqlikni a trubkaning tor uchidan so'rib, uni b trubkadagi c tamg'agacha ko'tarish kerak. Ortiqcha suyuqlik a trubkaning og'ziga filtr qog'oz qo'yib shimdirib olinadi.

Piknometrning tavsiflangan ikkala turining ham umumiy bir kamchiligi bor: ularning hajmi temperaturaga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bunda hosil bo'lgan xatoni yo'qotish uchun piknometrni tarozida tortishdan oldin uni uy temperaturasidagi stakandagi suyuqlikka 10-20 minut davomida botirib turish kerak va bunda, hajmning o'zgarishiga qarab, suyuqlik miqdorini orttirish yoki kamaytirish lozim.

Uchinchi xil piknometrlar eng takomillashgan piknometrlardir. Tor bo'g'zini bekitib turuvchi probkaning va hajmining o'zgarishini hisobga olishga imkon beruvchi termometrning borligi bunday piknometrni avvalgi ikkitasiga xos kamchiliklardan xalos qiladi.



1-rasm.

Piknometrga solingan suyuqlikning og'irligi P , hajmi V bo'lsa, uning solishtirma og'irligi d quyidagicha ifodalanadi:

$$d = \frac{P}{V}. \quad (1)$$

Agar bo'sh piknometrning og'irligi p va ichidagi tekshirilayotgan suyuqlik bilan birgalikdagi og'irligi P_1 bo'lsa, suyuqlikning og'irligi $(P_1 - p)$ bo'ladi.

Piknometrning distillangan suvga to'ldirilgandagi og'irligi Q bo'lsa, ichidagi distillangan suvning og'irligi $(Q - p)$ bo'ladi.

Piknometrning ichki hajmi V bo'lsa, tekshirilayotgan suyuqlikning solishtirma og'irligi $d = (P_1 - p)/V$, distillangan suvning solishtirma og'irligi $\delta = (Q - p)/V$ bo'ladi. Bu tengliklardan

$$d = \delta \cdot \frac{P_1 - p}{Q - p}. \quad (2)$$

(2) tenglama taxminiy natija beradi, chunki unda tajribadagi muayyan temperatura va bosimda jismlarning (suyuqliklar va idishning) Arximed qonuniga muvofiq havoda kamayadigan og'irligi e'tiborga olinmagan.

Agar piknometrning ichki hajmi V , tajriba vaqtidagi bosim va temperaturada havoning solishtirma og'irligi λ bo'lsa, suyuqlikning havoda kamaygan og'irligi $V \cdot \lambda$ bo'ladi.

Demak, tekshirilayotgan suyuqlikning bo'shliqdagi og'irligi

$$P_1 - p + V \cdot \lambda,$$

distillangan suvning og'irligi

$$Q - p + V \cdot \lambda$$

bo'ladi.

Agar tajriba vaqtidagi temperatura va bosimda suvning solishtirma og'irligi δ bo'lsa, suvning og'irligi

$$\delta \cdot V = Q - p + V \cdot \lambda,$$

yoki

$$\delta \cdot V - V \cdot \lambda = Q - p,$$

bundan

$$V = \frac{Q - p}{\delta - \lambda}. \quad (3)$$

(2) tenglamaga tuzatma kiritilsa

$$d = \delta \cdot \frac{P_1 - p + V \lambda}{Q - p + V \lambda}. \quad (4)$$

Agar (3) tenglamadan V ning qiymati (4) ga qo'yilib, tegishli o'zgartirishlar kiritilsa

$$d = \frac{P_1 - p}{Q - p} (\delta - \lambda) + \lambda. \quad (5)$$

(5) tenglama aniqroq natija beradi.

O'LCHASHLAR

1. Tarozining nol nuqtasi topilib, ichi va sirti yaxshilab quritilgan bo'sh piknometrning p og'irligi topiladi.
2. Piknometrning tekshiriladigan suyuqlikka to'ldirilgandagi P_1 og'irligi topiladi. Suyuqliklarning bir xil hajmda solinishi uchun piknometrning bo'ynida chiziqcha chizilgan. Suyuqliklarni xuddi shu chiziqqacha yetkazish kerak.
3. Piknometrda suyuqlikni boshqa idishga olib, piknometrni tozalagandan keyin, unga avval qancha tekshiriladigan suyuqlik solingan bo'lsa, xuddi shuncha distillangan suv solinadi va piknometrning distillangan suvga to'ldirilgandagi og'irligi Q topiladi.
4. Tajriba vaqtidagi bosim va temperaturalarda havo va suvning solishtirma og'irliklari qiymatlari adabiyotlardan olinadi.
5. Topilgan qiymatlar (5) formulaga qo'yilib, izlanayotgan solishtirma og'irlik topiladi.

Tajriba natijalari quyidagidek jadvalda keltiriladi.

№	λ (N/m ³)	δ (N/m ³)	r (N)	R ₁ (N)	Q (N)	d (N/m ³)	d _{o'rt} (N/m ³)	Δd (N/m ³)	$\Delta d_{o'rt}$ (N/m ³)	N (%)
1										
2										
3										

6. Zichlik $\rho=m/V$ bilan solishtirma og'irlik $d=P/V$ o'rtasidagi $\rho=d/g$ munosabatdan foydalanib, tekshirilayotgan suyuqlikning zichligi topiladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi. Piknometrlar.
2. Zichlik va solishtirma og'irlik. Ularning bir-biridan farqi va o'lchov birliklari.
3. Paskal va Arximed qonunlari.
4. Jismlarning suzish shartlari.

ADABIYOT

1. Fizikadan praktikum: Mexanika va molekulyar fizika / Prof. V.I.Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
2. Mo'minov M., Haydarov H. Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. T.: O'qituvchi, 1971.
3. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.

5-ISH. QATTIQ JISMLARNING SOLISHTIRMA OG'IRLIGI VA ZICHLIGINI GIDROSTATIK TORTISH USULI BILAN ANIQLASH

Kerakli asboblari va materiallari: shayinli tarozi, tarozi toshlari, distillangan suv, shisha idish, zichligi topiladigan qattiq jismlar, ingichka sim yoki ip.

Qattiq jismning

$$d = \frac{P_1}{V} \quad (1)$$

solishtirma og'irligini topish uchun uning P_1 og'irligini va V hajmini o'lchab topish kerak.

Jismning og'irligi tarozida tortib topiladi. Muayyan geometrik shaklga ega bo'lmagan qattiq jismlarning hajmini oddiy o'lchov asboblari bilan o'lchash qiyin. Shuning uchun ham bunday qattiq jismlarning hajmini topishda Arximed qonunidan foydalaniladi. Buning uchun qattiq jismni avval havoda, so'ngra distillangan suvga botirib tortish kerak. Suyuqlikka botirilgan jismni tortishga gidrostatik tortish deyiladi.

1-MASHQ. SUYUQLIKDA CHO'KUVCHI JISMLARNING SOLISHTIRMA OG'IRLIGINI ANIQLASH

Jismning og'irligi havoda P_1 va suvda P_2 bo'lsin deb faraz qilaylik. Arximed qonuniga asosan, qattiq jism og'irligining suvda kamayishi ($P_1 - P_2$) shu jism siqib chiqargan suvning $\delta \cdot V$ og'irligiga teng bo'ladi:

$$\delta \cdot V = P_1 - P_2, \quad (2)$$

bu yerda δ – suvning solishtirma og'irligi. (2) tenglikdan

$$V = \frac{P_1 - P_2}{\delta}. \quad (3)$$

Hajmning bu ifodasini (1) ga qo'yib, jismning havodagi solishtirma og'irligi uchun quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$d = \frac{P_1}{V} = \frac{P_1 \delta}{P_1 - P_2}. \quad (4)$$

Real sharoitlarda o'lchashlar havoda o'tkaziladi. Arximed kuchi tufayli jism ham, suv ham havoda o'z og'irliklarining bir qismini yo'qotadi. Mana shuni hisobga olib, (4) ga tuzatma kiritamiz. Agar qattiq jismning solishtirma og'irligi bo'shliqda d_0 bo'lsa, havoda ($d_0 - \lambda$) bo'ladi, suvniki esa ($\delta_0 - \lambda$) bo'ladi, bunda λ - havoning solishtirma og'irligi.

Shunday qilib, tegishli tuzatmalarni kirgizgandan so'ng (4) tenglik quyidagicha yoziladi:

$$d_0 - \lambda = \frac{P_1}{P_1 - P_2} (\delta_0 - \lambda).$$

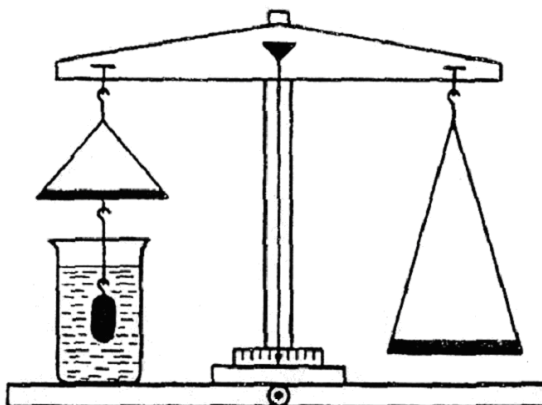
Bundan
$$d_0 = \frac{P_1}{P_1 - P_2} (\delta_0 - \lambda) + \lambda. \quad (5)$$

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Yuksiz tarozining nol nuqtasi topiladi. Solishtirma og'irligi aniqlanadigan jismni og'irligi ma'lum bo'lgan ingichka sim yoki ip bilan tarozining bir tomoniga osib, jismning havodagi P_1 og'irligi topiladi.
2. So'ngra qattiq jism idishdagi distillangan suvga botirilib suvdagi P_2 og'irligi topiladi (1-rasm).
3. Tajriba o'tkazilayotgan temperatura va bosimda havo va suvning solishtirma og'irliklari adabiyotlardan olinadi.
4. (5) tenglamadan qattiq jismning solishtirma og'irligi d_0 topiladi. Bu ishni bir necha marta takrorlab, natijaning o'rtacha qiymati va o'lchash xatolari hisoblanadi. Tajriba natijalari quyidagidek jadvalga yoziladi:

N_0	P_1 (N)	P_2 (N)	d (N/m ³)	$d_{o'rt}$ (N/m ³)	Δd (N/m ³)	$\Delta d_{o'rt}$ (N/m ³)	N (%)
1							
2							
3							

5. Zichlik $\rho=m/V$ bilan solishtirma og'irlik $d=P/V$ o'rtasidagi $\rho=d/g$ munosabatdan foydalanib, tekshirilayotgan jismning zichligi topiladi. Adabiyotlardagi zichlik qiymatlari jadvallaridan foydalanib, jismning qanday moddadan tayyorlanganligi aniqlanadi.



1-rasm.

ISHNI BAJARISHDA QUYIDAGILARGA E'TIBOR BERING

1. Jismning suyuqlikka botirilgandagi og'irligini topayotganda, birinchidan, jism idish yon devorlariga va tagiga tegib qolmasligi, ikkinchidan, suvning sathidan faqat bitta eshilmagan sim (ip) o'tishi (kapillyarlik ta'sirini kamaytirish uchun) va, uchinchidan, jismning sirtiga havo pufakchalari yopishib qolmagan bo'lishi lozim.
2. Shuni nazarda tutish kerakki, (5) formulada jism osilgan sim yoki ipning og'irligi e'tiborga olinmagan. Agar yuk osilmasdan oldin ilgak sim yoki ip taroziga osilib, tarozi toshlar vositasida muvozanat holatiga keltirib qo'yilsa, tuzatma kiritmasdan (5) formuladan foydalanish mumkin.

2-MASHQ. SUYUQLIKDA SUZUVCHI JISMLARNING SOLISHTIRMA OG'IRLIGINI ANIQLASH

Suyuqlikda suzuvchi jismning solishtirma og'irligini aniqlash uchun avval bu jismning havodagi q_1 og'irligi tarozida tortib topiladi. So'ngra suzuvchi jismni 1-mashqda solishtirma og'irligi topilgan cho'kuvchi jism bilan birga bog'lab, ularning birgalikdagi havodagi Q_1 og'irligi topiladi ($Q_1=P_1+q_1$). Keyin esa ikkala

jismning suvdagi Q_2 og'irligi topiladi. Bunda siqib chiqarilgan suvning og'irligi $(Q_1 - Q_2)$ bo'ladi.

1-mashqdagi cho'kuvchi jism siqib chiqargan suvning og'irligi $(P_1 - P_2)$ ni bilgan holda, suzuvchi jismning suvda yo'qotgan og'irligi $[(Q_1 - Q_2) - (P_1 - P_2)]$ ni topish mumkin, u holda suvda suzuvchi jismning solishtirma og'irligi:

$$d_0 = \frac{q_1}{(Q_1 - Q_2) - (P_1 - P_2)} (\delta_0 - \lambda) + \lambda .$$

Ish xuddi 1-mashqdagidek tartibda bajariladi. Tajriba natijalari quyidagidek jadvalga yoziladi. Zichlik $\rho = m/V$ bilan solishtirma og'irlik $d = P/V$ o'rtasidagi $\rho = d/g$ munosabatdan foydalanib, tekshirilayotgan jismning zichligi topiladi. Adabiyotlardagi zichlik qiymatlari jadvallaridan foydalanib, jismning qanday moddadan tayyorlanganligi aniqlanadi.

№	q_1 (N)	P_1 (N)	P_2 (N)	Q_1 (N)	Q_2 (N)	d (N/m ³)	$d_{o'rt}$ (N/m ³)	Δd (N/m ³)	$\Delta d_{o'rt}$ (N/m ³)	N (%)
1										
2										
3										

NAZORAT SAVOLLARI

1. Zichlik va solishtirma og'irlik. Ularning o'lchov birliklari. Solishtirma og'irlik bilan zichlik o'rtasidagi bog'liqlik.
2. Shakli murakkab bo'lmagan jismlarning zichligi qanday topiladi?
3. Shakli murakkab bo'lgan jismlarning zichligini topish usullari.
4. Arximed qonuni. Jismlarning suzish sharti.
5. Suvda cho'kuvchi va suzuvchi jismlarning zichligi aniqlanadigan formulalarni keltirib chiqaring.

ADABIYOT

1. Fizikadan praktikum: Mexanika va molekulyar fizika / Prof. V.I.Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
2. Mo'minov M., Haydarov H. Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. T.: O'qituvchi, 1971.
3. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.

6-ISH. JISMLARNING ERKIN TUSHISH QONUNLARINI O'RGANISH

Kerakli asbob va materiallar: 1) maxsus qurilma; 2) Har xil massali sharchalar.

Erkin tushish deb, tinch holatdagi jismning og'irlik kuchi ta'sirida havosiz joyda Yerga tushishiga aytiladi. Jismning erkin tushishida t vaqtda o'tilgan yo'l (balandlik) h quyidagi formula bilan aniqlanadi:

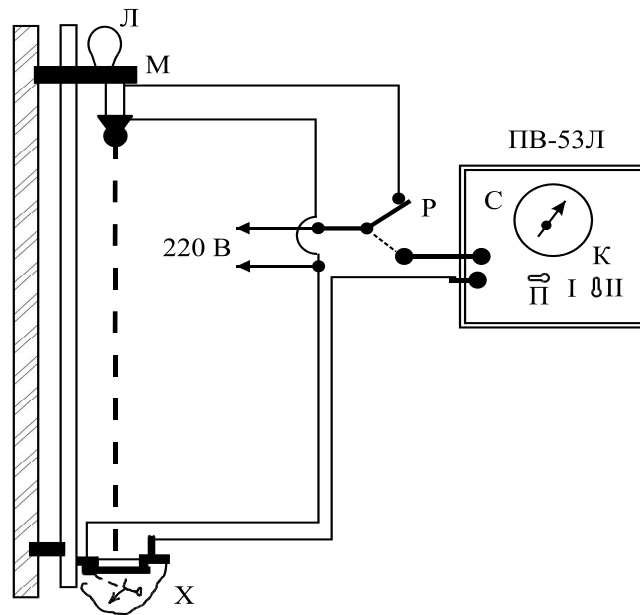
$$h = \frac{gt^2}{2}. \quad (1)$$

Bundan

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

MAXSUS QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI

Shkalalarga bo'lingan vertikal chizg'ichda ikkita asbob o'rnatilgan (1-rasm). Yuqoridagi asbobga M elektromagnit o'rnatilgan bo'lib, u sharchani ushlab turadi, pastdagi asbobda esa tushayotgan sharchani ushlab qolish uchun moslangan X xaltacha bor.



1-rasm.

Sharchaning elektromagnitdan pastga tushish vaqti aniqligi 0,01 s bo'lgan PIB-53JI tipidagi C elektrosekundomer bilan o'lchanadi. Elektromagnit o'chirilganda elektrosekundomer ishga tushadi va vaqtni hisoblaydi. Ishni boshlashdan oldin II richag yordamida sekundomer strelkasi nol holatga keltiriladi.

Po'lat sharchani magnetga yopishtirish uchun K kalitni I holatga qo'yiladi. Bu holatda elektromagnit elektr zanjirga ulangan bo'ladi va Л cho'g'lanma lampa yonadi. Elektromagnit kerakli balandlikda mahkamlanib, unga sharcha

yopishtiriladi. Keyin K kalit tezlik bilan I holatdan II holatga o'tkaziladi. Bunda elektromagnit uzilib, sekundomer ulanadi. Sharcha uzilib, ma'lum yo'lni bosib o'tib, X xaltachaga tushadi va elektr zanjirni uzadi. Shu zahoti sekundomer to'xtaydi.

1-MASHQ. ERKIN TUSHISH TEZLANISHINING BALANDLIKKA VA MASSAGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH

Maxsus qurilmadan foydalanib har xil balandliklarda har xil massali sharchalarning erkin tushish tezlanishi topiladi va erkin tushish tezlanishining balandlikka va massaga bog'liqligi o'rganiladi. Natijalar quyidagidek jadvalda keltiriladi.

Tajriba №	h (sm)	m (g)	t (s)	g ($\frac{cm}{c^2}$)

2-MASHQ. ERKIN TUSHISH VAQTINING BALANDLIKKA QARAB O'ZGARISHI O'RGANISH

Sharcha tushish vaqtining balandlikka qarab o'zgarish grafigini chizish kerak. Bunda absissa o'qiga t^2 ni, ordinata o'qiga esa h balandlikni qo'yish kerak. t va h larning qiymatlarini 1-mashqdan olish mumkin. Grafikdan qanday xulosa chiqarish mumkin?

h (sm)	t (s)	t^2 (s^2)

NAZORAT SAVOLLARI

1. Jismlarning erkin tushishi.
2. Erkin tushayotgan jismlarning yo'l (balandlik) formulasini keltirib chiqarish.
3. Erkin tushish tezlanishining balandlikka va geografik kenglikka bog'liqligi ifodasini keltirib chiqarish.
4. Erkin tushish tezlanishining o'lchov birligi va o'lchamligi.

ADABIYOT

1. Parpiyev K.G. va boshq. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T.: O'qituvchi, 1978.
2. Nazirov E.N. va boshq. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T.: O'qituvchi, 1979.
3. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
4. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi: Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.
5. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. I tom. T.: O'qituvchi, 1973.

7-ISH. AYLANUVCHI DISKNING INERSIYA MOMENTINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1. Gorizontaal o'qqa o'rnatilgan disk. 2. Millimetrlilik shkala. 3. Yuklar. 4. Shtangensirkul. 5. Sekundomer.

Qurilma o'qqa (valga) o'rnatilgan disk (maxovik) dan iborat bo'lib, o'q Π_1 va Π_2 podshipniklar orqali tayanchga berkitiladi (1-rasm). Massasi m bo'lgan palla ip orqali o'qqa mahkamlangan. Pallaga m_1 massali yuk qo'yilgan, palla og'irlik kuchi ta'sirida pastga tusha boshlaydi va diskni harakatga keltiradi. Palla bilan yukning birgalikdagi massasi $M=m+m_1$. Agar yukli palla h_1 balandlikdan tushayotgan bo'lsa (buning hisobi shkaladan olinadi), yukli pallaning shu balandlikdagi potensial energiyasi:

$$E_p = Mgh_1.$$

Palla eng pastki holatga tushganda, uning potensial energiyasi F_{ishq} ishqalanish kuchini yengish ishi $A = F_{ishq}h_1$ ga, ilgari harakat qilayotgan pallaning kinetik energiyasi $E_k = Mv^2/2$ ga va aylanayotgan diskning kinetik energiyasi $E'_k = I\omega^2/2$ ga sarflanadi, ya'ni:

$$E_p = E_k + E'_k + A$$

yoki

$$Mgh_1 = \frac{Mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + F_{ishq}h_1. \quad (1)$$

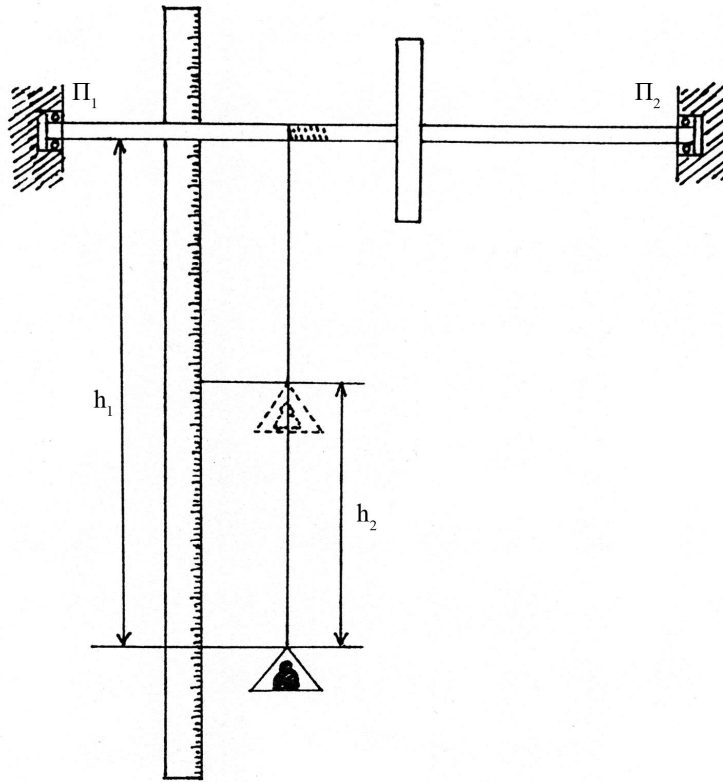
Disk inersiyasi bo'yicha aylanib, pallani eng pastki holatdan biror h_2 ($h_2 < h_1$) balandlikka ko'taradi. h_2 balandlikka ko'tarilgan yukning potensial energiyasi $E'_p = Mgh_2$. E_p va E'_p potensial energiyalarning farqi F_{ishq} ishqalanish kuchini yengish uchun bajarilgan ishga teng bo'ladi. Ushbu mulohazadan foydalanib,

$$Mgh_1 - Mgh_2 = F_{ishq}(h_1 + h_2)$$

tenglikni yozamiz, bundan ishqalanish kuchi uchun

$$F_{ishq} = Mg \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad (2)$$

tenglikka ega bo'lamiz. Pallaning yuqoridan tushishdagi harakati tekis tezlanuvchan va $v_0=0$ bo'lganligi uchun $v=at$ va $h_1 = \frac{at^2}{2}$ bo'ladi, bu yerda t – pallaning h_1 balandlikdan pastga tushish vaqti.



1-rasm.

Oxirgi ikkala tenglikdan

$$v = \frac{2h_1}{t} \quad (3)$$

Burchak tezlik

$$\omega = \frac{v}{r}, \quad (4)$$

bu yerda r - ip o'ralgan o'q (val) ning radiusi. (2)-(4) tengliklar qiymatini (1) tenglikka qo'yib va ayrim o'zgartirishlarni bajarsak, inersiya momenti uchun

$$I = Mr^2 \left(gt^2 \frac{h_2}{h_1(h_1 + h_2)} - 1 \right) \quad (5)$$

ifodaga ega bo'lamiz. Bu yerdagi M , r , t , h_1 va h_2 kattaliklar topilsa, I aniqlanadi. Natijalar quyidagidek jadvalga yoziladi.

No	m, g	m_1 , g	M, g	r, sm	h_1 , sm	t, c	h_2 , sm	I, G·sm ²	$I_{o'rt}$, g·sm ²	ΔI , g·sm ²	$\Delta I_{o'rt}$, g·sm ²	N, %
1												
2												
3												

NAZORAT SAVOLLARI

1. Aylanma harakat tenglamasi. Kuch momenti, burchak tezligi, burchak tezlanish vektorlari va ularning yo'nalishlari.
2. Qattiq jismlarning inersiya momenti.
3. Diskning inersiya momentini aniqlash.
4. Ishchi formulani keltirib chiqarish.

ADABIYOT

1. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
2. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. I tom. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.
3. Nazirov E.N. va boshq. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T.: O'qituvchi, 1979.

8-ISH. JISMNING INERSIYA MOMENTINI TRIFILYAR OSMA YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asboblari va materiallari: Trifilyar osma, sekundomer, shtangensirkul, inersiya momenti aniqlanadigan jism.

Mexanikadan ma'lumki, aylanma harakatda bo'lgan har qanday jismda inersiya momenti bo'ladi. Bu ishda jismning inersiya momenti trifilyar osma yordamida aniqlanadi.

Trifilyar osma (1-rasm) R radiusli doira shaklidagi diskdan iborat bo'lib (bu disk ba'zan platforma ham deyiladi), chetidagi simmetrik nuqtalarga bog'langan uch ip yordamida r radiusli ($R > r$) ikkinchi diskga osilgan bo'ladi. Platforma o'zining markazidan o'tadigan vertikal o'q atrofida buralma tebranish qila oladi; bunda uning og'irlik markazi aylanish o'qi bo'ylab vertikal yo'nalishda ko'chadi. Platformaning tebranish davri uning inersiya momentiga bog'liq bo'ladi; agar platformaga biror yuk (jism) qo'yilsa, tebranish davri o'zgaradi. Bu ishda ana shu holdan foydalaniladi.

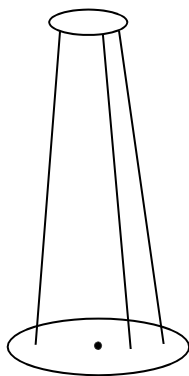
Massasi m bo'lgan platforma bir tomonga buralma tebranish qilsa, uning og'irlik markazi h balandlikka ko'tariladi, natijada platformaning potensial energiyasi

$$E_1 = mgh \quad (1)$$

miqdorga ortadi. Endi platforma teskari tomonga aylanib, muvozanat vaziyatidan o'tayotganda bu potensial energiyaning bir qismi quyidagiga teng bo'lgan aylanma harakat kinetik energiyasiga aylanadi:

$$E_2 = \frac{1}{2} I \omega_0^2, \quad (2)$$

bu yerda I - platformaning markazidan o'tgan vertikal o'qqa nisbatan inersiya momenti, ω_0 - platformaning muvozanat vaziyatga kelgan paytdagi burchak tezligi. E_1 potensial energiyaning ikkinchi qismi esa ishqalanish kuchlarini yengish ishiga sarflanadi.



1-rasm.

Agar ishqalanishga sarf bo'lgan ishni juda kam deb hisoblasak, energiyaning saqlanish qonuniga asosan: $E_1 = E_2$, ya'ni

$$\frac{1}{2} I \omega_0^2 = mgh. \quad (3)$$

Platforma tebranishini garmonik tebranish desak, uning siljish burchagining vaqtga qarab o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = \alpha_0 \sin \frac{2\pi}{T} t, \quad (4)$$

bu yerda α - platformaning burchak siljishi, α_0 - burilish amplitudasi, T - tebranish davri, t - tebranish vaqti.

α ning vaqt bo'yicha birinchi hosilasi platformaning burchak tezligi ω ga teng bo'ladi, ya'ni:

$$\omega = \alpha' = \left(\alpha_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \right)' = \frac{2\pi\alpha_0}{T} \cdot \cos \frac{2\pi}{T} t.$$

Platforma muvozanat holatidan o'tayotgan paytlarida ($t=0, T/2, T, 3T/2, 2T$ va h.k. larda) burchak tezligining absolyut qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$\omega_o = \frac{2\pi\alpha_0}{T}. \quad (5)$$

(5) ni (3) ifodaga qo'yib, quyidagi tenglikni yozamiz:

$$mgh = \frac{1}{2} I \left(\frac{2\pi\alpha_0}{T} \right)^2. \quad (6)$$

Trifilyar osmadagi bitta ipning uzunligini l bilan, platforma radiusini R bilan, yuqoridagi diskning radiusini r bilan belgilasak, trifilyar osma markazining ko'tarilish balandligi h ni quyidagicha topamiz (2-rasm):

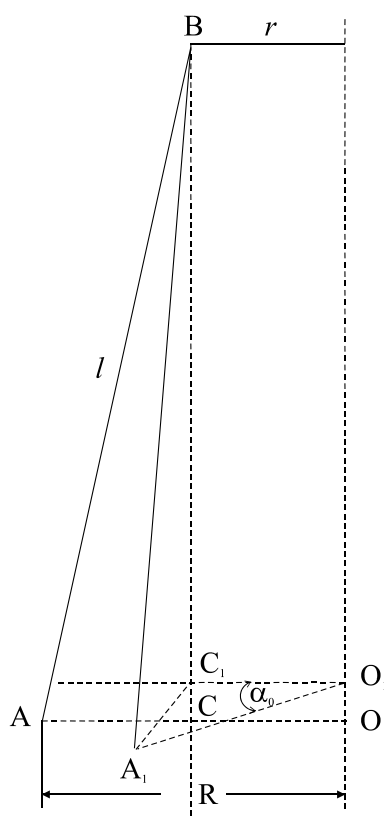
$$h = OO_1 = BC - BC_1 = \frac{(BC)^2 - (BC_1)^2}{BC + BC_1}.$$

$$(BC)^2 = (AB)^2 - (AC)^2 = l^2 - (R-r)^2,$$

$$(BC_1)^2 = (BA_1)^2 - (A_1C_1)^2 = l^2 - (R^2 + r^2 - 2Rr \cos \alpha_0)$$

bo'lgani uchun

$$h = \frac{2Rr(1 - \cos \alpha_0)}{BC + BC_1} = \frac{4Rr \sin^2 \frac{\alpha_0}{2}}{BC + BC_1}.$$



2-rasm.

α_0 burchak kichik bo'lganda $\sin \alpha_0 \approx \alpha_0$, iplar ancha uzun bo'lganda $BC + BC_1 = 2l$ deb olsa bo'ladi, u holda:

$$h = \frac{Rr\alpha_0^2}{2l}.$$

h ning bu ifodasini (6) ga qo'yamiz:

$$mg \frac{Rr\alpha_0^2}{2l} = \frac{1}{2} I \left(\frac{2\pi\alpha_0}{T} \right)^2. \quad (7)$$

Bundan ustiga yuk qo'yilmagan platformaning inersiya momenti:

$$I = \frac{mgRr}{4\pi^2 l} T^2. \quad (8)$$

Ustiga yuk qo'yilgan platformaning inersiya momenti:

$$I_1 = \frac{(m_{yuk} + m)gRr}{4\pi^2 l} T_1^2, \quad (9)$$

bu yerda T_1 – platformaning ustida yuki bo'lgandagi tebranish davri.

(8) va (9) dan platformaga qo'yilgan yukning inersiya momentini topish mumkin:

$$I_{yuk} = I_1 - I. \quad (10)$$

Jismlarning inersiya momentlari aniqroq chiqishi uchun $(I_1 - I)$ ayirma I ga qaraganda ancha katta bo'lishi kerak.

O'LCHASHLAR

1. Dastlab (8) formula yordamida yuksiz platformaning inersiya momenti topiladi. Bunda R , r , l va m lar mazkur qurilma uchun o'zgarmas va ma'lumdir, faqat yuksiz platformaning tebranish davri T ni topish kerak. Platforma burib tebratiladi va $N=(50-100)$ marta tebranish uchun ketgan t vaqt sekundomer bilan o'lchanib, $T=t/N$ dan T ning ancha aniq qiymati topiladi.
2. Platformaga massasi oldindan tarozida tortib aniqlangan jism (yuk) ni qo'yib, sistemaning tebranish davri T_1 aniqlanadi (xuddi 1-punktdagiday).
3. (8) va (9) formulalardan foydalanib, sistemalarning inersiya momentlari topiladi.
4. (10) formuladan foydalanib, jism (yuk) ning inersiya momenti topiladi.
5. Natijalar quyidagidek jadvalga yoziladi.

N_0	T , s	I , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	T_1 , s	I_1 , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	I_{yuk} , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	\bar{I}_{yuk} , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	ΔI_{yuk} , $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	$\overline{\Delta I}_{yuk}$, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$	N , %

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qattiq jismlarning aylanma harakati.
2. Kuch momenti va inersiya momenti.
3. Ba'zi jismlar (silindr, sterjen, shar, disk) ning inersiya momentlari.

4. Trifilyar osma yordamida jismlarning inersiya momentini topish formulasini keltirib chiqarish.
5. Ishni bajarish tartibi.

ADABIYOT

1. Nazirov E.N. va boshq. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T.: O'qituvchi, 1979.
2. Fizikadan praktikum: Mexanika va molekulyar fizika. / Prof. V.I. Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
3. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
4. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.

9-ISH. YUNG MODULINI CHO'ZILISH DEFORMATSIYASIDAN ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: Lermontov asbobi, ko'rish trubasi, shkala, yuklar, mikrometr, chizg'ich.

Tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jism zarralarining nisbiy joylashuvidagi har qanday o'zgarish jismning chiziqli o'lchamlarini va shaklini o'zgartiradi, ya'ni jism deformatsiyalanadi. Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng deformatsiyalangan jism o'zining avvalgi holatini tiklay olsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya, jism avvalgi holatini tiklay olmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya deyiladi.

Guk qonuni va ko'pgina tajriba natijalaridan elastik deformatsiya sohasida σ kuchlanish ε nisbiy deformatsiya kattaligiga to'g'ri proporsionalligi ma'lum, ya'ni:

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (1)$$

bu yerdagi proporsionallik koeffitsiyenti E moddaning elastiklik moduli deb ataladi.

Simning cho'zilish yoki siqilish deformatsiyasi uchun (1) munosabatdagi kattaliklar quyidagicha ifodalanadi: E - shu sim moddasining Yung moduli,

$\sigma = \frac{F}{S}$ - kuchlanish, $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ - nisbiy deformatsiya, bu yerda F -

deformatsiyalovchi kuch, S - simning ko'ndalang kesim yuzi, l_0 - simning boshlang'ich uzunligi, Δl - sim uzunligining o'zgarishi (absolyut deformatsiya).

Deformatsiyalovchi F kuchni va simning Δl uzayishini tajribada o'lchab,

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l} \quad (2)$$

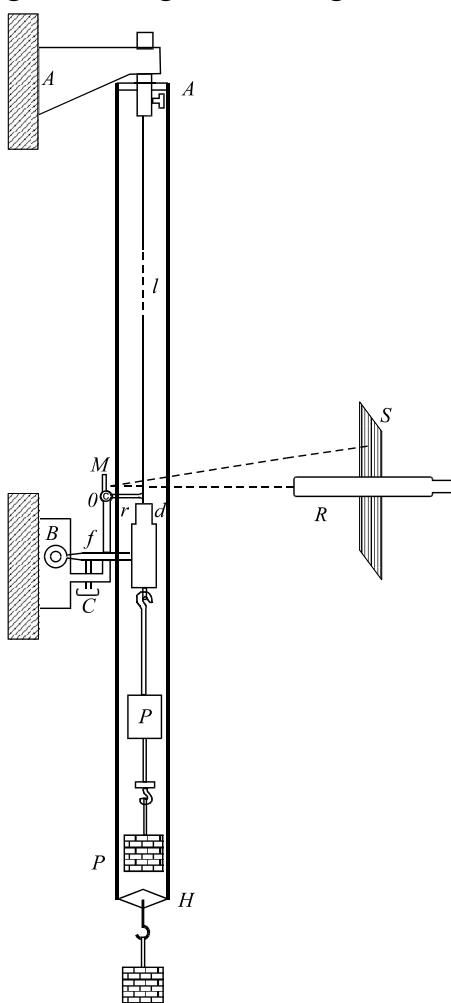
formula yordamida Yung modulini topish mumkin. Sim m massali yuk ta'sirida deformatsiyalansa, simni deformatsiyalovchi F kuch yukning P og'irligiga teng

bo'ladi, ya'ni $F=P=mg$. Agar simning diametri d ma'lum bo'lsa, uning ko'ndalang kesim yuzi $S = \frac{\pi d^2}{4}$ ga teng bo'ladi. Binobarin:

$$E = \frac{4mgl_0}{\pi d^2 \Delta l} \quad (3)$$

LERMONTOV ASBOBI

Bu asbob ostma-ost joylashgan ikkita A va B kronshteyndan iborat bo'lib, bu kronshteynlar tekshirilayotgan material (modda) dan yasalgan simni qisib turadi (1-rasm). P yuk ta'sirida sim uzayadi va d silindrga tiralib turgan r sterjen θ o'q atrofida buriladi; bu sterjenga M ko'zgu biriktirilgan.



1-rasm.

Sim Δl ga uzayganda ko'zgu α burchakka buriladi va

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta l}{r} \quad (4)$$

tenglik o'rinli bo'ladi, bunda r - sterjenning uzunligi. Ko'zgu vaziyatining o'zgarishi S shkalaga qarab qayd qilinishi mumkin; bu shkalaning ko'zgodagi tasviriga R ko'rish trubasi orqali qaraladi.

Agar Δn – ko'zguni α burchakka burgandagi shkala bo'limlarining farqi, R esa shkala bilan ko'zgu orasidagi masofa bo'lsa,

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{\Delta n}{R} \quad (5)$$

deb yozish mumkin. Δl juda kichik bo'lganidan α burchak ham juda kichik; shunga ko'ra $\operatorname{tg} 2\alpha = 2\operatorname{tg} \alpha$. Buni hisobga olsak, (4) va (5) dan

$$\Delta l = \frac{\Delta n \cdot r}{2R}. \quad (6)$$

Pastki B kronshteynda f arretir bor; c vintni burab arretirni ko'tarib, simdan yukni olish mumkin. Simga osiladigan yuklar yuqorigi A kronshteynga osib qo'yilgan maxsus KK osmadan olinadi; yuklarni simdan olganda ham ularni yana shu osmaga qo'yish kerak. Mana shunday qilinganda yuqorigi kronshteynga ta'sir qiladigan nagruzka o'zgarmaydi va, shu tufayli, yuqorigi kronshteyn hamma vaqt birday egilib turadi. Simga yuk osgan paytda ham, undan yuk olgan paytda ham arretirni ko'tarib qo'yish kerak.

O'LCHASHLAR

1. Simning l_0 uzunligi arretir tushib turgan holda chizg'ich bilan o'lchanadi, simning d diametri mikrometr bilan o'lchanadi. Diametrni bir necha marta simning turli joyida o'lchab, topilgan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymatini olish kerak.
2. Avvalo simga bor yukning yarmi osiladi, ko'rish trubasidan shkalaning tasviri topiladi, truba fokuslanadi, shkalani uning o'rtasi ko'rinadigan qilib o'rnatiladi. So'ngra ko'zgu bilan shkala orasidagi R masofa o'lchanadi (bundan so'ng shkala ham, truba ham qo'zg'atilmaydi). Bundan keyin, arretirni ko'tarib (c vintni burash bilan), simdagi hamma yuk olinadi va arretir qayta tushirilib, shkalaning nol nuqtasi qayd qilinadi.
3. Simga yuklarni birin-ketin qo'ya borib, shkalaning trubadan ko'rinib turgan bo'limlari qayd qilinib, turli yuk qo'yilganda shkala tasvirining qancha bo'limga siljigani topiladi. Bu ish birin-ketin osmadagi barcha yuklar bilan ham qilinadi; osmadagi yuklarning hammasini simga osib bo'lgandan so'ng, ularni yana birin-ketin olib osmaga qo'ya boshlaymiz, bunda ham har gal shkala tasvirining qancha bo'limga siljiganini topamiz. Agar nol nuqta o'zining avvalgi joyiga to'g'ri kelmay qolsa, uning ikkita vaziyatining o'rtachasi olinadi; shkalaning simga birday yuk qo'yilgandagi har ikkala ko'rsatishining ham o'rtachasini olish kerak.
4. Sim uzunligi o'zgarishining yuk o'zgarishiga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafik yasab, bu grafikning to'g'ri chiziq ekanligiga, ya'ni yuk o'zgarishi bilan sim uzunligining o'zgarishi orasida chiziqli bog'lanish (Guk qonuni) borligiga ishonch hosil qilish kerak.
5. O'lchash natijalari bizga simning Δl uzayishini (6) formula yordamida hisoblashga va bunga ko'ra Yung modulining simga turli yuk qo'yilgandagi

qiymatini (3) formuladan hisoblab chiqarishga imkon beradi. Natijalar jadvalga yoziladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Deformatsiya va uning turlari. Deformatsiya tabiati.
2. Guk qonuni. Elastiklik koeffitsiyentlari va modullari. Ularning fizikaviy ma'nosi.
3. Elastiklik chegarasi, oquvchanlik va mustahkamlik chegarasi.
4. Yung moduli, fizik mazmuni, uni tajribada aniqlash yo'llari.
5. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi. Grafik va jadval natijalarini tushuntirish.

ADABIYOT

1. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
2. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.
3. Fizikadan praktikum. / Prof. V.I. Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.

10-ISH. STATIK USUL BILAN STERJENNING BURALISH VA SILJISH MODULLARINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: Maxsus qurilma, tekshiriluvchi sterjen, millimetrli shkala, ruletka, shtangensirkul, har xil massali toshlar, ko'rish trubasi.

Agar uzun bir jinsli sterjenning bir uchini mahkamlab, ikkinchi uchiga buralish kuch momenti M bilan ta'sir qilsak, u holda sterjenning ikkinchi uchi φ burchakka buriladi. Guk qonuniga muvofiq:

$$\varphi = kM, \quad (1)$$

bu yerda k - sterjen materialiga bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, *buralishdagi elastiklik koeffitsiyenti* deb ataladi.

$$f = \frac{1}{\kappa} = \frac{M}{\varphi} \quad (2)$$

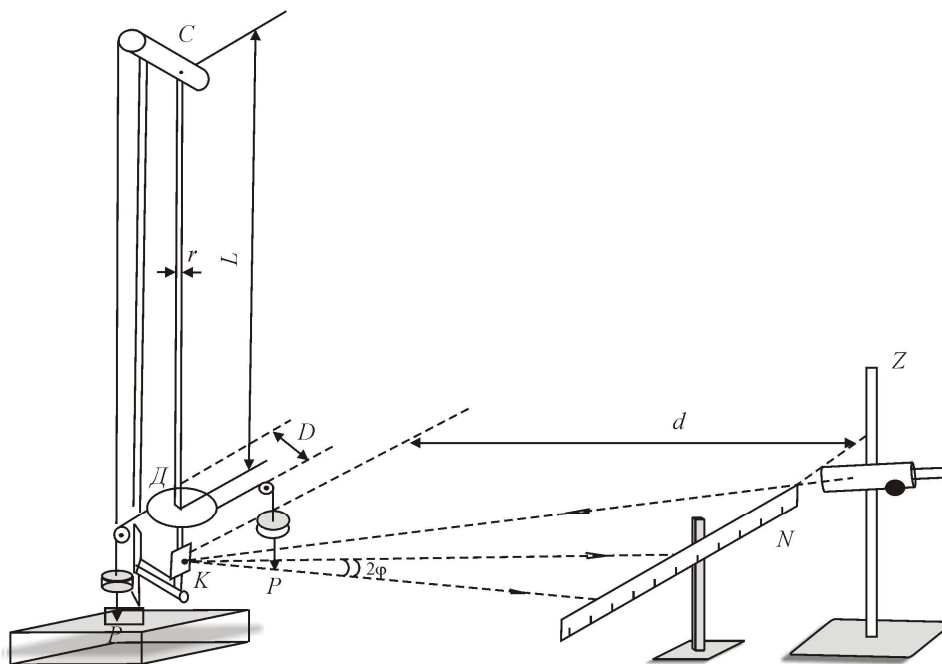
kattalik *buralish moduli* deb ataladi. Bu kattalik *siljish moduli* bilan quyidagicha bog'langan:

$$f = \frac{\pi Gr^4}{2L}, \quad (3)$$

bu yerda G - sterjen materialining siljish moduli, r - sterjen radiusi, L - sterjenning uzunligi.

Mazkur ishda foydalaniladigan qurilmaning tuzilishi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Vertikal C sterjenning yuqoridagi uchi tutqichda mahkamlangan, pastki uchida esa D disk mahkamlangan. Diskka ikkita I iplarning bir uchlari bog'langan. Bu iplarning ikkinchi uchlari B bloklar orqali bir xil kattalikdagi P yuklar ortilishi natijasida sterjenning pastki uchida M buralish momenti hosil qilinadi. Diskka K ko'zgucha o'rnatilgan. Ko'rish trubasi Z dan ko'zgucha orqali N shkala aniq ko'rinishiga erishiladi. Sterjenning buralish burchagi ko'rish trubasi yordamida aniqlanadi.



1-rasm.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Shovun yordamida qurilma vertikal o'rnatiladi.
2. Z ko'rish trubasi N shkala K ko'zgucha orqali aniq ko'rinadigan qilib joylashtiriladi.
3. Yuk quyilmagan holatda ko'rish trubasining ipiga to'g'ri kelgan shkala bo'limi n_0 (nol vaziyat) yozib olinadi.
4. Iplarning uchlari bir xil og'irlikdagi tosh qo'yib, yangi muvozanat holatiga to'g'ri keluvchi shkala bo'linmasi n qayd qilinadi. So'ngra toshlar olinib, yana qaytadan n_0 (nol vaziyat) qayd qilinadi. Bunday o'lchashlar 2, 3 va h.k. yuklar uchun (asta-sekin ko'paytira borib) takrorlanadi.
5. Maksimal yuk bilan o'lchashlar o'tkazilgandan keyin, o'lchashlar teskari tartibda – asta-sekin yuklarni kamaytira borib o'tkaziladi. U yoki bu yukka to'g'ri keluvchi burilish burchagi sifatida ikki yunalishda o'lchangan qiymatlarning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.
6. Juft kuch momenti M bitta ipga ta'sir etuvchi P kuchning disk diametri D ga ko'paytmasi bilan aniqlanadi: $M=P \cdot D$.

7. Ko'zguchaning burilish burchagi yorug'likning qaytish qonuni asosida quyidagicha aniqlanadi: $\operatorname{tg}2\varphi = \frac{\Delta n}{d}$, bunda φ - ko'zguchaning burilish burchagi, $\Delta n = (n - n_o)$ - ko'zgucha φ burchakka burilganda shkala bo'limlarining farqi, d - shkaladan ko'zgugacha bo'lgan masofa. Burilish burchagi kichik bo'lganligi sababli $\operatorname{tg}2\varphi = 2\varphi$. U holda $\varphi = \frac{\Delta n}{2d}$.
8. φ ning M ga bog'liqlik grafigi chiziladi. $f = \frac{M}{\varphi}$ bog'lanish e'tiborga olinib, grafikdan har bir yuk uchun burilish moduli f ning qiymati topiladi. Ularni o'zaro taqqoslab, ularning hammasi taxminan bir xil qiymatga egaligiga, ya'ni quyilgan yuklar chegarasida Guk qonuni bajarilishiga ishonch hosil qilinadi.
9. $G = \frac{4LdDP}{\pi r^4 \Delta n}$ formula yordamida siljish moduli G topiladi.
- 10.(3) formula yordamida f burilish momenti qiymati topilib, u f ning grafikdan topilgan qiymati bilan taqqoslanadi.
11. G va f ning tajribada topilgan qiymatlari adabiyotlardagi jadvallarda keltirilgan qiymatlari bilan taqqoslanadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi.
2. Deformatsiya. Elastik va plastik deformatsiya. Guk qonuni. Elastiklik koeffitsiyenti va moduli.
3. Deformatsiya turlari va ularning elastiklik modullari.

ADABIYOT

1. Fizikadan praktikum / Prof.V.I.Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
2. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
3. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.

11-ISH. MATEMATIK MAYATNIKNING TEBRANMA HARAKAT QONUNLARINI O'RGANISH

Kerakli asbob va materiallar: matematik mayatnik, sekundomer, chizg'ich, shtangensirkul.

Tebranma harakat yoki tebranish deb, vaqt bo'yicha takrorlanadigan harakatga aytiladi. Takrorlanishlar teng vaqtlar oralig'ida bo'lsa, davriy tebranish, aksincha bo'lsa, nodavriy tebranish deyiladi.

Garmonik tebranish deb, sinus yoki kosinus funksiyalari bilan ifodalanadigan tebranma harakatga aytiladi. Garmonik tebranish tenglamalari:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ yoki } x = A \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (1)$$

bu yerda x - tebranish siljishi, A - tebranish amplitudasi, $(\omega t + \varphi_0)$ - tebranish fazasi, φ_0 - tebranishning boshlang'ich fazasi.

Garmonik tebranayotgan nuqtaning tezligi:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0) = v_m \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (2)$$

bu yerda $v_m = A \omega$ - tezlikning amplituda ifodasi.

Garmonik tebranayotgan nuqtaning tezlanishi:

$$a = \frac{dv}{dx} = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d}{dt} A \omega \cos(\omega t + \varphi_0) = -A \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0) = a_m \sin(\omega t + \varphi_0), \quad (3)$$

bu yerda $a_m = -\omega^2 x$ - tezlanishning amplituda ifodasi.

Matematik mayatnik deb vaznsiz va cho'zilmaydigan ipga osilgan moddiy nuqtadan iborat ideallashtirilgan sistemaga aytiladi. Ingichka uzun ipga osilgan kichkina og'ir sharchani matematik mayatnik deb qarash mumkin. Matematik mayatnikning tebranish davri formulasini keltirib chiqaramiz. Mayatnikning tebranish davri deb, bir to'la tebranish uchun ketgan vaqtga aytiladi. Mayatnikning massasini m bilan belgilaylik. Mayatnik vertikalidan biror α burchakka og'irilgan bo'lsin (1-rasm).

Mayatnikni muvozanat vaziyatiga qarab qaytaruvchi kuch og'irlik kuchining ipga tik bo'lgan tashkil etuvchisidir (1-rasm):

$$P_\tau = P \sin \alpha \text{ yoki } P_\tau = -P \sin \alpha = -mg \sin \alpha, \quad (4)$$

bu yerda g - og'irlik kuchi tezlanishi. Minus ishora P_τ qaytaruvchi kuchning x siljishga, ya'ni musbat α burchaklarini o'lchash tomonga teskari yo'nalganligini ko'rsatadi. Chizmada $\sin \alpha = x/l$ bo'lgani uchun (kichik burchaklarda):

$$P_\tau = -mg \sin \alpha = -mgx/l. \quad (5)$$

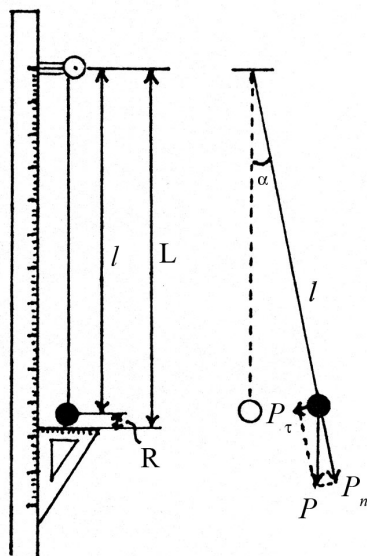
Ikkinchi tomondan, Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan, matematik mayatnik uchun

$$F = ma. \quad (6)$$

(5) va (6) dan $a = -(g/l)x$. (3) dan $a = -\omega^2 x$ bo'lganligi uchun $-\omega^2 x = -(\frac{g}{l})x$.

Bundan $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$. Demak, matematik mayatnikning tebranish davri:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (7)$$



1-rasm.

1-MASHQ. MAYATNIK TEBRANISH DAVRINING AMPLITUDAGA BOG'LIQLIGI

Mayatnikning uzunligini 100 sm qilib olamiz. Unga gorizontaal qilib masshtabli chizg'ichni qo'yamiz va mayatnikni 5 sm ga og'diramiz (1-rasm). $N=20-50$ tebranish uchun ketgan t vaqtni sekundomer bilan o'lchaymiz. Tebranish davrini $T=t/N$ dan hisoblaymiz (N – tebranishlar soni, t – shu tebranishlar uchun ketgan vaqt). Bunday o'lchash va hisoblashlarni kamida 3 marta o'tkazamiz. So'ngra tebranish amplitudasini 10 va 15 sm qilib olib, yuqoridagidek tajribalar o'tkazamiz. Tajriba natijalarini quyidagidek jadvalga yozamiz.

A (sm)	N _o	N	t (s)	T(s)	T _{o'rt} (s)
5	1				
	2				
	3				
10	1				
	2				
	3				
15	1				
	2				
	3				

Har xil amplitudaga tegishli tebranish davrlarini o'zaro taqqoslab, xulosa chiqaramiz. Tajriba natijalaridan og'ish burchagi kichik bo'lganda tebranish davri amplitudaga bog'liq emas degan xulosaga kelish mumkin. Og'ish burchagi katta bo'lganda tebranish davri amplitudaga bog'liq:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right).$$

2-MASHQ. MAYATNIK TEBRANISH DAVRINING UNING UZUNLIGIGA BOG'LIQLIGI

Mayatnikning uzunligi 100-110 sm qilib olinadi. Uning uzunligi quyidagicha o'lchanadi (1-rasm). Vertikal o'rnatilgan chizg'ichga uchburchakli chizg'ich shunday joylashtiriladiki, uning bir kateti vertikal chizg'ichdagi raqamni ko'rsatadigan bo'lsa, ikkinchi kateti sharchaga tegib tursin. Shu usulda mayatnik uzunligi sharchaning pastki nuqtasigacha o'lchanadi. Bu L uzunlikdan sharchaning R radiusi ayirib tashlansa, mayatnik uzunligi l topiladi:

$$l = L - R.$$

Sharchaning radiusi shtangensirkul yordamida aniqlanadi. $N=20-50$ tebranish uchun sarflangan t vaqtni sekundomer bilan o'lchab, tebranish davri $T=t/N$ bo'yicha hisoblanadi. So'ngra mayatnikning uzunligini ikki, uch va to'rt marta kamaytirib, tebranish davrlari yuqoridagidek topiladi. Natijalar quyidagidek jadvalda keltiriladi.

Tajriba №	L, sm	R, sm	l, sm	N	t, s	T, s

Tajribada olingan natijalar asosida tebranish davri kvadrat ildiz ostidagi uzunlikka to'g'ri proporsional ekan degan xulosaga kelamiz.

3-MASHQ. MATEMATIK MAYATNIK YORDAMIDA ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI ANIQLASH

Yuqorida keltirib chiqarilgan

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

formuladan

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}.$$

l va T larni o'lchab shu formula orqali g ni topish mumkin. Lekin mayatnikning uzunligini bevosita o'lchash ancha murakkab vazifadir, chunki sharchaning og'irlik markazini va osilish nuqtasini aniqlashga to'g'ri keladi. Shuning uchun

quyidagicha yo'l tutiladi: Ixtiyoriy uzunlikdagi mayatnik olinib, uning tebranish davri topiladi:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$$

Keyin mayatnik ipi kaltalashtiriladi va, mayatnik uzunligi ulchanib, yana tebranish davri aniqlanadi:

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

Bu tengliklarni kvadratga ko'tarib, keyin bir-biridan ayirib g ga nisbatan yechilsa, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$g = 4\pi^2 \frac{l_1 - l_2}{T_1^2 - T_2^2} \quad (8)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, erkin tushish tezlanishini topish uchun ikki xil uzunliklar farqi bilan tebranish davrlari kvadratining ayirmasini olish kifoya. Bu usulning afzalligi shundan iboratki, ipning uzunligini o'lchash o'rniga uning o'zgarishini o'lchash kifoyadir. Bunda sharchaning radiusi ham o'lchanmaydi. Bularning hammasi o'lchash xatoligini kamaytirib, g ning aniqligini oshiradi.

Ishni bajarishda, birinchi navbatda, to'g'ri burchakli uchburchakning bir katetini shkalaga, ikkinchi katetini sharchaga tekizib, sharchaning biron nuqtasining vaziyati aniqlanadi. Keyin mayatnik kichik burchakka og'dirilib, 80-100 ta tebranish vaqti aniqlanadi va tebranish davri T_1 hisoblanadi. Tajribani bir necha marta takrorlab, o'rtacha arifmetik qiymat olinadi.

So'ngra mayatnik 20-30 sm ga kalta qilinadi, yana sharchaning o'sha joyining vaziyati aniqlanadi va birinchi va ikkinchi vaziyatlari orasidagi farq topiladi. Xuddi oldingi safardagidek, kalta qilingan mayatnikning tebranish davri T_2 aniqlanadi. (8) formula yordamida g hisoblab topiladi. Natijalar jadvalga kiritiladi.

№	T_1 (s)	(l_1-l_2) (sm)	T_2 (c)	g $(\frac{sm}{s^2})$	$g_{o'rt}$ $(\frac{sm}{s^2})$	Δg $(\frac{sm}{s^2})$	$\Delta g_{o'rt}$ $(\frac{sm}{s^2})$	N (%)
1								
2								
3								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Matematik mayatnik. Uning tebranish davri formulasini keltirib chiqarish.
2. Tebranish davrining amplitudaga bog'liqligi.
3. Erkin tushish tezlanishi (tortish kuchi tezlanishi) ning balandlikka va geografik kenglikka bog'liqligi (formulasini keltirib chiqarish).
4. Sun'iy Yer yo'ldoshida va Oyda matematik mayatnik qanday tebranadi?

ADABIYOT

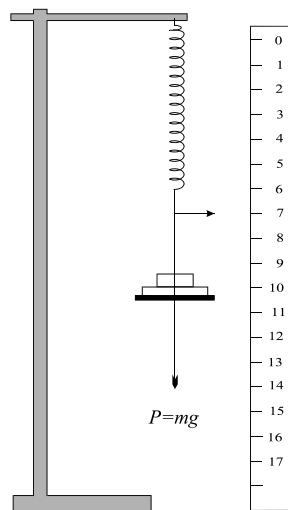
1. Nazirov E.N. va boshq. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T.: O'qituvchi, 1979.
2. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
3. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi: Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.

12-ISH. PRUJINALI MAYATNIKNING XUSUSIY TEBRANISHLARINI O'RGANISH

Kerakli asbob va materiallar: qurilma, har xil prujinalar, yuklar, sekundomer.

Bu ishda prujinali mayatnikning tebranishlari o'rganiladi. Havoda bu tebranishlarni so'nmaydi deb hisoblash mumkin.

Qurilma shtativ va unga mahkamlangan shkaladan iborat bo'lib, shtativga og'irligi har xil bo'lgan yuklar har xil prujinalarda galma-galdan osiladi (1-rasm).



1-rasm.

1-MASHQ. PRUJINANING BIKRLIGINI STATIK USUL BILAN ANIQLASH

Bu usulda prujinaning bikrligi yoki elastiklik koeffitsienti k quyidagi tenglikdan topiladi:

$$k = \frac{P}{\Delta l} = \frac{mg}{\Delta l} ,$$

bu yerda P va m – prujinaga osilgan yukning og'irligi va massasi, $\Delta l = l_2 - l_1$ – prujinaning cho'zilishi, l_1 va l_2 – prujinaning avvalgi va keyingi uzunligi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Garmonik tebranishlar.
2. Mayatniklar. Ularning tebranish davrlari.
3. Erkin va majburiy tebranishlar.
4. So'nuvchi tebranishlar.
5. Qattiq jismlar deformatsiyasi. Elastiklik koeffitsienti.

ADABIYOT

1. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. Mexanika. T.:O'qituvchi, 1981.
2. Strelkov S.P. Mexanika. T.:O'qituvchi, 1977.
3. O'lmasova M.X. va boshq. Fizikadan praktikum /Mexanika va molekulyar fizika. T.: O'qituvchi, 1996.

**13-ISH. OG'IRLIK KUCHINING TEZLANISHINI AG'DARMA
MAYATNIK YORDAMIDA ANIQLASH
(BESSEL USULI)**

Kerakli asbob va materiallar: ag'darma mayatnik, sekundomer.

Og'irlik kuchi tezlanishini topishning bu usuli ag'darma mayatnikda tebranish markazi bilan osilish nuqtasining bir-biriga aylana olish xossasiga asoslangan. Bu xossaning mohiyati shuki, har qanday fizikaviy mayatnikda, shu jumladan ag'darma mayatnikda ham, hamma vaqt shunday ikki nuqta topish mumkinki, mayatnikni shu nuqtalarga galma-gal osib qo'yganda mayatnikning tebranish davri o'zgarmaydi. Bu ikki nuqta oralig'i shu mayatnikning keltirilgan uzunligiga teng bo'ladi.

Agar mayatnikning tebranish amplitudasi kichik bo'lsa, uning bitta to'la tebranish vaqti, ya'ni tebranish davri quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}, \quad (1)$$

bu yerda I - mayatnikning tebranish o'qiga nisbatan inersiya momenti, m - mayatnik massasi, a - osilish nuqtasidan massalar markazigacha bo'lgan masofa.

Boshqa tomondan, Gyuygens-Shteyner teoremasiga asosan:

$$I = I_0 + ma^2, \quad (2)$$

bu yerda I_0 - massalar markazidan tebranish o'qiga parallel qilib o'tkazilgan o'qqa nisbatan inersiya momenti.

(1) va (2) dan

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ma^2}{mga}}.$$

Mayatnikning ikki vaziyati uchun

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{I_o + ma_1^2}{mga_1}} \quad \text{va} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{I_o + ma_2^2}{mga_2}}.$$

Bu tengliklardan

$$T_1^2 ga_1 - T_2^2 ga_2 = 4\pi^2 (a_1^2 - a_2^2)$$

tenglikni topamiz. Bu tenglikda shakl almashtirishlar bajarib, og'irlik kuchi tezlanishi uchun Bessel tenglamasini olamiz:

$$g = \frac{8\pi^2 L}{T_1^2 + T_2^2} \cdot \frac{I}{I + \frac{(T_1^2 - T_2^2)L}{(T_1^2 + T_2^2)(a_1 - a_2)}}, \quad (3)$$

bu yerda $L = a_1 + a_2$.

Agar tebranish davrlari o'zaro teng ($T_1 = T_2 = T$) bo'lsa, bu tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}. \quad (4)$$

Mayatnikning birday davrli tebranish o'qlari orasidagi masofaga teng bo'lgan $L = a_1 + a_2$ miqdor shu ag'darma mayatnikning keltirilgan uzunligining xuddi o'zginasidir. (4) dan ko'rinadiki, g ni ag'darma mayatnik vositasida topishda asosiy masala mayatnikda tebranish davri T ni birdayligicha qoldiradigan tebranish o'qining mayatnik massalar markaziga nisbatan asimmetrik bo'lgan ikki vaziyatini topishdan iborat, bunda bu ikki o'q orasidagi masofa $L = a_1 + a_2$ bo'ladi.

Tebranish davrlarini bir-biriga aniq tenglashtirish juda qiyin. Tebranish davrlari taxminan teng bo'lganda Bessel formulasi og'irlik kuchi tezlanishini ancha sodda va ancha aniq topishga imkon beradi.

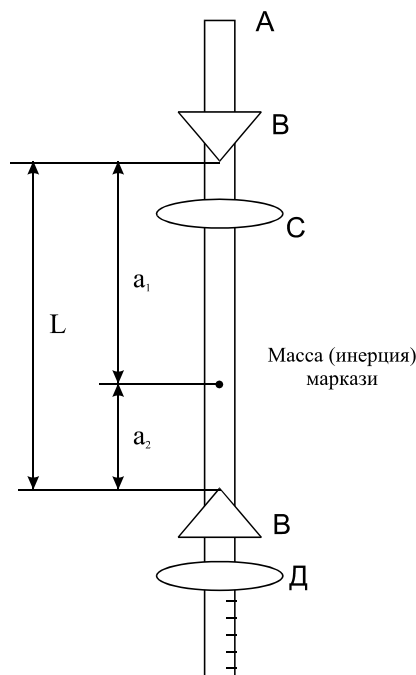
T_1 va T_2 bir-biriga yaqin, a_1 va a_2 miqdorlar esa bir-biridan ko'p farq qilsin (mayatnikning bitta surilgichi g'ovak, ikkinchisi yaxlit bo'lsin). Bu holda a_1 va a_2 miqdorlarni katta (1 mm gacha) aniqlik bilan topishga ehtiyoj qolmasligi (3) va (4) formulalardan ko'rinib turibdi.

AG'DARMA MAYATNIKLAR TAVSIFI

Ag'darma mayatniklar qo'llanilishiga qarab xilma-xil shaklda bo'ladi. Ular uzunligi 1 m dan oshiqroq metall sterjendan iborat bo'lib, bu sterjenning sirti millimetrlarga bo'lingan. Og'ir va yengil surilgichlar hamda tayanch prizmalar sterjen bo'ylab suriladi va ularni sterjenning istalgan joylariga mahkamlab qo'yish mumkin. Surilgichlarni har xil qilib olib, ular sterjenning turli joylariga o'rnatilsa, turli ag'darma mayatniklar hosil bo'ladi.

Bu ishda 1-rasmda tasvirlangan ag'darma mayatnik ishlatiladi. A metall sterjenga B tayanch prizmalar va ular oralig'ida C surilgich siljmaydigan qilib mahkamlangan. Ikkinchi D surilgich sterjenning uchida (prizmalar oralig'idan tashqarida) turadi va noniusli shkala bo'ylab ko'chishi va kerakli vaziyatda qotirilishi mumkin.

Prizmalar orasidagi masofa doimiy bo'lib, uning qiymati sterjenga o'yib yozilgan.



1-rasm.

O'LCHASHLAR

D surilgichning shkaladagi vaziyatini har xil qilib olib, mayatnikning tebranish davrlari sekundomer bilan aniqlanadi. Surilgichni asosiy shkalada 0 dan to 12 bo'lingacha surib, har gal tebranishlar davrini topish kerak. Bu intervalda davrlarni 5 millimetrdan oralatib o'lchash, ya'ni davrlarning o'n bitta qiymatini topish kerak. Har bir davr $N=100$ tebranishga ketgan t vaqtni o'lchab $T=t/N$ formuladan kamida 3 marta aniqlanadi, har gal bu davrlarning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

Keyin esa tebranish davrlari bilan surilgichning mayatnik sterjenidagi vaziyatlari orasidagi bog'lanish grafigi millimetrli qog'ozda chiziladi, bunda absissa o'qiga shkalaning surilgich vaziyatini ko'rsatuvchi bo'limlari, ordinata o'qiga esa tebranishlar davrining qiymatlari qo'yiladi.

So'ngra mayatnikning tebranish o'qi o'zgartiriladi, ya'ni mayatnik ikkinchi tayanch prizmada tebratiladi. Tebranish davrlari oldingi safarda necha marta va qanday o'lchangan bo'lsa, xuddi shunday o'lchanadi. Topilgan tebranish davrlari bilan surilgichning mayatnik sterjenidagi vaziyatlari orasidagi bog'lanish oldingi safarda chizilgan grafikda tasvirlanadi. Grafikda ikkala egri chiziqlarning kesishish nuqtasi qo'zg'aluvchan surilgichning shunday vaziyatini ko'rsatadiki, u shu

vaziyatda turganida mayatnikning ikkala holdagi tebranish davrlarning qiymatlari bir-biriga eng yaqin bo'ladi.

Surilgichning bu vaziyati uchun tebranishlarning T_1 va T_2 davrlari (mayatnikning to'g'ri va ag'darilgan vaziyatida) juda puxtalik bilan aniqlanadi. Mayatnikning 200 tebranishiga ketgan vaqt kamida uch marta o'lchanadi, ulardan tebranishlar davri hisoblab chiqariladi. a_1 va a_2 miqdorlarni aniqlash uchun mayatnik sterjeni maxsus taglikning o'tkir qirrasiga qo'yiladi va mayatnikni gorizontol turadigan qilib muvozanatlash lozim. Mayatnik gorizontol turganda uning og'irlik (massalar) markazi taglik qirrasida turgan bo'ladi. Mayatnikning og'irlik markazidan tayanch prizmalargacha bo'lgan masofalar a_1 va a_2 miqdorlarga teng bo'ladi. Bu masofalar masshtabli chizg'ich bilan millimetrgacha aniqlikda o'lchanadi. (Bevosita prizmalar orasidagi L masofa o'lchansa ham bo'ladi.)

Topilgan qiymatlarni Bessel tenglamasi (4) ga qo'yib, undan og'irlik kuchining tezlanishi qiymati topiladi.

Mayatnik tebranishlarning og'ish burchaklari $4-5^0$ dan ortiq bo'lishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Aks holda tebranish davri amplitudaga ham bog'liq bo'lib qoladi va (1) formula hamda undan keltirib chiqarilgan Bessel tenglamalari bajarilmaydi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Matematik va fizik mayatniklar. Ularning tebranish davri.
2. Fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb nimaga aytiladi?
3. Gyuygens-Shteyner teoremasi.
4. Og'irlik kuchi tezlanishini ag'darma mayatnik bilan o'lchashning matematik mayatnik bilan o'lchashdan qanday afzalligi bor?
5. Nega mayatnikning burchak amplitudasi $4-5^0$ dan oshmasligi kerak?

ADABIYOT

1. Fizikadan praktikum: Mexanika va molekulyar fizika / Prof. V.I. Iveronova tahriri ostida. T.: O'qituvchi, 1973.
2. Nazirov E.N. va boshq. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. T.: O'qituvchi, 1979.
3. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.

14-ISH. YUMALOVCHI SHARCHA USULI BILAN BOTIQ SIRTNING EGRILIK RADIUSINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: Botiq sferik sirt, metall sharchalar, sekundomer va shtangensirkul.

1-rasmdagi ABC botiq sirtning eng pastki nuqtasiga joylashgan sharchaning og'irlik (massalar) markazi shu sharchaning muvozanat holatidir. Agar ushbu sharchani o'z muvozanat holatidan chetga chiqarib qo'yib yuborilsa, u o'zining muvozanat holati atrofida tebranadi. Agar sharcha bilan botiq sferik sirt orasida ishqalanish bo'lmaganda edi, vaqtning o'tishi bilan tebranish amplitudasi o'zgarmas edi. Bu holda sharchaning tebranishi oddiy garmonik tebranish bo'lar edi.

Sharchaning A va C nuqtalardagi potensial energiyaning o'zgarish ifodasini topamiz. Faraz qilaylik, sharcha A yoki C nuqtada joylashgan bo'lsin, bunda u B muvozanat holatdan h balandlikka ko'tarilgan bo'ladi. Bunda A yoki C nuqtaga ko'tarilgan sharchaning potensial energiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$E_{\text{pot}} = mgh, \quad (1)$$

bu yerda m - sharchaning massasi, h - sharcha ko'tarilgan balandlik.

R_0 - sferik sirtning radiusi bo'lsa, Pifagor teoremasidan foydalanib, 1-rasmdan quyidagi ifodani aniqlaymiz:

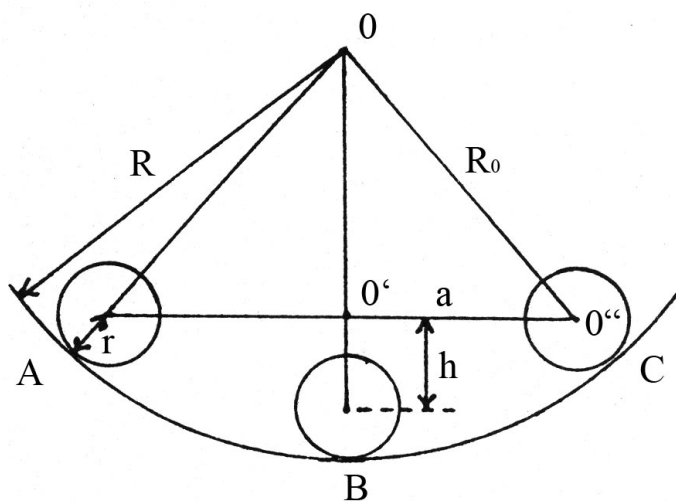
$$a^2 + (R_0 - h)^2 = R_0^2$$

yoki

$$a^2 = 2R_0h - h^2.$$

$h^2 \ll R_0$ bo'lsa, $h^2 = 0$, u holda $a^2 = 2R_0h$, bundan

$$h = \frac{a^2}{2R_0}. \quad (2)$$



1-rasm.

(2) va (1) asosan, A yoki C nuqtada joylashgan sharchaning potensial energiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$E_{pot} = \frac{a^2}{2R_0} mg. \quad (3)$$

Sharchaning B nuqtadagi v tezligi:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d(a \sin \omega t)}{dt} = a \omega \cos \omega t.$$

Bundagi $a \cdot \omega = v_0$ - sharchaning B nuqtadagi maksimal tezligidir.

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

bu yerda T - sharchaning tebranish davri. Bundan

$$v_0 = \frac{2\pi}{T} a. \quad (4)$$

Sharchaning ilgari lama harakatidagi kinetik energiyasi (4) ga asosan

$$E'_{kin} = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{2\pi a}{T} \right)^2. \quad (5)$$

$$v = \omega \cdot r,$$

(bu yerda r – sharcha radiusi) bo'lganligi uchun sharchaning o'z o'qi atrofida aylanishining burchak tezligi:

$$\omega = \frac{v_0}{r}.$$

(4) ga asosan

$$\omega = \frac{2\pi a}{Tr}. \quad (6)$$

Aylanish o'qiga nisbatan sharchaning inersiya momenti:

$$I = \frac{2}{5} \cdot mr^2. \quad (7)$$

Sharning o'z o'qi atrofida aylanishining kinetik energiyasi:

$$E''_{kin} = \frac{1}{2} I \omega^2. \quad (8)$$

(6) va (7) dagi qiymatlarini (8) ga qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$E''_{kin} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} mr \left(\frac{2\pi a}{T} \right)^2 \frac{1}{r^2}. \quad (9)$$

Sferik sirtning B nuqtasida sharchaning to'la kinetik energiyasi $E_{kin} = E'_{kin} + E''_{kin}$, (5) va (9) ga asosan, quyidagicha ifodalanadi:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \left(\frac{2\pi a}{T} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} mr^2 \left(\frac{2\pi a}{T} \right)^2 \frac{1}{r^2}.$$

Bundan

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{5} m \left(\frac{2\pi a}{T} \right)^2. \quad (10)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, sharchaning egri sirtning A yoki C nuqtasidagi to'liq potensial energiyasi harakatlanayotgan sharchaning to'la kinetik energiyasiga teng bo'ladi:

$$E_{pot} = E_{kin}.$$

(3) va (10) asosan

$$\frac{1}{2}mg\frac{a^2}{R_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{5}m\left(\frac{2\pi a}{T}\right)^2.$$

Bundan

$$R_0 = \frac{5}{7} \cdot \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2. \quad (11)$$

(11) tenglamadagi R_0 – egri sirtning egrilik markazidan sharchaning markazigacha bo'lgan masofa. Botiq sferik sirtning R egrilik radiusini aniqlash uchun R_0 ga sharchaning radiusi r ni qo'shish kerak:

$$R = R_0 + r \quad (12)$$

yoki

$$R = \frac{5}{7} \frac{g}{4\pi^2} T^2 + r. \quad (13)$$

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Botiq sferik sirtni va sharchani quruq latta bilan artib tozalash kerak.
2. Sharchani botiq sirtida tebratib, uning tebranish davri T ni $T=t/N$ (t - tebranish vaqti, N – tebranishlar soni) dan topiladi.
3. Shtangensirkul bilan sharchaning radiusi r topiladi.
4. (13) tenglama yordamida botiq sirtning egrilik radiusi topiladi.
5. Tajribani har xil radiusli sharchalar bilan uch martadan takrorlab, R ning o'rtacha qiymatini va xatolarni hisoblab topish kerak.
6. Natijalarni quyidagidek jadvalga yozish kerak.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ishchi formulani keltirib chiqaring.
2. Egrilik radiusi, egrilik markazi va sferik sirt nima?
3. Sharning inersiya momentini keltirib chiqaring.
4. Tebranma harakat tenglamasi va tezligi.

ADABIYOT

1. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.
2. Strelkov S.P. Mexanika T.: O'qituvchi, 1977.

15-ISH. SO'NUVCHI TEBRANISHLARNI O'RGANISH

Kerakli asbob va materiallar: diskli mayatnik, shkala, yuklar, sekundomer.

Tebranayotgan jism ishqalanish, aniqrog'i qarshilik kuchlari ta'sirida asta-sekin tebranishdan to'xtaydi. Demak, tebranayotgan jismning energiyasi qarshilik kuchini yengishga sarflanib, issiqlikka aylanadi. Agar tebranishda qarshilik kuchi juda kichik deb hisoblasak, u holda tebranish davri T qarshilik bo'lmagan paytdagi tebranish davri T_0 ga teng deb hisoblash mumkin.

Prujinali mayatnikning erkin so'nuvchi tebranishlarini qaraymiz. Mayatnikning tebranishlari erkin bo'lsa, mayatnik tashqi kuchlar tomonidan muvozanat holatidan chiqarilib o'z holiga qo'yilgan bo'lsa, unga faqat kvazielastik kuch bilan muhitning qarshilik kuchi ta'sir qiladi.

Kichik tebranishlarda muhitning qarshilik kuchi F_q tebranishlar tezligiga v proporsional deb hisoblash mumkin, ya'ni:

$$F_q = -rv = -r\dot{x},$$

bunda r – muhitning qarshilik koeffitsienti deb ataluvchi o'zgarmas kattalik, tenglikdagi minus ishora F_q bilan v qarama-qarshi yo'nalganini bildiradi, x - siljish. Bu holda mayatnikning harakat tenglamasi Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x}, \quad (1)$$

bunda m - tebranayotgan jism massasi, k - prujinaning bikrligi. Bu tenglamaning yechimini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$x = A_0 e^{\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0), \quad (2)$$

bunda A_0 va φ_0 lar boshlang'ich sharoitlarga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattaliklar, ya'ni boshlang'ich amplituda va boshlang'ich fazalar,

$$\beta = r/2m \quad (3)$$

- *so'nish koeffitsienti* deb ataladi va u berilgan vaqt ichida so'nish tezligini xarakterlaydi, $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$ - so'nuvchi tebranishlarning siklik chastotasi, ω_0 - sistemaning erkin tebranishlari (ishqalanish bo'lmagandagi) siklik chastotasi.

A va φ ning istalgan qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$A = \sqrt{x^2 + \frac{(v_0 + \beta x)^2}{\omega^2}}; \quad \text{tg } \varphi = \frac{x_0 \omega}{v_0 + x_0 \beta},$$

bu yerda x_0 va v_0 - ko'chish va tezlikning $t=0$ dagi qiymati. Tebranayotgan jismning harakat tenglamasi (2) dan ko'rinib turibdiki, x ning ishorasi davriy ravishda o'zgarib turadi. Demak, yukning harakati davriy tebranma harakatdir. Uning tebranish davri quyidagicha teng:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{\beta}{\omega_0}\right)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\beta}{\omega_0}\right)^2}}, \quad (4)$$

bu yerda $T_0 = 2\pi/\omega_0$ - ishqalanish kuchi bo'lmagan tebranishdagi erkin tebranish davridir. T – *so'navchi tebranishning shartli davri* deb ataladi.

β/ω_0 nisbat kichik bo'lganligi uchun (4) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$T = T_0 \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{\beta}{\omega_0} \right)^2 \right]. \quad (5)$$

Amplitudaning $e \approx 2,73$ marta kamayishi uchun ketgan τ vaqtni *relaksasiya vaqti* deyiladi. Ta'rifga asosan, $e^{-\beta\tau} = e^{-1}$, bundan $\beta\tau = 1$. Demak, $\beta = \frac{1}{\tau}$, ya'ni so'nish koeffitsienti relaksasiya vaqtiga teskari kattalik bo'lib, u qancha katta bo'lsa, so'nish shuncha tez sodir bo'ladi.

So'nish koeffitsienti β ham, relaksasiya vaqti τ ham tebranuvchi sistemani xarakterlamaydi. Davrga bog'liq ravishda bir xil τ vaqtda har xil sistemalar har xil sonda tebranish qiladi. Shuning uchun sistemaning tebranishlar soniga bog'liq ravishda so'nishini baholash uchun so'nish koeffitsienti emas, balki dekrement yoki logarifmik dekrement ishlatiladi.

Bir davrga farq qiluvchi ketma-ket olingan tebranishlar amplitudalarining nisbatiga *so'nish dekrementi* (δ), uning natural logarifmi esa *so'nishning logarifmik dekrementi* (λ) deb ataladi:

$$\delta = \frac{A(t)}{A(t+T)} = \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = e^{\beta T}, \quad (6)$$

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T. \quad (7)$$

So'nishning logarifmik dekrementi berilgan tebranuvchi sistema uchun o'zgarmasdir. So'nish koeffitsienti tebranishning vaqt birligida so'nishini ifodalasa, so'nishning logarifmik dekrementi bir davrga teng bo'lgan vaqt ichida so'nishini bildiradi.

Dekrementdan tashqari *tebranuvchi sistemaning aslligi* (Q) degan kattalik ham kiritiladi:

$$Q = \frac{\pi}{\lambda}. \quad (8)$$

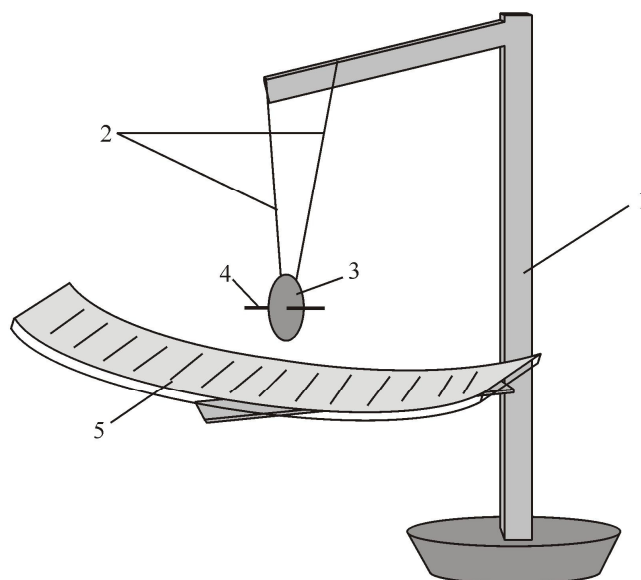
Tebranuvchi sistemaning aslligi shu sistemaning to'liq energiyasining T davrga teng vaqt ichidagi yo'qotgan energiyasi nisbatiga teng:

$$Q = 2\pi \frac{E}{W_n}$$

Dekrement va asllik o'lchamlikka ega emas.

O'LCHASHLAR

Ushbu ishda so'nish dekrementi katta bo'lgan mayatnik ishlatiladi. Uning ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Mayatnik: 1 – asosi, 2 – bifilyar osma, 3 – disk, 4 – qo'shimcha yuk osadigan sterjen, 5 – shkala.

1 - MASHQ. SO'NUVCHI TEBRANISHNING DEKREMENTI VA LOGARIFMIK DEKREMENTINI ANIQLASH

Mayatnik muvozanat holatdan chap yoki o'ng tomonga taxminan 15-20 bo'linga chetlatib qo'yib yuboriladi. Bir-biridan bir davrga farq qilgan ketma-ket bir nechta tebranishlarning amplitudasi aniqlanadi. Bu amplitudalar bir necha marta aniqlanib, amplituda bilan vaqt orasidagi bog'lanish grafigi chiziladi. So'nish dekrementi va logarifmik dekrementi (6) va (7) formulalardan aniqlanadi.

Natijalar quyidagidek jadvalda keltiriladi.

Taj-riba	A (t)	A (t+T)	δ	λ
1				
2				
3				

2-MASHQ. SO'NUVCHI TEBRANISHNING SO'NISH KOEFFITSIENTINI VA ASLLIGINI ANIQLASH

So'nishning logarifmik dekrementini va o'rtacha tebranish davrlari ($N=5-10$ ta tebranish uchun ketgan t vaqtni o'lchab, $T=t/N$ dan) ni topib, (7) va (8) formulalardan so'nish koeffitsienti β ni va aslligi Q ni aniqlaymiz. Natijalarni quyidagidek jadvalga yozamiz..

Taj-riba	λ	T, s	β	Q
1				
2				
3				

3-MASHQ. SO'NISH DEKREMENTI, LOGARIFMIK DEKREMENTI VA KOEFFITSIENTI HAMDA TEBRANISH ASLLIGINING MAYATNIK MASSASIGA BOG'LIQLIGINI O'RGANISH. MUHITNING QARSHILIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Tebranayotgan mayatnikka har xil massali yuklar qo'yib, δ , λ , β va Q lar aniqlanadi. (3) formuladan tebranishlar sodir bo'layotgan muhitning qarshilik koeffitsienti r hisoblab topiladi. Natijalar quyidagidek jadvalga yoziladi va tahlil qilinadi.

Tajriba	m, kg	$A(t)$	$A(t+T)$	δ	λ	T, s	β	Q	$r, (N \cdot s)/m$
1									
2									
3									

NAZORAT SAVOLLARI

1. So'nuvchi tebranishlar. Garmonik bo'lmagan so'nuvchi tebranishlar tenglamasi.
2. So'nuvchi tebranishlarning amplitudasi va chastotasi.
3. So'nish dekrementi va logarifmik dekrementi hamda tebranuvchi sistema aslligining fizik ma'nosi.
4. Mayatnik havoda emas, suvda tebratilsa, qaysi qiymatlari o'zgaradi va qaysi qiymatlari o'zgarmasdan qoladi?

ADABIYOT

1. Strelkov S.P. Mexanika T.: O'qituvchi, 1977.
2. Savelyev I.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom. T.: O'qituvchi, 1973.

16-ISH. TEBRANISHLARNING SO'NISHIDAN DUMALANISH ISHQALANISH KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

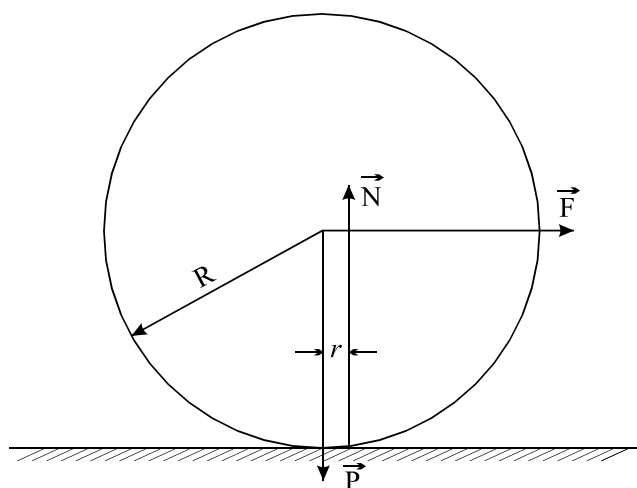
Kerakli asbob va materiallar: Lebedev qurilmasi, har xil ishqalanish koefitsientiga ega bo'lgan materiallar.

Silindr (g'ildirak) biron sirtida g'ildiraganda sirt bilan silindrning simmetrik bo'lmagan deformatsiyasi tufayli sirt bilan silindr orasida ishqalanish vujudga keladi. Bunda tayanch sirtning reaksiya kuchi silindrning og'irlik markazi orqali o'tmaydi, balki harakat yo'nalishidan biroz oldinga siljigan bo'ladi (1-rasm).

Buning natijasida tayanch reaksiyasining silindr o'qiga nisbatan M momenti hosil bo'ladi:

$$M = kN, \quad (1)$$

bu yerda N - tayanch sirtning reaksiya kuchi bo'lib, u son jihatdan silindr og'irligiga teng; k - dumalanish ishqalanish koefitsienti bo'lib, u uzunlik birligi o'lchamiga ega bo'ladi. Aslida k dumalanish ishqalanish koefitsienti tayanch bosim kuchining silindr o'qiga nisbatan yelkasini bildiradi.



1-rasm.

Texnikada esa ishqalanish kuchi F_{ishq} ning quyidagi ifodasidan foydalaniladi:

$$F_{ishq} = k \frac{P}{R}, \quad (2)$$

bu yerda P – silindr (g'ildirak) og'irligi, R – silindr (g'ildirak) radiusi.

F_{ishq} ishqalanish kuchi hamisha ishqalanuvchi jismlarning urinish tekisligiga parallel bo'ladi.

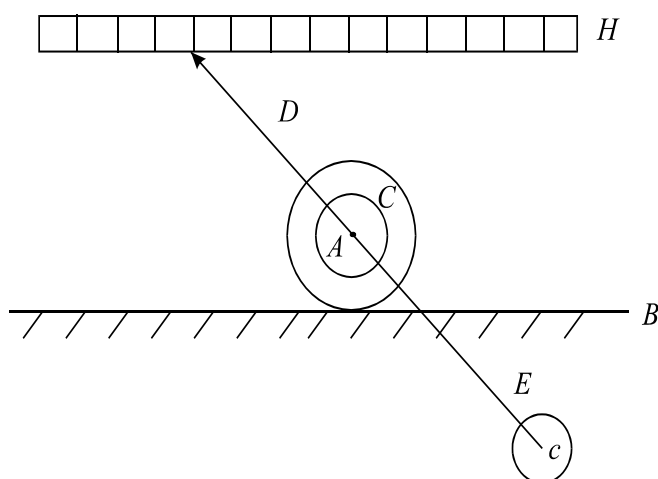
Dumalayotgan jismning harakatiga qarshilik qilayotgan kuchning harakat sodir bo'layotgan yuzaning qanday materialdan qilinganiga, harakatlanayotgan jismning tezligiga, bosim kuchiga bog'liq bo'lgani uchun bu kuchni o'lchashda

murakkab bog'lanishlarni ko'zda tutishga to'g'ri keladi. Dumalanishda ikkala sirt bir-biriga nisbatan deformatsiyalanadi, shuning uchun ishqalanish kuchining kattaligi ikki sirtning elastikligiga ham bog'liqdir. Ba'zi hollarda ishqalanish kuchining kattaligini molekulyar bog'lanishlar orqali tushuntiriladi.

(1) va (2) larni ishqalanish kuchini topadigan eng oddiy tenglamalar deb qarash mumkin. Ishqalanish kuchini hamma hollarda topishga imkon beradigan umumiy formula hozircha yo'q.

LEBEDEV QURILMASI

Bu ishda dumalanish ishqalanish koeffitsienti S.F.Lebedev taklif qilgan usuldan foydalanib topiladi. Lebedev qurilmasida B metall plita ustiga A yog'och silindr qo'yilgan (2-rasm). Silindrga E va D sterjenlar mahkamlangan. D sterjen H shkalaga strelka bo'lib xizmat qiladi. E sterjenga yuk osilgan. Qurilmaning harakatlanuvchi qismini mayatnik deb qarash mumkin. Uni muvozanat holatdan chiqarib qo'yib yuborsak, u chiziqsiz so'nuvchi tebranma harakat qiladi. Bunda silindr o'qi ilgarilanma, silindrning o'zi esa shu o'q atrofida aylanma harakat qiladi.



2-rasm.

Shuning uchun sterjenning shkala bo'yicha chetlanishi ikkita chetlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi (3-rasm):

$$a_1 = R \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (3)$$

$$a = L \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (4)$$

bu yerda α - silindrning burilish burchagi, R - silindrning radiusi, L - silindrning aylanish o'qidan shkalagacha bo'lgan masofa, a_1 - silindr aylanish o'qining muvozanat vaziyatdan chetlanishi, a - silindrning o'qi atrofida aylanishi natijasida hosil bo'lgan siljish.

Yig'indi chetlanish:

$$S = a_1 + a = (R + L) \operatorname{tg} \alpha. \quad (5)$$

$R \ll L$ bo'lganda R ni hisobga olmasak ham bo'ladi va shkala bo'yicha siljish quyidagiga teng bo'ladi:

$$S = a = Ltg\alpha. \quad (6)$$

Agar $\alpha \ll 5^\circ$ bo'lsa, boshlang'ich chetlanish va n ta to'liq tebranishdan keyingi chetlanish:

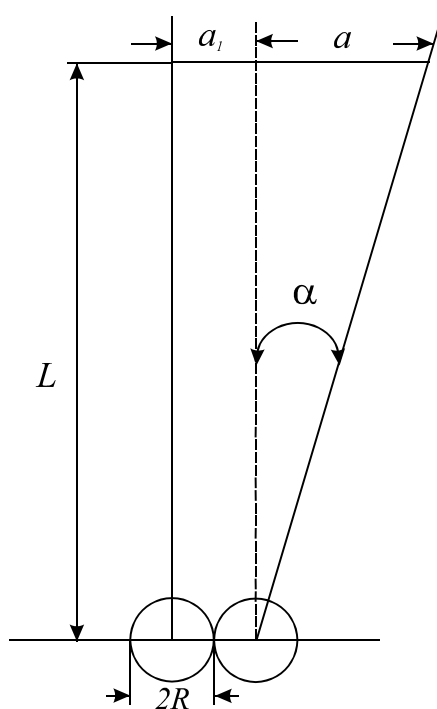
$$\alpha_o = \frac{a_o}{L}; \quad \alpha_n = \frac{a_n}{L}. \quad (7)$$

Ma'lum tebranish davrida chetlanish burchagining kamayishi dumalanish ishqalanish koeffitsientini hisoblab topishga imkon beradi. Silindr tagiga har xil materialdan qilingan sirlarni qo'yish mumkin. Bu esa turli materiallar juftligi uchun dumalanish ishqalanish koeffitsientini aniqlashga va ularni o'zaro taqqoslashga imkon beradi.

Lebedev qurilmasida dumalanish ishqalanish koeffitsientini hisoblaydigan formulani chiqaramiz. Buning uchun bu koeffitsientni mayatnik tebranish tezligiga bog'liq emas deb qaraymiz va energiyaning saqlanish qonunidan foydalanamiz. Mayatnikning boshlang'ich chetlanish burchagi α_0 bo'lganda, uning potensial energiyasi quyidagicha ifodalanadi (4-rasm):

$$E_{p0} = Ph = Pl(1 - \cos \alpha_o), \quad (8)$$

bu yerda h - mayatnik og'irlik markazining vertikal bo'ylab ko'chishi, P - mayatnikning og'irligi, l - mayatnikning og'irlik markazi bilan o'qi orasidagi masofa.



3-rasm.

Bir to'liq tebrangandan keyin mayatnikning potensial energiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$E_{p1} = Pl(1 - \cos \alpha_1), \quad (9)$$

bu yerda α_1 - mayatnikning bir to'liq tebranishdan keyingi chetlanish burchagi.

Shu vaqtdagi potensial energiyaning kamayishi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta E = 2Pl \left(\sin^2 \frac{\alpha_o}{2} - \sin^2 \frac{\alpha_1}{2} \right). \quad (10)$$

$\alpha < 5^\circ$ bo'lganda

$$\Delta E = 0,5 \cdot P \cdot l (\alpha_o^2 - \alpha_1^2). \quad (11)$$

Energiya, havoning qarshilik kuchini hisobga olmaganimizda, dumalanish ishqalanish kuchini yengishda bajarilgan ish hisobiga kamayadi. Mayatnik bir to'liq tebranganda bajarilgan ishni quyidagicha yozish mumkin (5-rasm):

$$\Delta A = P \cdot \kappa (\alpha_o + \alpha_o^1 + \alpha_o^1 + \alpha_1), \quad (12)$$

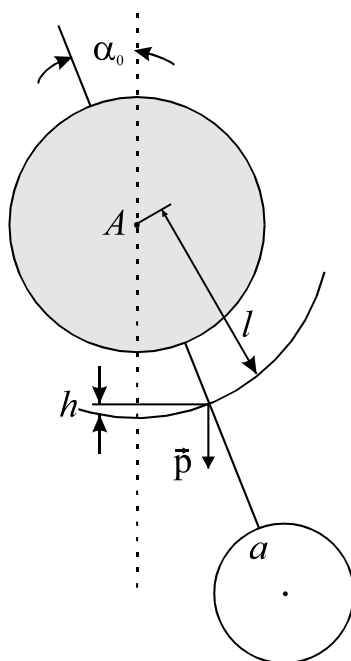
bu yerda κ - dumalanish ishqalanish koeffitsienti, α_o^1 - yarim tebranishdan keyingi burilish burchagi.

Bu formuladagi α_o^1 ni yo'qotamiz. $\Delta\alpha$ yarim tebranish davrdagi burilish burchagining kamayishi bo'lsin. Bundan foydalanib quyidagini yozish mumkin:

$$\alpha_o^1 = \alpha_o - \Delta\alpha; \quad \alpha_1 = \alpha_o^1 - \Delta\alpha. \quad (13)$$

(12) va (13) tenglamalardan

$$\Delta A = 2 \cdot P \cdot \kappa (\alpha_o + \alpha_1). \quad (14)$$



4-rasm.

(11) va (14) tenglamalarni o'zaro tenglashtirsak:

$$\kappa = \frac{1}{4} \cdot l (\alpha_o - \alpha_1). \quad (15)$$

n ta to'liq tebranishlar uchun (15) quyidagicha yoziladi:

$$k = \frac{1}{4} l (\alpha_0 - \alpha_n) \frac{1}{n}. \quad (16)$$

(7) tenglamadan foydalanib (16) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$k = \frac{1}{4} \cdot \frac{l}{n} \cdot \frac{a_0 - a_n}{L}. \quad (17)$$

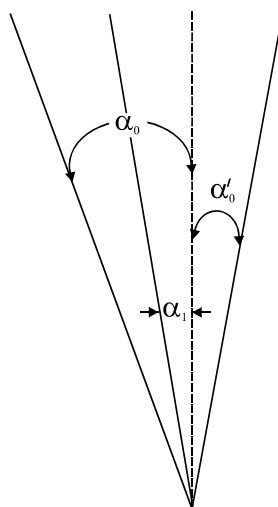
Lebedev qurilmasida dumalanish ishqalanish koeffitsientini topishda (17) formuladan foydalaniladi.

O'LCHASHLAR

(17) tenglama yordamida dumalanish ishqalanish koeffitsientini hisoblash uchun Lebedev qurilmasida quyidagi kattaliklarni o'lchash kerak:

1. Mayatnikning boshlang'ich chetlanishi (a_0).
2. n marta to'liq tebrangandan keyingi mayatnikning chetlanishi (a_n).
3. To'liq tebranishlar soni (n).

l va L qiymatlar qurilmada berilgan.



5-rasm.

Oldindan ($a_0 - a_n$) farqni tanlab olish qulayroq, shunda faqat n ni hisoblash qoladi. Ushbu qurilmada dastlabki chetlanishni 2,5 sm va oxirgi chetlanishni 1,0 sm qilib olish tavsiya etiladi. Bu vaqtda ($a_0 - a_n$) = 1,5 sm bo'ladi. Mayatnikning amplitudasi 1,5 sm ga kamayguncha to'liq tebranishlar soni n aniqlanadi. Tajriba kamida 3 marta takrorlanadi. Tajribadan olingan natijalarni (17) tenglamaga qo'yib k hisoblanadi. Mayatnikni qo'l bilan zarur bo'lgan miqdorgacha chetlantiriladi. Qurilmadagi yog'ochdan yasalgan silindrning tagidagi taglikni boshqa materialdan qilingan tagliklarga almashtirib, har xil materiallar (metall-yog'och, yog'och-yog'och, rezina-yog'och va boshq.) uchun dumalanish ishqalanish koeffitsientini topish mumkin.

Ushbu ishda yog'och-metall, yog'och-yog'och, yog'och-rezina hollari uchun dumalanish ishqalanish koeffitsienti topiladi. Har xil materiallar uchun topilgan k larni o'zaro va adabiyotlarda berilgan qiymatlari bilan taqqoslanadi. Tajribada yo'l qo'yilgan xatolar topiladi.

Har bir hol uchun olingan natijalar quyidagidek jadvalga yoziladi.

№	a_0 , sm	a_n , sm	n	$a_0 - a_n$, cm	k, sm	$k_{o'rt}$, sm	Δk , sm	$\Delta k_{o'rt}$, sm	N, %
1									
2									
3									

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi. Lebedev qurilmasi.
2. Ishqalanish va uning turlari (quruq va suyuq, ichki va tashqi va boshq).
3. Tinch holatdagi, sirpanish va dumalanish ishqalanishlar.
4. Ishqalanish kuchining paydo bo'lish sabablari.
5. Nima uchun sirt moylanganda ishqalanish kuchi kamayadi?
6. Ishqalanishning foydali va zararli tomonlari.

ADABIYOT

1. Strelkov S.P. Mexanika. T.: O'qituvchi, 1977.
2. Sivuxin D.V. Umumiy fizika kursi. 1-tom: Mexanika. T.: O'qituvchi, 1981.

ILOVA

BA'ZI FIZIK KATTALIKLAR QIYMATLARI

1. 0^oS temperatura va normal bosimda ba'zi gazlarning zichligi

Gaz	Zichlik, kg/m ³	Gaz	Zichlik, kg/m ³
Azot	1,2507	Karbonat angidrid	1,9768
Vodorod	0,0899	Kislorod	1,4290
Geliy	0,1786	Havo*	1,2928

*t^oS temperaturadagi va N mm sim.ust. bosimidagi quruq havoning zichligi

$$\rho = \frac{0,0012932}{1 + 0,00367 \cdot t} \cdot \frac{H}{760}$$

formuladan topiladi.

2. Ba'zi suyuqliklarning zichligi
(normal bosim va 20^oS temperaturada)

Suyuqlik	Zichlik, 10 ³ kg/m ³	Suyuqlik	Zichlik, 10 ³ kg/m ³
Atseton	0,792	Kreozot moyi	1,04-1,10
Benzin	0,68-0,72	Mashina moyi	0,90-0,92
Benzol	0,879	Parafin moyi	0,87-0,88
Vazelin moyi	0,80	Simob	13,55
Glitserin	1,260	Skipidar moyi	0,87
Kanakunjut moyi	0,95	Suv	0,99823
Kerosin	0,82	Etil spirti	0,79

3. Suvning turli temperaturalardagi zichligi

t, ^o C	ρ, kg/m ³	t, ^o C	ρ, kg/m ³	t, ^o C	ρ, kg/m ³
0	999,87	12	999,52	24	997,32
1	999,93	13	999,40	25	997,07
2	999,97	14	999,27	26	996,81
3	999,99	15	999,13	27	996,54
4	1000,00	16	998,97	28	996,26
5	999,99	17	998,80	29	995,97
6	999,97	18	998,62	30	995,67
7	999,93	19	998,43	31	995,37
8	999,88	20	998,23	32	995,05
9	999,81	21	998,02	33	994,72
10	999,73	22	997,80	34	994,40
11	999,63	23	997,57	35	994,06

**4. Ba'zi qattiq jismlarning zichligi
(normal bosim va 20⁰S temperaturada)**

Modda	Zichlik, 10 ³ kg/m ³	Modda	Zichlik, 10 ³ kg/m ³
Alyuminiy	2,70	Parafin	0,82-0,91
Bronza	8,7-8,9	Platina	21,37
Volfram	18,6-19,1	Po'kak	0,22-0,26
Grafit	1,9-2,3	Po'lat	7,7-8,0
Jez	8,3-8,7	Rux	6,92
Kauchuk	0,92-0,96	Slyuda	2,6-3,2
Kvars	2,65	Temir	7,87
Kremniy	2,42	Cho'yan	6,6-7,3
Kumush	10,42-10,59	Shisha (oddiy)	2,4-2,8
Marmar	2,52-2,84	Shisha (flintglas)	3,0-5,9
Mis	8,93	Ebonit	1,8
Muz (0 ⁰ S da)	0,917	Qalay	7,29
Mum	0,95-0,99	Qand	1,59
Olmos	3,4-3,6	Qog'oz	0,70-1,15
Oltin	19,3	Qo'rg'oshin	11,34
Osh tuzi	2,08-2,20		

**5. Dengiz sathi balandligidagi og'irlik kuchi tezlanishining
turli geografik kengliklardagi qiymatlari (m/s² larda)**

Kenglik	0 ⁰	1 ⁰	2 ⁰	3 ⁰	4 ⁰	5 ⁰	6 ⁰	7 ⁰
0 ⁰	9,7803	9,7803	9,7804	9,7804	9,7806	9,7807	9,7809	9,7811
15 ⁰	9,7838	9,7843	9,7847	9,7852	9,7858	9,7863	9,7869	9,7875
30 ⁰	9,7932	9,7940	9,7948	9,7956	9,7965	9,7973	9,7982	9,7990
45 ⁰	9,8062	9,8071	9,8080	9,8089	9,8098	9,8107	9,8116	9,8124
60 ⁰	9,8191	9,8199	9,8207	9,8214	9,8222	9,8229	9,8236	9,8242
75 ⁰	9,8287	9,8291	9,8295	9,8299	9,8302	9,8306	9,8309	9,8311

Kenglik	8 ⁰	9 ⁰	10 ⁰	11 ⁰	12 ⁰	13 ⁰	14 ⁰
0 ⁰	9,7813	9,7816	9,7819	9,7822	9,7825	9,7829	9,7833
15 ⁰	9,7882	9,7888	9,7895	9,7902	9,7909	9,7917	9,7924
30 ⁰	9,7999	9,8008	9,8017	9,8026	9,8035	9,8044	9,8053
45 ⁰	9,8133	9,8142	9,8150	9,8159	9,8167	9,8175	9,8184
60 ⁰	9,8248	9,8255	9,8261	9,8266	9,8272	9,8277	9,8282
75 ⁰	9,8314	9,8316	9,8318	9,8319	9,8320	9,8321	9,8321

**6. Ba'zi jismlarning normal bosim va 20⁰S temperaturada
Yung (E) va siljish (G) modullari hamda
Puasson koeffitsientlari (ν)**

	E, 10 ⁹ Pa	G, 10 ⁹ Pa	ν
Alyuminiy	63-70	25-26	0,329-369
Beton	15-40	7-17	0,32-0,36
Volfram	342-400	88-215	-
Jez	98	36	0,36
Kauchuk	0,008	0,003	0,46
Kumush	80,5	26	0,38-0,41
Mis (taxtalangan)	108	39	0,31-0,34
Oltin	79	29	0,42
Platina	147	61	0,39
Po'lat (legirlangan)	206	80	0,25-0,30
Po'lat (uglerodli)	195-205	78	0,24-0,26
Rezina (yumshoq)	0,0015-0,005	0,0005-0,0015	0,46-0,49
Titan	116	44	0,32
Cho'yan (oq)	113-116	44	0,23-0,27
Shisha	49-78	17,5-20	0,2-0,3
Qo'rg'oshin (qo'yima)	16,2	5,6	0,45

7. Sirpanish ishqalanish koeffitsienti (f_s)

Ishqalanuvchi sirtlar	f_s
Bronza ustida bronza sirpanganda	0,2
Bronza-po'lat (moylanmagan)	0,18
Bronza-po'lat (moylangan)	0,02-0,08
Yog'och-yog'och	0,25-0,5
Jez-temir	0,2
Muz-muz	0,028
Mis-cho'yan	0,27
Po'lat-temir	0,19
Po'lat-muz (konki)	0,02-0,03
Po'lat-po'lat	0,18
Po'lat-cho'yan	0,16
Rezina-cho'yan	0,83
Rezina (shina)-qattiq yer	0,4-0,6
Temir-temir	0,34
Cho'yan-cho'yan	0,16

8. Dumalanish ishqalanish koeffitsiyenti (f_d)

Ishqalanuvchi sirtlar	f_d , sm
Po'lat-po'lat	0,001-0,002
Po'lat rels bo'ylab po'lat gardishli g'ildirak dumalaganda	0,05
Po'lat rels bo'ylab cho'yan g'ildirak dumalaganda	0,12
Yog'och bo'ylab yog'och g'ildirak dumalaganda	0,16
Tezligi 80 km/soat bo'lgan avtomobil g'ildiragi-asfalt	0,02

FOYDALANILGAN VA TAVSIYA ETILGAN ADABIYOTLAR

1. Fizikadan praktikum. Mexanika va molekulyar fizika / Prof. V.I.Iveronova tahriri ostida. Toshkent: O'qituvchi, 1973. 379 b.
2. Mo'minov M., Haydarov H. Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. Toshkent: O'qituvchi, 1971. 336 b.
3. Nazirov E.N., Xudayberganova Z.A., Safiullina N.X. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. Toshkent: O'zbekiston, 2001. 286 b.
4. Fizika praktikumidan metodik ko'rsatmalar. Mexanika. 1-qism / Tuzuvchilar: B.M.Maxmudov, A.A.Yusupov, M.H.Hamroqulov, K.I.Komilov. Samarqand: SamDU nashriyoti, 1988. 43 b.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1-ish. Noniuslarni o'rganish.....	4
2-ish. Sferometr yordamida plastinkaning qalinligini va linzaning egrilik radiusini aniqlash.....	10
3-ish. Analitik tarozida tortish.....	13
4-ish. Suyuqliklarning solishtirma og'irligi va zichligini piknometr yordamida aniqlash.....	20
5-ish. Qattiq jismlarning solishtirma og'irligi va zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlash.....	23
6-ish. Jismlarning erkin tushish qonunlarini o'rganish.....	27
7-ish. Aylanuvchi diskning inersiya momentini aniqlash.....	29
8-ish. Jismning inersiya momentini trifilyar osma yordamida aniqlash.....	31
9-ish. Yung modulini cho'zilish deformatsiyasidan aniqlash.....	35
10-ish. Statik usul bilan sterjenning buralish va siljish modullarini aniqlash.....	38
11-ish. Matematik mayatnikning tebranma harakat qonunlarini o'rganish.....	41
12-ish. Prujinali mayatnikning xususiy tebranishlarini o'rganish.....	45
13-ish. Og'irlik kuchi tezlanishini ag'darma mayatnik yordamida aniqlash (Bessel usuli).....	47
14-ish. Yumalovchi sharcha usuli bilan botiq sirtning egrilik radiusini aniqlash.....	51
15-ish. So'nuvchi tebranishlarni o'rganish.....	54
16-ish. Tebranishlarning so'nishidan dumalanish ishqalanish koeffitsientini aniqlash.....	58
Ilova. Ba'zi fizik kattaliklar qiymatlari.....	64
Foydalanilgan va tavsiya etilgan adabiyotlar.....	68

Mexanikadan praktikum

(Uslubiy qo'llanma)

Muharrir: *Q. Meliev*
Musahhah: *E. Qulahmedov*
Texnik muharrir: *G. Asrorova*

_____ da bosishga ruxsat etildi.
_____ buyurtma, _____ bosma taboq,
hajmi 60x84 1/16. Adadi _____ nusxa.

SamDU Nashr-matbaa markazi bosmaxonasida chop etildi.
Samarqand sh., Universitet xiyoboni, 15.