

H.O. Jo‘rayev, X.A. Fayziyeva

**FIZPRAKTIKUM (MEXANIKA)
FANIDAN LABORATORIYA
MASHG‘ULOTLARI**

O‘QUV QO‘LLANMA

*O‘quv qo‘llanma oliy o‘quv yurtining 60530500-Fizika ta’lim yo‘nalishi
talabalari uchun mo‘ljallangan*

**“KAMOLOT” nashriyoti
Buxoro-2025**

UO‘K: 531/534(07)

KBK: 22.3я73

J71

H.O. Jo‘rayev, X.A. Fayziyeva. Fizpraktikum (Mexanika) fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari/ [Matn]: o‘quv qo‘llanma / H.O. Jo‘rayev, X.A. Fayziyeva - Buxoro : “BUXORO DETERMINANTI”MCHJning Kamolot nashriyoti, 2025. - 100 b.

Taqrizchilar:

Q.S.Saidov-Buxoro davlat universiteti Fizika kafedrası dotsenti, f-m.f.n

D.E.Hayitov-Buxoro muhandislik texnologiya instituti “Aniq fanlar” kafedrası dotsenti

ISBN: 978-9910-764-04-2

Ushbu o‘quv qo‘llanma Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2025-yil 09-iyuldagi 258-sonli buyrug‘iga asosan nashrga ruxsat berildi.



© “KAMOLOT” nashriyoti

© H.O. Jo‘rayev

© X.A. Fayziyeva

MUNDARIJA

Kirish.....	4
Laboratoriya ishlarini o'tkazishda texnika xavfsizligi bo'yicha qisqacha qoidalar.....	5
Laboratoriya mashg'ulotlari va ularni tashkil qilish usullari.....	5
O'lchash xatoliklari haqida tushuncha.....	6
Laboratoriya ishi №1. Gorizontal burchak ostida harakatlar.....	11
Laboratoriya ishi №2. Maxovik g'ildirakning inersiya momentini aniqlash.....	16
Laboratoriya ishi №3. Oberbek mayatnigi yordamida aylanma harakat uchun dinamikaning asosiy qonunini o'rganish.....	21
Laboratoriya ishi №4. Maksvell mayatnigining harakatini o'rganish	26
Laboratoriya ishi №5. Elastiklik modulini egilishdan aniqlash.....	33
Laboratoriya ishi №6. Trifilyar mayatnik yordamida jismning inersiya momentini aniqlash.....	40
Laboratoriya ishi №7. Ag'darma mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.....	45
Laboratoriya ishi №8. Noelastik to'qnashuvda energiya va impuls-ikki shoxsimon yorug'lik datchigi bilan o'lchash.....	50
Laboratoriya ishi №9. Girooskop pretsessiyasini o'rganish.....	53
Laboratoriya ishi №10. Girooskop chayqalishi	62
Laboratoriya ishi №11. Havodagi tovush tezligining haroratga bog'liqligini o'rganish.....	69
Laboratoriya ishi №12. Qattiq jismlarning chiziqli o'lchamlari va zichligini shtangensirkul va mikrometr yordamida aniqlash.....	75
Laboratoriya ishi №13. Matematik mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.....	82
Laboratoriya ishi №14. Elastiklik modulini cho'zilishdan o'rganish.....	83
Laboratoriya ishi №15. Qattiq jismning zichligini gidrostatik tortish usulida aniqlash.....	88
Ilovalar.....	92

KIRISH

Ta'lim sohasida amalga oshirilayotgan islohatlar. Ta'lim sifatini tubdan o'zgartirilmoqda. Ta'lim sifatini oshirishning eng zaruriy qismlaridan biri bu laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarni sifatini va samarasini oshirishda. Ayniqsa aniq fanlardan laboratoriya ishlarini bajarish uchun zarur laboratoriya anjomlari bilan jihozlanmoqda. Bugungi kunda ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish sifatini oshirish, ta'lim jarayoniga zamonaviy o'qitish uslublarini joriy qilish, iqtidorli o'quvchilarni saralash, mehnat bozoriga raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash, ilmiy tadqiqot va innovatsiyalarni rivojlantirish hamda amaliy natijadorlikka yo'naltirishga katta e'tibor qaratilmoqda.

Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora tadbirlari to'g'risidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining №-5032 sonli qaroriga asosan fizika fani bo'yicha zamonaviy darsliklarni yaratish yaxshi yo'lga qo'yilmagan, o'quv adabiyotlarning mazmuni fan va texnika taraqqiyotining bugungi darajasini yetarli qamrab olmagan, masalalar to'plami, praktikum, laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha qo'llanmalar, multimediyada dasturlarini yaratishga e'tibor qaratilmaganligi nazarda tutilgan.

Ta'lim muassasalarini zamonaviy laboratoriyalar, darsliklar o'quv jihozlari bilan ta'minlash, ilm-fan va ishlab chiqarish sohalari o'rtasida o'zaro yaqin muloqot va hamkorlikni yo'lga qo'yish hamda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 29 dekabrda Oliy majlisida belgilangan :

2021-2023 yillarda fizika fanlari bo'yicha ta'lim sifatini oshirish va fizika sohasidagi ilmiy tadqiqotlarning natijadorligini ta'minlash bo'yicha kompleks chora-tadbirlar dasturiga asosan umumta'lim muassasalariga fizika fanini o'qitish sifatini oshirish, darsliklar va o'quv qo'llanmalarini takomillashtirishga asosan ushbu o'quv qo'llanma yaratildi.

Fizika fanidan ushbu qo'llanmada kiritilgan laboratoriya ishlari 60530900-Fizika ta'lim yo'nalishlari uchun mo'ljallangan bo'lib, unda 15 ta laboratoriya ishlari jamlangan. Ushbu laboratoriya yo'riqnomalarida ishning maqsadi, kerakli asbob va jihozlari, ishning nazariy qismi, ishni borish tartibi va ba'zi tajribalar tahlili keltirilgan. Bu ishlarni bajaruvchi bo'lajak mutaxassislar, turli texnologik jarayonlarni xarakterlovchi fizik kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni ham sifat, ham miqdor jihatdan aniqlash imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Laboratoriya ishlarini bajarish ketma-ketligi, olingan natijalarni hisoblash haqidagi ma'lumotlar, ba'zi laboratoriya ishlarining virtual laboratoriya havolalari ham qo'llanmada o'z aksini topgan bo'lib, fizik doimiylar va kattaliklar jadvallari unga ilova qilingan.

LABORATORIYA ISHLARINI O‘TKAZISHDA TEXNIKA XAVFSIZLIGI BO‘YICHA QISQACHA QOIDALAR

Talaba laboratoriya ishini bajarishda quyidagi qoidalariga rioya qilishi kerak:

1. Laboratoriyada ishlaganda asbob-uskunalarni ehtiyot qilgan holda ozodalikka, saranjomlikka, tinchlikka va xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilish lozim.

2. Mashg‘ulot paytida talaba yakka o‘zi tajriba o‘tkazish mumkin emas.

3. Tajribani o‘qituvchining ruxsati bilan boshlash lozim.

4. Har bir laboratoriya ishi uchun lozim bo‘lgan o‘lchagich va kerakli asboblari shu ishga tegishli joyda bo‘lishi kerak.

5. Laboratoriya ishini bajarishda elektr quvvati zarur bo‘lganda undan foydalanish qoidalariga amal qilish lozim.

6. Har bir laboratoriya ishiga tegishli qurilma, asboblari laborant va o‘qituvchi tomonidan tekshirilishi kerak.

7. Har bir talaba o‘ziga topshirilib bajarilishi lozim bo‘lgan ish yonida bo‘lishi kerak.

8. Tajriba ishi tugatilgandan so‘ng talaba olingan natijalarni o‘qituvchiga ko‘rsatishi shart va laboratoriya ishiga tegishli bo‘lgan asbob va buyumlarni laborantga topshirishi kerak.

LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI VA ULARNI TASHKIL QILISH USULLARI

Laboratoriya mashg‘ulotlari nazariya va amaliyotni bog‘lovchi, ularning birligini ta‘minlovchi asosiy omil bo‘lib, talabalarning bilimlarini mustahkamlash bilan bir qatorda o‘lchov asboblari bilan ishlash va tajriba o‘tkaza bilish ko‘nikmalarini shakllantirishda va rirojlantirishda katta ahamiyat kasb etadi. Oliy o‘quv yurtlarida o‘tkaziladigan laboratoriya mashg‘ulotlarini uch usulda tashkil qilish mumkin: umumiy, aralash va siklli.

Umumiy usul. Har bir talaba darsda o‘tilgan mavzuga tegishli muayyan bir ishni bajarish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Ushbu usul darsni tashkil qilish va o‘tkazishni, dars davomida talabalarning faoliyatini boshqarib borishni yengillashtiradi. Umumiy usul laboratoriyalarda bir xil qurilmalardan bir nechta bo‘lganda laboratoriya xonalarining kengaytirilishi va barcha talabalarning bir xil mazmunli va bir tarkibdagi vazifalarni bajara olishiga sharoit tug‘dirilishini talab qiladi. Bundan

tashqari laboratoriya ishlarining bir xilligi, qiyin o'zlashtiradigan talabalarning fikrlash qobiliyatini chegaralaydi.

Laboratoriya mashg'ulotlarining aralash bajarish usuli. Har bir talaba darsda o'tilgan yoki o'tilmaganidan qat'iy nazar alohida-alohida laboratoriya ishlarini bajaradi. Bu ishlarning mazmuni ham, bajarish usuli ham turlicha. Laboratoriya va dars mavzularining bir-biri bilan mos kelmasligi talabalarning tegishli adabiyot bilan mustaqil ishlashga o'rgatadi, fikrlash jarayonlarini aktivlashtiradi.

Siklli usul. Bu usulda esa amaliyotga kiritilgan laboratoriya ishlari, mexanika kursining ma'lum bilimlari asosida yoki biron-bir fizik kattalikning turli o'lchash usullarini umumlashtirish yo'li bilan birlashtirilib tashkil qilinadi. Laboratoriya ishlarining yoki dars mashg'ulotining matnini moslashtirish laboratoriya ishlarini birlashtirishda unumli variantlarni qo'llash imkonini beradi. Yuqorida bayon etilgan usullarni tahlil qilish texnika oliy o'quv yurtlarida fizikadan o'tkazilgan laboratoriya mashg'ulotlarini siklli usulda olib borish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

O'LCHASH XATOLIKLARI HAQIDA TUSHUNCHA

Biz qo'llayotgan o'lchov asboblari va sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmagani tufayli har qanday o'lchash natijalari ma'lum bir darajadagina aniqlikka ega bo'ladi. Shuning uchun ham, o'lchash natijalari bizga o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatini emas, taqribiy qiymatinigina beradi. O'lchashni o'lchov birligining qanday eng kichik ulushigacha ishonchli bajarish mumkin bo'lsa, ana shu o'lchash natijasining aniqlik darajasi bo'ladi. O'lchash aniqligining darajasi bu o'lchashda ishlatilayotgan asboblarga, o'lchashning umumiy usullariga bog'liq bo'ladi: biron muayyan sharoitda erishilishi mumkin bo'lgan aniqlikdan ham aniqroq natijalar olish uchun urinish vaqtni bekorga sarflash demakdir. Odatda, o'lchanayotgan kattalikning 0,1 foizigacha aniqlik bilan kifoyalansa bo'ladi. Eng oxirgi natijaning aniqligini oshirish uchun har qanday fizik o'lchashni bir martagina emas, balki tajriba o'tkazayotgan sharoitini o'zgartirmay turib, bir necha marta takrorlash lozim. Haqiqatdan ham biz o'lchashda va sanoqda hamma vaqt ozmi yoki ko'pmi xato qilamiz. Bu xatoliklar ikki sababga ko'ra yuz berishi mumkinligidan, ular ikki guruhga: hamma vaqt bo'ladigan (sistemali) va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

Sistemali xatoliklar o'lchov asboblarning buzuqligi, o'lchash usulining noto'g'riligini yoki kuzatuvchining biror xato qilib qo'yishi natijasida yuz beradi. Ravshanki, o'lchashni bir necha marta takrorlash, baribir bu xatolar ta'sirini kamaytirmaydi. Bu xatoliklarni yo'qotish uchun, o'lchash usuliga tanqidiy ko'z bilan qaray bilish, asboblarga aniq qarab turish va ish bajarishni amalda yaratilgan qoidalarga qattiq rioya qilish kerak bo'ladi.

Tasodifiy xatoliklar esa tajriba o'tkazuvchi har qanday kishining sanoq vaqtida mutlaqo ixtiyorsiz qilib qo'yishi mumkin bo'lgan xatosi natijasida vujudga keladi. Bu xatoliklarga sezgi organlarimizning uncha yaxshi takomillashmaganligini va o'lchash vaqtida yuz beradigan (oldindan e'tiborga olinishi mumkin bo'lmagan) boshqa ko'pgina hollar sabab bo'ladi. Tasodifiy xatoliklar ehtimollar nazariyasining qonunlariga bo'ysinadi.

O'lchashlarning absolyut va nisbiy xatoliklari: biror kattalikni bir marta o'lchanganda olingan natija shu kattalikni haqiqiy qiymatidan katta bo'lib qolsa, u holda bu kattalikni keyingi o'lchashlardan birining natijasi, ehtimol haqiqiy qiymatda kichik bo'lib chiqishi mumkin. Bunday holda ayni bir kattalikni bir necha marta o'lchash natijasida tasodifiy xatoliklarning kamayishi mutlaqo ravshan, chunki haqiqiy qiymatdan bir tomonga chetlanishlardan ko'proq bo'lishining ehtimoli ortiq emas. Shuning uchun ham, juda ko'p o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik qiymati, o'lchash natijalarining har qaysisidan ko'ra, o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinroq bo'ladi. Faraz qilaylik, ayrim kattaliklarni o'lchash talab etilsin:

Ayrim o'lchashlarning natijalari $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ bo'lsin, n - alohida o'lchashlar soni. U holda bu natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_n \quad (1)$$

Bu miqdor o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga eng yaqin bo'ladi. Har bir alohida o'lchashlarning bu o'rtacha qiymatidan farqi, ya'ni:

$$|\bar{x} - x_1| = \Delta x_1$$

$$|\bar{x} - x_2| = \Delta x_2$$

$$|\bar{x} - x_3| = \Delta x_3$$

$$|\bar{x} - x_n| = \Delta x_n$$

Bular alohida o'lchashlarning absolyut xatoligi deyiladi. Bu xatoliklarning ishorasi har xil bo'ladi. Ular ham musbat, ham manfiy bo'lishi mumkin. O'rtacha absolyut xatolikni hisoblash uchun, ayrim xatoliklar son qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

$$\Delta \bar{x} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots + \Delta x_n}{n} \quad (2)$$

$\frac{\Delta x_1}{x_1}, \frac{\Delta x_2}{x_2} \dots$ nisbatlarga ayrim o'lchashlarning nisbiy xatoliklari deyiladi. O'rtacha absolyut xatolikning o'lchanayotgan kattalikni o'rtacha arifmetik qiymatiga nisbati o'lchashning o'rtacha nisbiy xatoligi (ε) deyiladi. $\varepsilon = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}}$

Nisbiy xatolik foizlarda ifodalanadi:

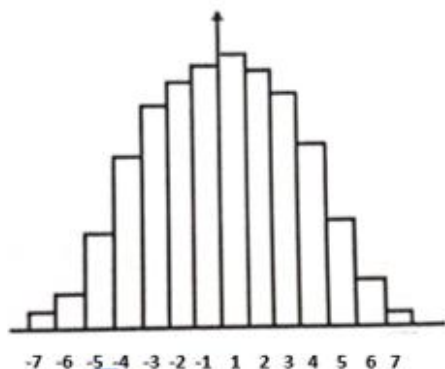
$$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

Xatoliklarni hisoblash nazariyasi: Faraz qilaylik, tasodifiy xatoliklarni o'z ichiga olgan bir qancha tajriba natijalari: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ qiymatlar aniqlangan bo'lsin. Bir qancha natijalar olinganda, ma'lum hisoblashlar orqali tasodifiy xatolikning, o'lchash natijasiga ta'siri kamaytiriladi. Tasodifiy xatolikning eng kichik qiymatini aniqlaydigan usul mavjud bo'lib, uni tushuntirish uchun, xatoliklarni taqsimlanish grafigini chizamiz (1-rasm). Absissa o'qiga turli natijalarda yo'l qo'yilgan xatoliklar qiymatini joylashtiramiz. Bu o'qni 1,-1,2,-2 va hokazo intervallarga ajratamiz. Yo'l qo'yilgan tasodifiy xatolik qiymati musbat va manfiy qiymatlarni qabul qiladi. Ordinata o'qiga esa xatolik berilgan intervallarga tushuvchi voqealar sonini qo'yamiz. Tajribada olingan zinasimon maksimumli siniq chiziqlardan iborat bo'ladi. Uning maksimumiga kichik qiymatli xatoliklar intervaliga mos keladi. Xatolikning qiymati ortib borgan sari bunday voqealar kam uchraydi yoki uchramasligi mumkin. Har bir xatolik intervaliga to'g'ri keluvchi to'rtburchakning yuzasi yoki uning balandligi voqealar soniga proporsionaldir. Agar tajribalar sonini orttirib borsak, ajratilgan intervallar kengligi kamayib borib, oxiri 1- rasmdagi siniq chiziq tekis o'zgaruvchan 1-egri chiziqqa intiladi. Hosil bo'lgan chiziq – "Gauss" egri chizig'i deb ataladi.

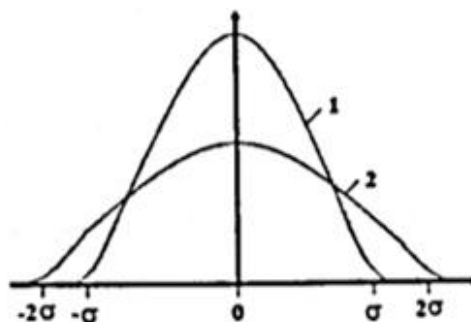
Sifatli o'lchashlarda "Gauss" egri chizig'ining maksimum qiymati kichik xatoliklarda juda tez o'sadi (2-rasm, 1-egri chiziq). Sifatsiz o'lchashlarda "Gauss" egri chizig'ini maksimumi kamayib, uning kengligi ortadi (2-rasm, 2-egri chiziq).

Xatolikning Δx qiymati $\Delta x_1 < \Delta x < \Delta x_2$ intervalda yotgan voqealar soni egri chiziqni shu interval bilan chegaralangan yuzasi orqali aniqlanadi. 2- rasmda ordinata o'qidan bir xil $\pm \sigma$ masofada joylashgan ikkita vertikal chiziq o'tkazamiz. Bu oraliqqa "Gauss" egri chizig'ining 68 % qismi joylashsin. Shu yo'l bilan topilgan σ ning qiymati **standart (yoki o'rtacha kvadratik) xatolik** deyiladi. 2-rasmdan ko'rinadiki, 100

ta voqeadan 68 tasidan xatolik, standart xatolikdan kichik va 32 voqeadan esa undan katta bo'ladi. Tajriba xatoligi voqeaning va 99,7 % ehtimolligi bo'lganda $\pm 3\sigma$ dan ortmasligini ko'rsatish mumkin.



1-rasm



2-rasm

Ba'zan bu quyidagicha talqin qilinadi: voqeaning ehtimolligi 68 % bo'lganda xatolik qiymati bilan $\pm\sigma$ intervalda, ehtimolligi 95 % da - $\pm 2\sigma$ intervalda, ehtimolligi 99,7 % da - $\pm 3\sigma$ intervalda yotadi.

Ehtimolliklar nazariyasida σ ni tajribadagi chetlanishlar orqali hisoblash mumkinligi ko'rsatilgan, ya'ni

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n}} \quad \text{yoki} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 \quad (4)$$

Bu yerda $x_i - i$ – tajribada olingan fizik kattalikning qiymati, n – tajribalar soni, $\bar{x} - x$ ning o'rtacha arifmetik qiymati. Shunday qilib, standart xatolikning kvadrati ayrim o'lchashdagi chetlanishlar kvadratlari o'rtacha qiymatiga teng.

Ehtimollik nazariyasi shuni ko'rsatadiki, 1- formula bilan aniqlanadigan tajriba natijasining o'rtacha xatoligi $\sigma_{o'r.}$ tajribalar soni n ortib borishi bilan kamayadi va bu quyidagiga teng:

$$\sigma_{o'r.} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Tajribalar soni ortib borishi bilan musbat va manfiy xatoliklar bir-birini yaxshiroq kompensatsiya qilib, izlanayotgan o'rtacha qiymat haqiqiy qiymatga yaqinlashib boradi. (5) – formuladagi σ ning o'rniga (4) – formulaning ifodasini qo'yamiz:

$$\sigma_{o'r.} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum (\bar{x} - x_i)^2} = \frac{1}{n} \sqrt{\sum (\bar{x} - x_i)^2} \quad (6)$$

Tajriba natijasidan izlanayotgan fizik kattaliklarning o'rtacha qiymati va standart xatoligi topilgandan so'ng, izlanayotgan qiymatini quyidagicha yozamiz:

$$x = \bar{x} \pm \sigma$$

Tajribalar soni ortib borishi bilan faqat tasodifiy xatolik kamayib boradi. Biz hozirgacha e'tiborga olmagan sistematik xatolik esa tajribalar soni ortishi bilan o'zgarmaydi. Masalan, shkalasi noto'g'ri belgilangan lineyka bilan har qancha o'chamaylik, aniq natijani ola olmaymiz.

Shunday qilib, berilgan vazifada bir nechta tajriba olishni o'ylab olish kerak. Hech qachon bitta yoki ikkita tajribalar soni bilan chegaralanish kerak emas. Agar tajriba natijalarida farq sezilsa, sababini bilish uchun yana tajribani 2-3 marta qaytarish kerak. Biror tajriba noto'g'ri o'lchanganlik sezilsa, uni tashlab yuborish. Bir nechta tajribalar olinib, shu yo'l bilan sistematik xatolikni kamaytirish mumkin.

Sistematik xatolikning qiymati $\Delta_{sist.}$. Aniqlangan taqdirda, to'la xatolik ehtimollik nazariyasiga ko'ra quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\sigma_{to'liq} = \sqrt{\Delta_{sist.}^2 + \sigma^2} \quad (7)$$

Sistematik xatolikni e'tiborga olish natijasida, tajriba natijasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$x = \bar{x} \pm \Delta_{to'la} \quad (8)$$

(7) formuladan ko'rinadiki, agar sistematik xatolik $\Delta_{sist.} = 2\sigma$ bo'lgan taqdirda, tasodifiy xatolikni e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Bu holda tajribalar sonini ko'p olmasa ham bo'ladi va to'la xatolik sistematik xatolikka teng bo'ladi.

Laboratoriya ishi. №1. Gorizontal burchak ostida harakatlar.

Ishning maqsadi: a) Uchish uzoqligini otish burchagining funksiyasi sifatida aniqlash; b) Ko'tarilish balandligini otish burchagining funksiyasi sifatida aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Katta proyeksion qurilma	336 56
2. Qisqich (2 dona)	301 06
3. Vertikal shkala, 1 m.....	311 22
4. Po‘lat o‘lchov lentasi, 2 m.....	311 77
5. Laboratoriya tagligi	300 76
6. Lotok, 552 x 197 x 48 mm	649 42
7. Kvars qum 1 kg	309 00 743



NAZARIY QISM

Tajribada m massali po‘lat sharcha gorizontga α burchak ostida ϑ_0 boshlang‘ich burchak ostida otilgan bo‘lsin. Po‘lat sharchaning gravitatsiya maydonidagi harakatining tekislikdagi proyeksiyasi (1-rasm) quyidagi tenglama bilan tavsiflanadi:

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = m \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix} \quad (1)$$

Bu yerda $\vec{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ radius vector, m - po‘lat sharcha massasi, $\vec{F} = m \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$ -po‘lat sharchaga ta’sir qiluvchi kuch.

Quyidagi boshlang‘ich shartlar asosidagi

$$\vec{r}(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{va} \quad \vec{v}(0) = \begin{pmatrix} \vartheta_0 \cdot \cos \alpha \\ \vartheta_0 \cdot \sin \alpha \end{pmatrix}$$

(1) tenglama yechimi po‘lat shar koordinatalarining t vaqt funksiyasi kabi ifodalanadi:

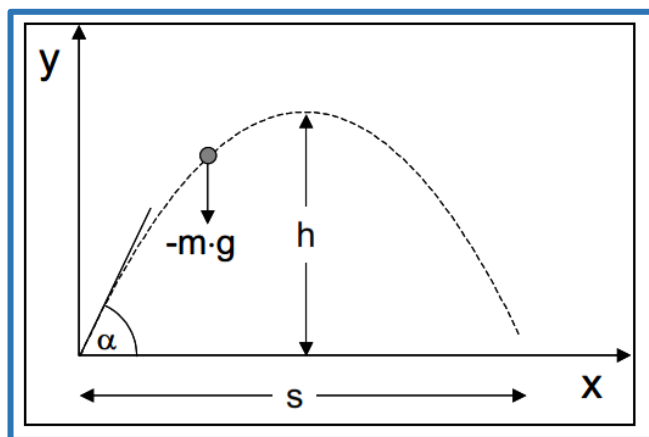
$$\begin{aligned} x(t) &= \vartheta_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y(t) &= \vartheta_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Bularni S uchish masofasi va h maksimal ko‘tarilish balandligining h og‘ish burchagi α va ϑ_0 boshlang‘ich tezlikka bog‘liq tenglamalar kabi ifodalash mumkin:

$$S = \frac{\vartheta_0^2}{g} \sin 2\alpha \quad (3)$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha \quad (4)$$

Bu tajribada uchish uzoqligi S va h maksimal ko'tarilish balandligi α og'ish burchagining funksiyasi sifatida v_0 boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymati uchun aniqlangan.



1-rasm: Moddiy nuqtaning gravitatsiya maydonidagi harakati. (1) tenglama asosida bo'ladigan harakatning tanlangan koordinatalar sistemasida tavsiflanishi.

Texnika xavfsizligi: Proyeksion qurilma yorlig'idagi texnika xavfsizligi bo'yicha tavsiyalar bilan tanishing. Qurilmani o'rnatishda yoki ish jarayonida barmoqlaringizning xavfli zonalarda bo'lishiga yo'l qo'ymang. Qo'lingizni jaraholashdan saqlaning!

Ishni bajarish tartibi.

1. Proyeksion qurilmani 2-rasmda ko'rsatilganday stolga o'rnatish.
2. Latokni laboratoriya tagligiga o'rnatish.
3. Qumning to'shalma sathi proyeksion qurilmadagi sharcha sathi (10 sm) bilan bir xil sathda bo'lsin.
4. Trayektoriya h maksimal ko'tarilish balandligini o'lchash uchun shoxsimon asosga shkala o'rnatish.

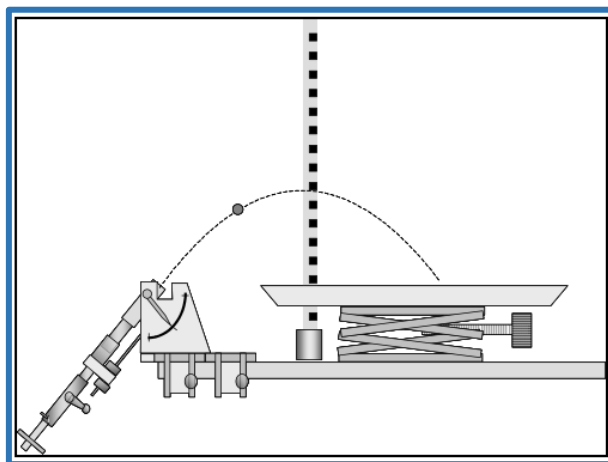
a) Uchish uzoqligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

1. Berilgan boshlang'ich v_0 tezlikda s uchish uzoqligining α otilish burchagiga bog'liqligini o'lchang.

2. Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holati y'ani v_0 boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma: Sharchaning tushish nuqtasi ikki usulda qum to'shalma yoki oq qog'oz varag'i ustidagi nusxa olish qog'ozini qo'yish bilan qayd

qilinishi mumkin. Ikkinchi usul uchun nusxa olish va oq qog'ozni yopishqoq lenta bilan mahkamlash tavsiya qilinadi. Har bir tushish nuqtasini qayd qilib boring.



2-rasm. Uchish uzoqligi va balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlovchi tajriba qurilmasi tuzilish chizmasi. Biror o'zgarish borligini tekshirish uchun 336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasi bilan solishtiring.

b) Ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

1. Berilgan ϑ_0 boshlang'ich tezlikda maksimal ko'tarilish balandligining otilish burchagiga bog'liqligini o'lchang.

2. Tajribani proyeksion qurilma prujinasining boshqa ikki holati y'ani boshlang'ich tezlikning yana ikki qiymati uchun ham takrorlang.

Eslatma. Trayektoriyaning h maksimal ko'tarilish balandligi vertikal shkalali harakatlanuvchi chizg'ich bilan oson va aniq aniqlanishi mumkin. Qo'shimcha ma'lumot uchun 336 56 raqamli qurilma yo'riqnomasiga qarang.

Tajriba natijalaridan namunalar.

a) Uchish uzoqligining otilish burchagiga bog'liqligini aniqlash.

1-jadval. Turli boshlang'ich tezliklarda uchish uzoqligining α otilish burchagiga bog'liqligi.

α gradus	$\frac{S_1}{m}$	$\frac{S_2}{m}$	$\frac{S_3}{m}$
10	0.130	0.330	0.630
15	0.210	0.430	0.900
20	0.265	0.580	1.180
25	0.320	0.715	1.390

30	0.365	0.825	1.545
35	0.390	0.900	1.670
40	0.410	0.930	1.705
45	0.420	0.940	1.760
50	0.400	0.910	1.710
55	0.375	0.860	1.565
60	0.345	0.800	1.450
65	0.310	0.735	1.320
70	0.245	0.610	1.120
75	0.225	0.470	0.800
80	0.155	0.330	0.540
85	0.085	0.200	0.225

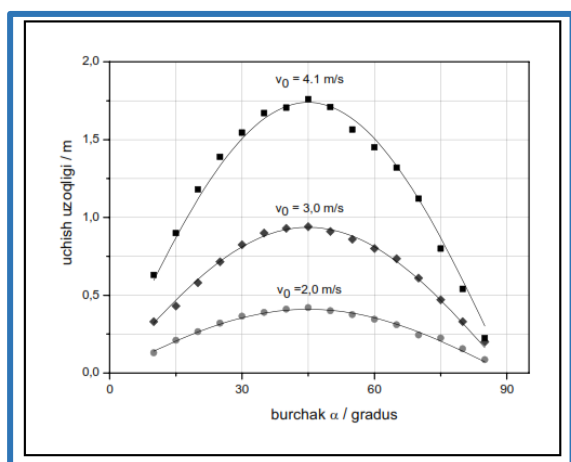
b) Ko‘tarilish balandligini otilish burchagiga bog‘liqligini aniqlash.

2-jadval: Uchta har xil boshlang‘ich tezliklar uchun h maksimum ko‘tarilish balandligining otilish burchagiga bog‘liqligi.

α <i>gradus</i>	$\frac{h_1}{m}$	$\frac{h_2}{m}$	$\frac{h_3}{m}$
10	-	0.025	0.035
15	0.0250	0.035	0.075
20	0.030	0.065	0.115
25	0.035	0.105	0.180
30	0.065	0.140	0.235
35	0.080	0.175	0.305
40	0.085	0.213	0.375
45	0.110	0.230	0.460
50	0.130	0.285	0.530
55	0.150	0.320	0.580
60	0.165	0.375	0.640
65	0.185	0.410	0.730
70	0.195	0.422	0.760
75	0.225	0.430	0.825
80	0.235	0.445	0.840
85	0.250	0.485	0.855

Baholash va natijalar

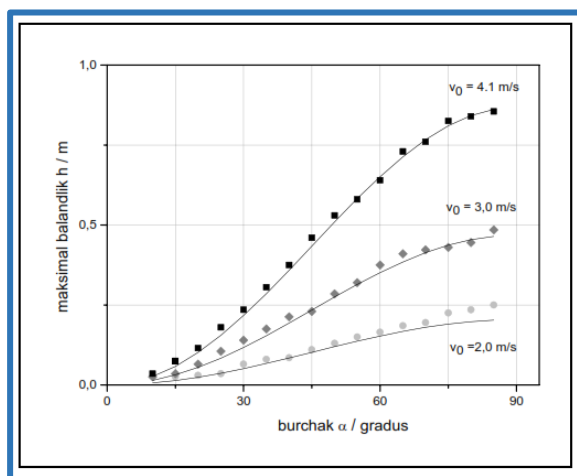
3-rasm: Uchta v_0 boshlang'ich tezliklar qiymatida s bosib o'tilgan yo'l qiymatining α o'g'ish burchagiga bog'liqligi. Uzluksiz chiziqlar (3) tenglama asosida kichik kvadratlar usuli bilan hisoblangan qiymatlarga mos keladi.



3-rasmdan boshlang'ich tezlik $\alpha = 45^\circ$ burchak uchun (3) tenglamadan

aniqlangan:

$$v_1 = 2.0 \frac{m}{s} \quad v_2 = 3.0 \frac{m}{s} \quad v_3 = 4.1 \frac{m}{s}$$



4-rasm: v_0 boshlang'ich tezlikning uchta turli qiymatlarida maksimal ko'tarilish balandligining α o'g'ish burchagiga bog'liqligi. Uzluksiz chiziqlar (4) tenglama asosida kichik kvadratlar usulida aniqlangan qiymatlarga mos keladi.

Parobalik qonuniyatdan chetlashish havoning qarshiligi natijasi bo'lishi mumkin. 3- va 4-rasmlardagi grafiklar (3) va (4) tenglamalarda ifodalangan qonuniyatlarni vertikal erkin tushishda va gorizont harakatda qarshilik bo'lmagan deb hisoblansa to'la tasdiqlaydi. Po'lat sharcha trayektoriyasi kengligi va balandligi otilish burchagi va boshlang'ich tezligi qiymatiga bog'liq bo'lgan paraboladir.

Sinov savollari

1. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning maksimal ko'tarilish balandligini formulasini yozing.
2. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning uchish vaqti formulasini qanday?
3. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligi formulasini yozing.

Qo‘shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

1. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O‘zbekiston, T.-2001 y
2. Tursunmetov K.A. va boshqalar. Umumiy fizika kursidan praktikum. Mexanika. Universitet. T.-1998 y.
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. “Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma.” Buxoro-2021. “Durdona” nashriyoti.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=FBy19MKft4c>.

Laboratoriya ishi. №2. Maxovik g‘ildirakning inersiya momentini aniqlash.

Ishning maqsadi: Maxovik g‘ildirakning inersiya momentini tajribada aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Maxovik g‘ildirakli qurilma;
2. Sekundomer;
3. Shtangensirkul;
4. Millimetrlı chizg‘ich;
5. Massasi 100 g bo‘lgan bir necha osma toshlar.



NAZARIY QISM

Aylanish o‘qiga ega bo‘lgan qattiq jismga urinma kuch ta'sir qilsa, u aylanma harakatga keladi. Uning aylantiruvchi momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\vec{M} = [\vec{r} \cdot \vec{R}] \quad (1)$$

Bu yerda $\mathbf{r}$ - radius vektor kuch yo‘nalishiga perpendikulyar bo‘lgan holda aylantiruvchi moment moduli

$$M = F \cdot r \quad (2)$$

ko‘rinishida yoziladi. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasiga ko‘ra bu momentni yana quyidagicha ifodalash mumkin.

$$M = I \cdot \varepsilon \quad (3)$$

Ikkinchi va uchinchi ifodalarni tenglashtirganda (4) ifoda hosil bo'ladi. Bu ifoda tajribada maxovik g'ildirakning inersiya momentini aniqlash imkonini beradi.

$$I = \frac{F \cdot r}{\varepsilon} \quad (4)$$

G'ildirak o'qiga o'ralgan va ikkinchi uchiga yuk osilgan ip uni aylanma harakatga keltiradi. Bu harakat davomida sistemaga bir necha kuchlar ta'sir qiladi. Ularning teng ta'sir etuvchisi sistemaga tezlanish beradi. (1-rasm).

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{T} \quad (5)$$

Agar yukning pastga yo'nalgan harakat yo'nalishi musbat deb qabul qilinsa va ishqalanish kuchi e'tiborga olinmasa, u holda (5) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$F = P - T \quad \text{yoki} \quad ma = mg - T \quad (6)$$

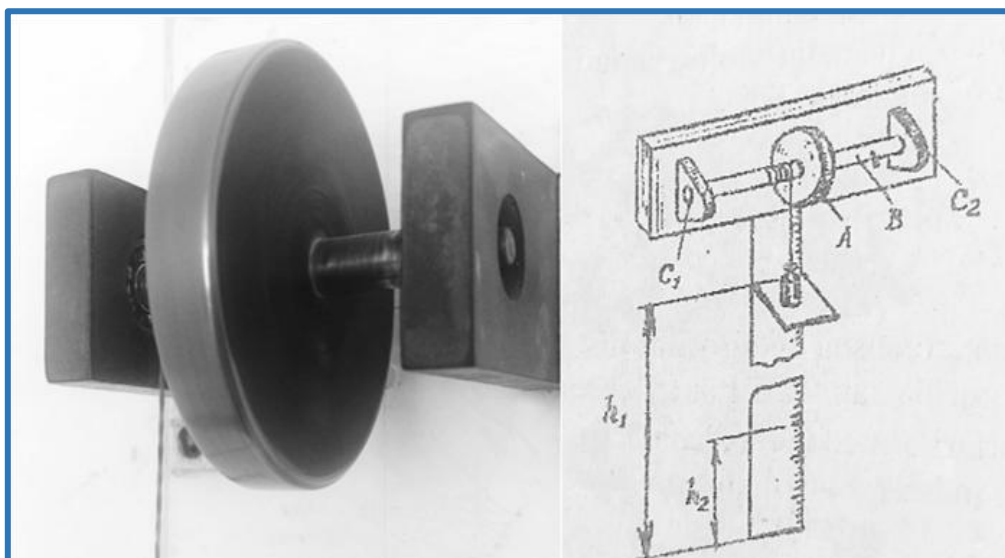
Ipning taranglik kuchi maxovik g'ildirakka urinma ravishda ta'sir qilib, uni aylantiradi. (4) va (6) ifodalardan maxovik g'ildirakning inersiya momentini hisoblash ifodasini topamiz:

$$I = \frac{m(g-a)r}{\varepsilon} \quad (7)$$

Maxovik g'ildirakka taranglik kuchidan tashqari yana ishqalanish kuchi ham ta'sir etadi. Bu kuchning qiymatini sistemaning muvozanat holatidan chiqaruvchi minimal yukchalarning og'irligi P_0 bilan aniqlanadi.

Ishqalanish kuchini e'tiborga olsak (7) munosabatni quyidagi ko'rinishda yozamiz.

$$I = \frac{[m(g-a) - m_0g]r}{\varepsilon} \quad (8)$$



1-rasm. Maxovik g'ildirak va uning sxematik ko'rinishi.



Urinma kuch ta'sirida maxovik g'ildirakning olgan tangensial tezlanishi yukning ilgarilanma harakatidagi tezlanishiga teng: $a_t = a$. U holda g'ildirakning burchak tezlanishi $\varepsilon = \frac{a}{r}$ ifoda bilan aniqlanadi. Ushbu aylanma harakatning tangensial va burchak tezlanishlarini topishda boshlang'ich tezliksiz tekis tezlanuvchan barakat tenglamalaridan foydalaniladi.

$$a = \frac{2h}{t^2} ; \quad \varepsilon = \frac{2h}{t^2 r} \quad (9)$$

Bu munosabatlarni hisobga olgan holda (8) ifoda quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$I = mr^2 \left[\frac{gt^2}{2h} \left(1 - \frac{m_0}{m} \right) - 1 \right] \quad (10)$$

yoki g'ildirakning radiusi uning diametri orqali ifodalansa o'ninchi ifoda quyidagicha yoziladi:

$$I = \frac{md^2}{4} \left[\frac{gt^2}{2h} \left(1 - \frac{m_0}{m} \right) - 1 \right] \quad (11)$$

Sistemada hosil bo'lgan ishqalanish kuchini energiyaning saqlanish qonunidan foydalanib ham aniqlash mumkin. Ipga osilgan yuk eng yuqori holatda bo'lganda $E_p = mgh$ potensial energiyaga ega bo'ladi. Yukning harakati davomida bu energiya ishqalanish kuchini yengishga va sistema kinetik energiyasini oshirishga sarf bo'ladi:

$$mgh = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} + F_{ish} \cdot h \quad (12)$$

bu yerda $\frac{m\vartheta^2}{2}$ - ilgarilanma harakat qilayotgan yukning, $\frac{I\omega^2}{2}$ - aylanayotgan sistemaning kinetik energiyalari. F_{ish} - ishqalanish kuchining bajargan ishi.

Ishqalanish kuchini quyidagicha aniqlash mumkin. P - yuk h_1 balandlikdan tushgach g'ildirak o'z inersiyasi bo'yicha aylanadi va yuk h_2 - balandlikka ko'tarilib, $E_p = mgh_2$ potensial energiyaga ega bo'ladi. Potensial energiyalarning farqi ishqalanish kuchining bajargan ishiga teng.

$$mgh_1 - mgh_2 = F_{ishq}(h_1 + h_2) \quad (13)$$

Bundan ishqalanish kuchini topamiz:

$$F_{ishq} = \frac{mgh_1 - mgh_2}{h_1 + h_2} \quad (14)$$

Yuqorida eslatilganidek harakat boshlang'ich tezliksiz tezlanuvchan bo'lganida ilgarilanma aylanma harakat kinematikasi tenglamalarida tezliklar

$\vartheta = \frac{2h_1}{t}$ va $\omega = \frac{2h_1}{r \cdot t}$ ifodalardan aniqlanadi. Ushbu kattaliklarni va ishqalanish kuchi (14) ifodasini (12) ifodaga qo'yib quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$mgh_1 = \frac{2mh_1^2}{t^2} + \frac{2Ih_1^2}{r^2 t^2} + \frac{(mgh_1 - mgh_2)}{(h_1 + h_2)} \cdot h_1$$

ushbu tenglamadan o'xshash hadlarni soddalashtirib, inersiya momentini hisoblash formulasiga ega bo'lamiz.

$$I = mr^2 \left[gt^2 \frac{h_2}{h_1(h_1 + h_2)} - 1 \right] \quad (15)$$

Ishni bajarish tartibi.

1. Maxovik g'ildirak shkif o'qining radiuslari R , r_1 , va r_2 , sistemani muvozanat holatidan chiqaruvchi minimal yuk massasi aniqlanadi.

2. Santimetrli masshtab yoki chizg'ich yordamida h_1 balandlik va shtangensirkul bilan shkif diametri o'lchanib, uning radiusi hisoblanadi.

3. Yuk moslamaga joylashtirilib sistema harakatga keltiriladi va yukning h_1 balandlikdan tushish vaqti yozib olinadi.

4. Yuk eng pastki nuqtaga tushib qaytib yuqoriga chiqqanda uning balandligi h_2 o'lchanadi.

5. Moslamaga boshqa massalar qo'yilib 3- va 4- punktlar takrorlanadi.

6. (10) va (15) ifodalardan sistema inersiya momenti hisoblanadi va hisoblash xatoliklari aniqlanadi.

7. O'lchangan va hisoblangan kattaliklar 1- jadvalga yoziladi.

1-jadval

N_0	$m(kg)$	$r(m)$	$t(s)$	$h_1(m)$	$h_2(m)$	$F_{ishq}(N)$	$I(kgm^2)$	$\varepsilon = \frac{\Delta I_{ort}}{I_{ort}} \cdot 100\%$
1								
2								
3								
...								
O'rt.								

Sinov savollari.

1. Jismning inersiya momenti deb nimaga aytiladi ?
2. Jismning inersiya momenti nimalarga bog'liq ?
3. Inersiya momentining o'lchov birligi nima ?
4. Maxovik g'ildirakli qurilmaning tuzilishi va ishlashi tamoyilini tushuntirib bering ?
5. Qurilmada kinetik va potensial energiyalarning o'zaro almashuvini tushuntiring ?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati.

1. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
2. Tursunmetov K.A. va boshqalar. Umumiy fizika kursidan praktikum. Mexanika. Universitet. T.-1998 y.
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.
4. M.T.Toshev, M.A.Vaxobova, X. B.Do'stov. Umumiy fizika kursidan laboratoriya ishlari to'plami. Universitet nashriyoti-1996 51-53-betlar.

Laboratoriya ishi №3. Oberbek mayatnigi yordamida aylanma harakat uchun dinamikaning asosiy qonunini o'rganish.

Ishning maqsadi: qattiq jismlar aylanma harakati dinamikasi qonunlarini tekshirish.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Oberbek mayatnigi,
2. Yuklar to'plami,
3. Shtangensirkul.



NAZARIY QISM

O'zgarmas massali qattiq jismning qo'zg'almas o'q atrofida aylanishi

$$M = I \frac{d\omega}{dt} \quad (1)$$

momentlar tenglamasi orqali aniqlanadi. Bu yerda M – jismga ta'sir etuvchi kuch momenti, I – jismning inersiya momenti, ω - burchakli tezlik.

Jismning muayyan o'q atrofida aylantiruvchi tashqi kuchlarning momenti jismning shu o'qqa nisbatan inersiya momentining jismning burchak tezlanishiga ko'paytmasiga teng. Bu qo'zg'almas o'qda aylanuvchi qattiq jism uchun dinamikaning asosiy qonunidir. (1) tenglama Nyutonning ikkinchi qonunining bevosita natijasi bo'lgani

uchun ham uni tajribada tekshirish mexanikaning asosiy qonunlarini ham tekshirish hisoblanadi.

Tajriba qurilmasining asosiy qismini bir-biri bilan to'g'ri burchak hosil qilib vtulkaga o'rnatilgan to'rtta sterjendan iborat xoch tashkil etadi (1-rasm). Shu vtulkaning o'ziga turli radiusli (r_1 va r_2) ikkita shkiv o'rnatilgan. Bu barcha tizim gorizontaal o'q atrofida erkin aylanadi.

Sterjenlar bo'ylab m yuklarni siljitish orqali sistemaning inersiya momentini o'zgartirish mumkin. Taglik (2) ga o'rnatilgan ustunda (1) ikkita tirak (kronshteyn) bo'lib ulardan pastgisi (3) qo'zg'almas va yuqorigisi (4) qo'zg'aluvchandir. Ustunning yuqori qismidagi maxsus taglikda podshipnikli g'ildirak (10) (qo'zg'almas blok) o'rnatilgan. G'ildirak orqali ip (11) o'tkazilgan. Ipning bir uchi shkivlardan biriga (12) bog'langan bo'lib ikkinchi uchiga (13) yuklar qo'yiluvchi moslama osib qo'yilgan. Sistemaning tinch holatini ta'minlash uchun tormozlovchi elektromagnit (14) mavjud. Yuqori tirakni ustun bo'ylab siljitish orqali yukning tushish balandligini o'zgartirish mumkin. Tushish balandligini aniqlash uchun qurilma ustunida millimetrli shkala mavjud. Harakatlanuvchi tirakka (4) fotoelektrik qayd qilgich (17), pastki tirakka esa tormozlovchi elektromagnitni ishga tushiruvchi va elektroimpuls hosil qiluvchi fotoelektrik qayd qilgich (18) mahkamlangan. Tirak (3)ga yuklar harakatini chegaralaydigan rezinkali amortizator (19) qo'yilgan. Yuklarning tushish vaqtini aniqlash uchun fotoelektrik qayd qilgichlarga ulangan millisekundomerdan foydalaniladi.

Kuch momenti ipning uchiga osilgan μ yuk tomonidan hosil qilinadi. Agar mayatnikning o'qiga qo'yilgan ishqalanish kuchining momentini (M_{ishq}) ipning taranglik kuchi momenti (M) ga nisbatan ancha kichik deb qaralsa (1) tenglamani tekshirish qiyinchilik tug'dirmaydi. Haqiqatdan ham μ yukning tinch holatdan boshlab h masofani o'tishida olgan tezlanishi

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

bo'lib u burchak tezlanish $\frac{d\omega}{dt}$ bilan quyidagicha bog'lanadi:

$$a = r \frac{d\omega}{dt} \quad (3)$$

Bu yerda r – shkiv radiusi. Agar ipning taranglik kuchini T bilan belgilasak u vaqtda

$$M = rT \quad (4)$$

bo‘ladi.

Taranglik kuchi T ni μ yukning harakat tenglamasi

$$\mu g - T = \mu a; \quad T = \mu(g - a) \quad (5)$$

dan topish mumkin.

Yuqorida yozilgan (1) – (5) tenglamalar oldimizga qo‘yilgan masalalarni to‘la yechishga imkon beradi.

Ishqalanish kuchining momenti (M_{ishq}) odatda ancha katta bo‘lib, tajriba natijalarida sezilarli chetlashuvlar ro‘y beradi. Ishqalanish kuchi momentini nisbiy ta’sirini yukning massasi μ ni oshirish bilan kamaytirish mumkin. Lekin bunda ikkita holat ro‘y berishi mumkin:

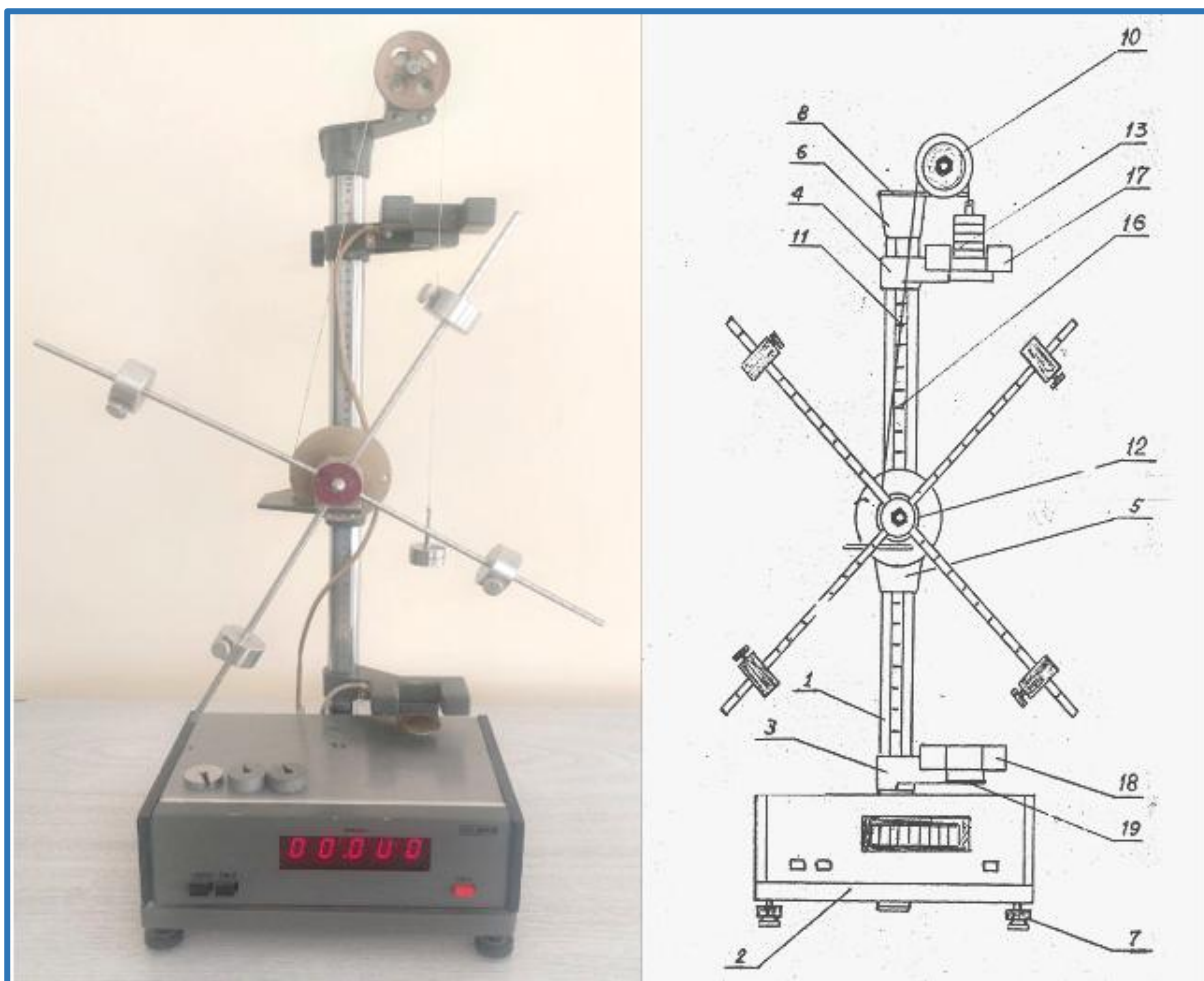
1) μ massaning ortishi mayatnikning o‘qqa bosimining ortishiga olib keladi, bu esa o‘z navbatida ishqalanish kuchining ortishiga sabab bo‘ladi.

2) μ massaning ortishi bilan yukning tushish vaqti kamayadi va vaqtni o‘lchash aniqligi pasayadi.

Bundan keyin biz (1) tenglama o‘rniga ishqalanish kuchining momenti aniq hisobga olinadigan

$$M - M_{ishq} = I \frac{d\omega}{dt} = I\varepsilon \quad (6)$$

tenglamadan foydalanamiz.



1-rasm. Oberbek mayatnigi va uning sxematik ko‘rinishi.

Ishni bajarish tartibi.

1. m yukni mayatnik o‘qidan biror R masofada shunday joylashtiringki, mayatnik farqsiz muvozanat holatida tursin. Tajribani boshlashdan oldin mayatnikni o‘zi erkin to‘xtashga imkoniyat berib, bir necha marta aylantirib yuborish tavsiya etiladi. Bu nima uchun kerakligini o‘ylab ko‘ring. Bu tajribalar asosida qanday qilib mayatnikni farqsiz muvozanatga kelganligini bilish mumkin?

2. Ip uchiga osilgan yuklarni orttirib borib mayatnikni aylanma harakati boshlanishiga to‘g‘ri keluvchi μ_0 massani aniqlang. Ishqalanish kuchi momenti miqdorini aniqlang.

3. Ipning uchiga biror $\mu_1 > \mu_0$ massali yukni osib tajriba o‘tkazing va (2) ifodadan foydalanib bu yuk uchun a_1 tezlanishni aniqlang. Tajribani bir necha marta takrorlang, bunda iloji boricha yukning tushish

vaqti t ni aniq o'lchashga erishing. a_1 tezlanishning o'rtacha miqdorini toping.

4. Bu tajribani μ ning turli miqdorlari uchun (6-8 marta o'zgartirib) takrorlang. Tajribalar natijalarini grafik shaklida tasvirlang. Buning uchun absissa o'qiga M ning qiymatlarini, ordinata oq'iga mayatnikning burchakli tezlanishi $\frac{d\omega}{dt}$ ni qo'yib chiqing. Bu grafik asosida sistemaning inersiya momenti I va ishqalanish kuchi momenti M_{ishq} ni aniqlang.

5. Shu tur tajribalarni ikkinchi shkiv uchun ham bajaring va yuqorida qayd etilgan usul bilan yana I va M_{ishq} ning miqdorlarini aniqlang.

6.4 va 5 punktlarda ko'rsatilgan tajribalarni qurilmaning turli inersiya momentlari uchun kamida besh martadan takrorlab, har gal I va M_{ishq} ni aniqlang. Olingan natijalarga tayanib qurilmaning m yuksiz holatdagi inersiya momenti I_0 ni

$$I_0 = \mu r^2 \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right)$$

(7) ifodadan toping.

7. Qurilmaning inersiya momenti metall sterjen, shkiv va yuklarning inersiya momentlari yig'indisidan iborat bo'lib uni quyidagi ifoda orqali aniqlash tavsiya etiladi.

$$I = I_0 + 4mR^2 + 4\frac{m'l^2}{12} + 4\frac{m\rho^2}{2} \quad (8)$$

Bu yerda R — m massali yukning ogirlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa. m yuklar silindr shakliga ega bo'lib, ρ — silindrning radiusi. Barcha tajribalarda M_{ishq} uchun olingan miqdorlarni taqqoslang. Hisoblashlarda qurilmaga tegishli quyidagi ma'lumotlardan foydalanish mumkin: shkivlarning radiuslari $r_1 = 2,1sm$; $r_2 = 4,2sm$. Sterjenlarning har birining uzunligi

$l = 26 sm$, yuksiz sterjen massasi $m' = 5,2 \cdot 10^{-2} kg$.

Sinov savollari.

1. Qattiq jism deb nimaga aytiladi va qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasini yozing va ta'riflang.

2. Qattiq jismlarning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb nimaga aytiladi va u qanday ifoda orqali topiladi?

3. Oberbek mayatnigining tuzilishi va ishlashini tushuntiring.

4. Yuklarning sterjenlar bo'ylab siljishida sistemaning inersiya momenti qanday o'zgaradi?

5. Oberbek mayatnigida yuk qaysi holatda tursa inersiya momenti maksimal va uning qaysi holatida inersiya momenti minimal qiymatlarga erishadi.

6. Tajribada olingan natijalar bilan nazariy hisoblashlar qay darajada bir-birini tasdiqlaydi?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y

2. Tursunmetov K.A. va boshqalar. Umumiy fizika kursidan praktikum. Mexanika. Universitet. T.-1998 y.

3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

Laboratoriya ishi. №4. Maksvell mayatnigining harakatini o'rganish

Ishning maqsadi: - Energiya saqlanishi qonuniga kirish.

- Potensial energiyaning kinetik va aylanma harakat energiyasiga aylanishida energiya miqdorini o'lchash.
- Maksvell diski inertsia momentini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Maksvell disklari	331 22
2. U-simon tutgichga o'rnatilgan yorug'lik datchigi ..	337 46
3. Ko'p o'zakli kabel, $l = 1.5$ m	501 16
4. Sanagich-S	575 471
5. Magnit tutgichli qaytuvchi mexanizmli adapter.....	336 25
6. Ko'rsatkichli o'lchagich	311 23
7. Egarsimon asos.....	300 11
8. Support block.....	301 25
9. Taglik asos MF	301 21
10. Sterjen ustun, 50 cm	301 27
11. Sterjen ustun, 100 cm	300 44
12. Leybold multiqisqichi.....	301 01



NAZARIY QISM

Mexanik energiyaning saqlanish qonunini va inertsia momentini namoyish qilish uchun Maksvell diskidan foydalaniladi. Agar disk qo'lda yuqoriga ko'tarilsa va pastga tusha boshlasa E_{pot} potensial energiya kinetik energiyaga aylanadi $E_{rot} + E_{trans}$ (aylanish va o'zgargan energiya). Siytemaning to'la energiyasi E esa o'zgarmasdir:

$$E = E_{pot} + E_{trans} + E_{rot} \quad (1)$$

yoki

$$E = mgh + \frac{m}{2}v^2 + \frac{I}{2}\omega^2 \quad (2)$$

bu yerda m – massa, I - diskning inersiya momenti, h - ko'tarilish balandligi, v -chiziqli tezligi, ω - burchak tezligi va g - erkin tushish tezlanishidir.

Tinch holatda ($v = 0$ va $\omega = 0$) deb hisoblab, harakat pastga yo'nalganda (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$mgh = \frac{m}{2}v^2 + \frac{I}{2}\omega^2 \quad (3)$$

r - shpindel radiusi bo'lib, uni bilgan holda v tezlikni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$v = \omega \cdot r \quad (4)$$

(4) va (3) tengliklardan foydalanib, diskning inersiya momentini aniqlash mumkin:

$$I = mr^2\left(\frac{2gh}{v^2} - 1\right) \quad (5)$$

bu yerda $m = 450 \text{ g}$, $r = 3 \text{ mm}$ va $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.



Tajriba qurilmasini 1-rasmga asosan yig'ing. Dastlab yo'rug'lik to'silishi sezuvchi datchikli ramka o'rnatiladigan po'lat ustunlarni yig'ing. Keyin Maksvell diskli sterjenni shunday o'rningi disk o'qining ikki uchi bir sathda bo'lsin. Tajribani boshlashdan oldin diskni pastga va yuqoriga bir necha marta harakatlantirsangiz yaxshi natijaga erishasiz. Ulash kalitini boshqaqarish blokiga ulang. Shkalali o'lchagichni U-simon tutgichga o'rning. Shkala ko'rsatkichi yuqoridan disk o'qinining eng yuqori holatiga to'g'rilangan bo'lsin. Bunday holati tajriba

davomida o'zgarmasligi kerak. Eng quyi ko'rsatkichi esa yorug'lik nurini to'sish nuqtasi o'rni bilan barobar bo'lsin.



1-rasm. Maksvell disklari yordamida energiya saqlanishi qonunini tekshirish uchun mo'ljallangan tajriba qurilmasi.

Ishni bajarish tartibi.

Tajribada disk boshlang'ich holatdan yorug'liq datchigigacha bo'lgan masofani o'tguncha ketgan vaqt t o'lchanadi va s masofa o'tgandagi disk tezligi aniqlanadi. Masofa 15 sm dan 55 sm gacha bo'lib, 5 sm oralatib o'zgartirib boriladi.

a) Boshlang'ich holatdan yo'rug'lik datchigigacha bo'lgan s masofada t harakat vaqtini o'lchash.

1. Klavishli kalitni sanagichning E portiga va yorug'lik datchigini esa F portga ulang.

2. $t_{E \rightarrow F}$ rejimini tanlang

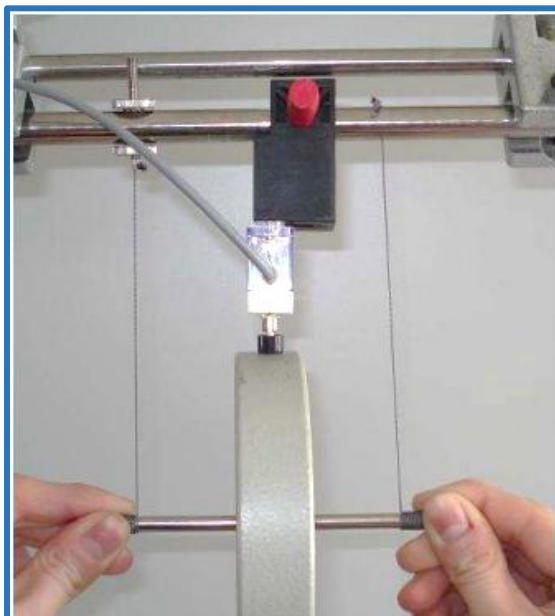
3. Diskni yuqori nuqtasiga kalit tugmasini bosguncha ko'taring (2-rasm).

4. START tugmasini bosing.

5. Diskni qo'yib yuboring (sanagich hisoblashni boshlaydi).

6. Disk yorug'lik datchigidan o'tishi bilan o'lchash to'xtaydi.

7. t tushish vaqtini yozib oling.



2-rasm. Diskning boshlang'ich holati.

b) Yorug'lik datchigi yaqinidagi v tezlikni aniqlash.

1. Yorug'lik datchigini elektron sanagichning E portiga ulang.
2. t_E rejimini tanlang va diskni yuqori nuqtasiga kalit tugmasini bosguncha ko'taring (2-rasm).
3. Start tugmasini bosing.
4. Diskni qo'yib yuboring (sanagich hali hisoblashni boshlamaydi).
5. Disk yorug'lik datchigidan o'tishi davomida o'lchash amalga oshiriladi.
6. Δt vaqtini yozib oling.
7. v tezlik qiymatini quyidagi ifodadan aniqlang:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad (6)$$

bu yerda d shpindel diametric; $d = 6 \text{ mm}$.

Tajriba natijalaridan namunalar.

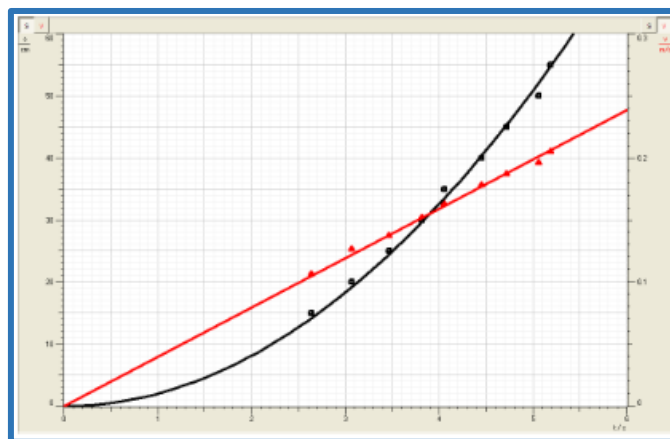
1-jadval: h masofa tanlangan, t vaqt o'lchangan Δt va tezlik hisoblanadi.

$h \text{ (sm)}$	$t \text{ (s)}$	$\Delta t \text{ (ms)}$	$v \text{ (m/s)}$
15	2.63	56.50	0.11
20	3.06	47.80	0.1
25	3.47	43.84	0.14
30	3.82	39.35	0.15
35	4.05	36.73	0.16

40	4.45	33.76	0.18
45	4.71	32.13	0.1
50	5.06	30.68	0.2
55	5.18	29.25	0.21

Natijalar tahlili: a) Harakat dinamikasini tahlil qilish.

3-rasmda 1-jadvalda keltilgan o'lchash natijalari grafik tarzda keltirilgan. E'tibor qilingki, X-o'qidagi o'lchangan vaqt qiymatlari masofa va tezlikka ham tegishlidir. Bundan, masofaning vaqtga bog'liqligi chiziqli, tezlik qiymati esa parabolik bog'lanishga ega. Demak, $s \sim t^2$ va $v \sim t$ bog'lanishga ega bo'lamiz.



3-rasm: s -masofa (qora to'rtburchak) va v tezlik (qizil uchburchak) qiymatining t vaqtga bog'liqligi.

b) I inersiya momentini aniqlash.

h va v ning o'lchangan qiymatlarini (6) tenglamaga qo'yib, har bir o'lchangan qiymatlar uchun I inersiya momentini aniqlang.

2-jadval: I inersiya momentini aniqlash .

h (sm)	v (m/s)	I ($10^{-3} kg \cdot m^2$)
15	0.11	1.05
20	0.1	1.00
25	0.14	1.06
30	0.15	1.02
35	0.16	1.04

40	0.18	1.00
45	0.1	1.02
50	0.2	1.03
55	0.21	1.03

Aniqlangan oʻrtacha qiymat quyidagicha: $I = (1,03 \pm 0,03) \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

c) Energiya aylanishi.

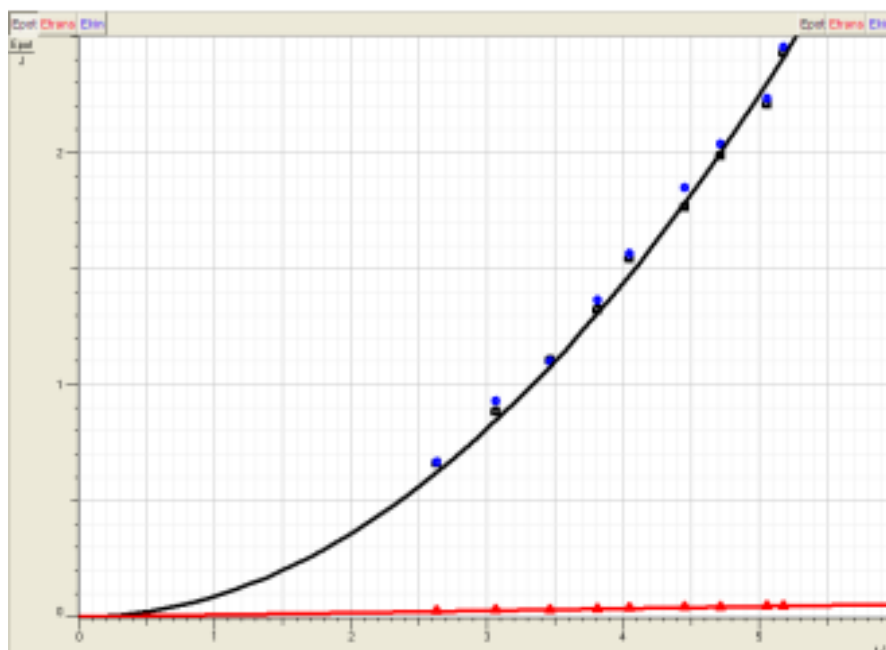
(3) va (4) tenglamalardan hamda I inersiya momenti qiymatidan foydalanib, biz potensial E_{pot} va E_{kin} kinetik energiyani aylanma E_{ayl} va oʻzgarish energiyasi E_{trans} yigʻindisi sifatida hisoblab topish mumkin (3-jadval).

$$E_{kin} = E_{pot} + E_{trans} \quad (7)$$

4-rasmda (manfiy) potensial energiya va kinetik energiya keltirilgan. Ular doimo bir xil qiymatga ega boʻladilar. Ilgarilanma harakat energiyasi qiymati juda kichik boʻlgani uchun, xulosa qilishimiz mumkinki potensial energiyaning katta qismi aylanma harakat energiyasiga aylanadi.

3-jadval: Energiyani hisoblash.

$t \text{ (s)}$	$E_{pot} \text{ (J)}$	$E_{kin} \text{ (J)}$	$E_{aylanish} \text{ (J)}$	$E_{trans} \text{ (J)}$
2,63	0,66	0,67	0,65	0,02
3,06	0,88	0,93	0,90	0,03
3,47	1,10	1,10	1,07	0,03
3,82	1,32	1,36	1,33	0,03
4,05	1,55	1,56	1,52	0,04
4,45	1,77	1,85	1,81	0,04
4,71	1,99	2,04	2,00	0,04
5,06	2,21	2,23	2,19	0,04
5,18	2,43	2,45	2,40	0,05



4-rasm: Potensial (qora to‘rtburchak), kinetik (ko‘k doira) va aylangan energiya (qizil uchburchak).

Sinov savollari.

1. Jism inersiya momenti nimalarga bog‘liq, aylanma harakatda u qanday vazifani bajaradi?
2. Qattiq jism aylanma harakatlenganda burchakli tezlanishi, inersiya momenti, kuch momentlari orasida qanday bog‘lanish bor?
3. Diskning inersiya momentini formulasi h balandlik bilan qanday bog‘langan.

Qo‘shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

1. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O‘zbekiston, T.-2001 y
2. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. “Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma.” Buxoro-2021. “Durdona” nashriyoti.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=yta8rlDKrZI&list=PLWWReMXRMsYA1WIH6XkUsaReW1KMlb0eH&index=2>

Laboratoriya ishi. №5. Elastiklik modulini egilishdan aniqlash.

Ishning maqsadi: Qattiq jismning deformatsiyasi to'g'risidagi tushunchalarni mustahkamlash va Yung modulini egilishdan topish.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Elastiklik modulini egilishdan topishda ishlatiladigan asbob.
2. To'g'ri to'rtburchak kesimli har xil materialdan yasalgan sterjenlar to'plami.
3. Vertikal masofalarni o'lchashda ishlatiladigan indikator.
4. Shtangensirkul.
5. Chizg'ich va tarozi toshlari.



NAZARIY QISM

Elastiklik nazariyasida *deformatsiya* deb, tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jism zarralarining nisbly joylashuvidagi har qanday o'zgarishga aytiladi. Agar tashqi kuchlar kichik bo'lsa, ularning ta'sir qilishi to'xtashi bilan kuchlar vujudga keltirgan deformatsiyalar ham, umuman aytganda yo'qoladi; tashqi kuchlar katta bo'lganda, ular vujudga keltirgan deformatsiyalar kuchlar ta'siri yo'qolishi bilan butunlay yo'qolib ketmaydi; bu holda *qoldiq deformatsiya* deb ataluvchi deformatsiya yuz beradi. Qoldiq deformatsiyaning birinchi izi paydo bo'lgan chog'da *elastiklik chegarasiga* erishilgan bo'ladi. Agar jismlarning elastiklik chegarasiga katta tashqi kuchlar ta'siri ostida erishiladigan bo'lsa, bunday jismlar (masalan, po'lat, kauchuk va shunga o'xshashlar) *elastik* jismlar deb, agar elastiklik chegarasi juda kichik tashqi kuchlar ta'siridayoq namoyon bo'laversa, bunday jismlar (masalan, qo'rg'oshin) *elastikmas* jismlar deb ataladi.

Barcha turdagi kichik deformatsiyalar quyidagi asosiy qonunlarga bo'ysunadi:

- *Elastiklik sohasida deformatsiya tashqi kuch miqdoriga proporsional bo'ladi;*

- *tashqi kuchning faqat ishorasi o'zgarsa, deformatsiyaning ishorasigina o'zgaradi, ammo absolyut qiymati o'zgarmaydi;*
- *bir qancha tashqi kuch ta'sir qilgandagi umumiy deformatsiya har bir kuch ta'sirida vujudga keladigan deformatsiyalar yig'indisiga teng.*

Demak,

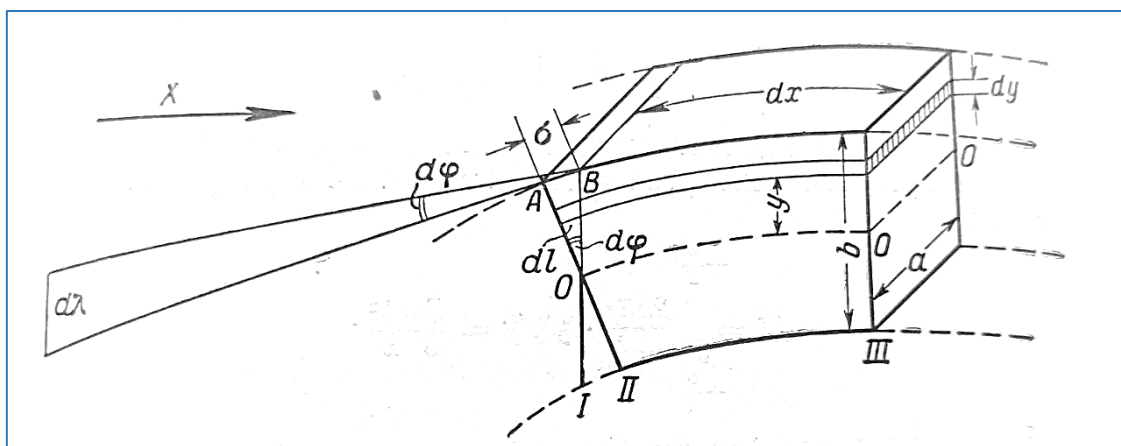
$$\Delta = cP \quad (1)$$

deb yozish mumkin, bundagi Δ - deformatsiya, c - proporsionallik koeffitsiyenti,

P - tashqi kuch.

Deformatsiyaning bir turi bu egilishdir. Agar to'g'ri elastik sterjenning bir uchini devorga kirgizib qattiq mahkamlab, uning ikkinchi uchiga P yuk qo'yilsa, u holda sterjenning yuk qo'yilgan uchi pasayadi, ya'ni sterjen egiladi. Bundan ko'rinadiki, sterjenning ustki qatlamlari cho'ziladi, ostki qatlamlari siqiladi, *neytral qatlam* deb ataluvchi o'rtadagi biror qatlamning uzunligi o'zgarmaydi, u faqat salgina egiladi. Sterjenning erkin uchining siljishi λ *egilish strelasi* deyiladi. Yuk qanchalik katta bo'lsa, egilish strelasi ham shunchalik katta bo'ladi, bundan tashqari, egilish strelasi sterjenning shakli va o'lchamlariga hamda uning elastiklik moduliga bog'liq bo'lishi kerak. Egilish strelasini hisoblab topish uchun uzunligi L , balandligi b va eni a bo'lgan to'g'ri burchakli sterjenning biror ko'ndalang kesimini ko'rib chiqaylik.

Faraz qilaylik, bu ko'ndalang kesin sterjenning erkin uchidan x masofada bo'lsin. 1- rasmda shu sterjenning qaralayotgan kesimga bevosita yaqin turgan dx uzunlikdagi elementi (bo'lagi) tasvirlangan; **I** vaziyat - shu kesimning egilishdan oldingi vaziyati, **II** vaziyat - shu kesimning egilgandan keyingi unga qo'shni bo'lgan **III** kesimga nisbatan vaziyati. Egilishdan oldin **I** vaziyat **III** vaziyatga parallel edi; egilishda kesimning **OO** neytral qatlamdan o'tuvchi o'q atrofida aylanganligi natijasida **I** vaziyat **II** vaziyatga o'tdi (kesimning **OO** dan o'tuvchi o'q atrofida aylanishiga dx elementning neytral qatlamdan yuqoridagi qatlamlarining uzayishi va neytral qatlamdan pastdagilarining qisqarishi sabab bo'ladi).



1-rasm.

Sterjenning neytral qatlamdan y masofada turgan va balandligi dy boʻlgan ixtiyoriy bir qatlamining dl uzayishini topaylik. 1-rasmdan koʻrinib turibdiki,

$$\frac{dl}{\sigma} = \frac{y}{\frac{b}{2}} \quad \text{bundan} \quad dl = \frac{2\sigma y}{b}$$

Bu qatlamni dl qadar uzaytirish uchun, biror dF kuch kerak; Guk qonuniga asosan, bu kuch:

$$dF = \frac{E ds dl}{dx} \quad (2)$$

bundagi E - sterjen materialining elastiklik moduli, ds - choʻzilayotgan qatlamning yuzi. Bu ifodaga dl ning yuqorida topilgan qiymatini va $s = a \cdot dy$ ni (bu 1- rasmdan juda aniq koʻrinib turibdi) qoʻysak:

$$dF = \frac{2Ea\sigma y}{dx \cdot b} dy \quad (3)$$

Sterjenning butun koʻndalang kesimiga taʼsir qiluvchi aylantiruvchi momentni hisoblab topish uchun, hamma dF kuchlar momentlarini hisoblab topish va soʻngra bu momentlarni qoʻshish kerak. Aylantiruvchi elementar moment:

$$dM = ydF = \frac{2Ea\sigma}{dx \cdot b} \cdot y^2 dy \quad (4)$$

demak, muayyan koʻndalang kesimga taʼsir qiluvchi elastiklik kuchlari vujudga keltirgan aylantiruvchi umumiy moment:

$$M = \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \frac{2Ea\sigma}{dx \cdot b} \cdot y^2 dy = \frac{Ea\sigma b^2}{6dx} \quad (5)$$

Elastik kuchlari vujudga keltirgan aylantiruvchi moment muvozanat holatda tashqi kuchning aylantiruvchi momentiga teng bo'lgani uchun,

$$M = \frac{Ea\sigma b^2}{6dx} = Px \quad (6)$$

deb yoza olamiz, bundagi P - sterjenning erkin uchiga qo'yilgan yukning og'irligi, x – P yuk qo'yilgan nuqtadan tekshirilayotgan kesimgacha bo'lgan masofa. Ko'ndalang kesimning I va II yo'nalishlari orasidagi $d\varphi$ burchak tekshirilayotgan kesim egilishining o'lchovidir (1- rasm). Ravshanki,

$$d\varphi = \frac{\sigma}{b} = \frac{2\sigma}{b} \cdot$$

A va B nuqtalardan kesimlarning I va II yo'nalishlariga perpendikulyarlar o'tkazib, ularni sterjenning erkin uchigacha davom ettiramiz, demak, bu perpendikulyar kesmalarning uzunligi x ga teng bo'ladi. Bu ikki kesmaning o'zaro $d\varphi$ burchak hosil qilishi ko'rinib turibdi. Bu ikkala kesmaning oxirlari orasidagi $d\lambda$ masofa egilish strelasining elementidir; bu element tekshirilayotgan ko'ndalang kesimninggina burilishidan hosil bo'lgan. 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, $d\lambda = x d\varphi$. Bu yerga $d\varphi$ ning yuqorida topilgan qiymatini va σ ning (6) tenglanmadan topiladigan

$$\sigma = \frac{6Px \, dx}{Eab^2}$$

qiymatini qo'ysak:

$$d\lambda = \frac{2\sigma x}{b} = \frac{12Px^2}{Eab^3} dx \quad (7)$$

Egilishning butun strelasi quyidagi integral bilan ifodalanadi:

$$\lambda = \int_0^L \frac{12P}{Eab^3} x^2 dx = \frac{4PL^3}{Eab^3} \quad (8)$$

Bu λ - bir uchi qattiq mahkamlangan va erkin uchida yuki bo'lgan sterjenning egilish strelasidir. Sterjenning ikkala uchi qattiq tayanchlar ustiga erkin qo'yilgan va P yuk sterjenning o'rtasiga qo'yilgan holda ham egilish strelasi (7) tenglamadan topiladi, ammo bunda P ning o'rniga $\frac{P}{2}$

qo'yish va integralni 0 dan L gacha emas, balki 0 dan $\frac{L}{2}$ gacha olish kerak. Darhaqiqat, egilishning bu holida tayanchlarning har biri sterjenga $\frac{P}{2}$ ga teng aks ta'sir qilsa - da, sterjenning o'rta qismi gorizontaal vaziyatda qolaveradi. Demak, ikkala uchi tayanch ustida yotgan sterjenning egilishi xuddi u o'rtasidan mahkamlangandek, o'rtadan $\frac{L}{2}$ masofada turuvchi har ikki uchiga esa yuqoriga yo'nalgan $\frac{P}{2}$ kuch ta'sir qilayotgan holdagidek bo'ladi. Binobarin, egilish strelasi bu holda quyidagicha bo'ladi:

$$\lambda = \int_0^{L/2} \frac{12 \frac{P}{2} x^2}{Eab^3} dx = \frac{PL^3}{4Eab^3}$$

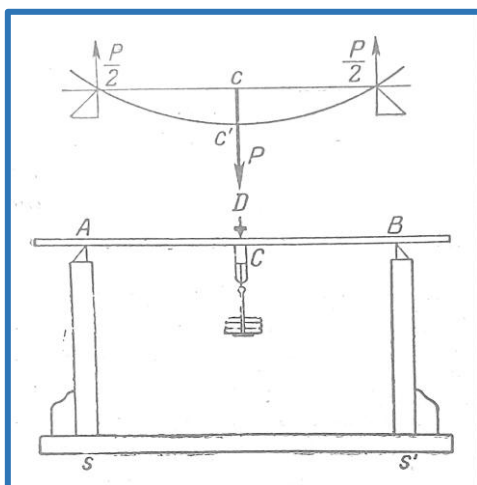
bundan:

$$E = \frac{PL^3}{4ab^3\lambda} \quad (9)$$

kelib chiqadi.

Qurilmaning tavsifi.

Elastiklik modulini egilishdan topishda ishlatiladigan asbob ikki uchida ikkita ustun bo'lgan ss' massiv taglikdan iboratdir (2-rasm). Ustunlarning ustiga qirralarini parallel qilib po'lat prizmalar qo'yilgan.



2-rasm.

Vertikal masofalarni o'lchashda qo'llaniladigan mikroskop uchoyoqda o'rnatilgan ustundan iboratdir. Bu uchoyoqda uni to'g'ri o'rnatishda ishlatiladigan vintlar bor. Ustunning uchiga vertikal o'q

atrofida bemalol aylana oladigan okulyar mikrometrli mikroskop gorizontal joylangan; ustiga shkala chizilgan va bu ustunni kremalyera vositasida uzaytirib-qisqartirib turish mumkin. Uzunlikni uncha aniq o'lchash talab qilinmaydigan vaqtlarda va o'lchanadigan uzunlik okulyar mikrometrning ko'rish sohasiga sigmaydigan hollarda masofani ustundagi shkaladan foydalanib o'lchanadi. Juda qisqa masofalarni o'lchashda faqat okulyar mikrometrning o'zidagina foydalaniladi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Shtangensirkul bilan **a** va **b** larni kamida 5 marta har xil joyidan o'lchang va ularning o'rtachasini hisoblab, **a** va **b** larning ($0,01\text{ mm}$ gacha aniqlikda) qiymatlarini aniqlang.

2. Prizma qirralari orasidagi masofa **L** ni (1 mm gacha aniqlikda) o'lchang.

3. Tekshirilayotgan materialdan yasalgan sterjenni ustunlar ustidagi prizmalarga shunday qo'yingki, uning o'rtasi **A** va **B** orasidagi masofaning o'rtasiga to'g'ri kelsin (2-rasm).

4. Sterjenning **C** nuqtasiga yuk qo'yiladigan uzangini osing va vintlar yordamida gorizontal o'rnatilgan mikroskop uzangidagi o'tkir uchli vertikal shtiftning oxiriga to'g'rilab qo'yiladi.

5. Okulyar mikrometrning bitta bo'limning qiymati topiladi. Buning uchun mikrometrning nol chizig'i shtiftning oxiriga to'g'rilanib, mikroskop ustunidagi ko'rsatkichning vaziyati qayd qilinadi. So'ngra, mikroskopni kremalyera vositasida siljitish bilan mikrometrning oxirgi chizig'i **D** shtiftning oxiriga to'g'rilanadi va ustundagi ko'rsatkichning shkala bo'yicha qancha siljigani qayd qilinadi. Bunga ko'ra mikrometrning bitta bo'limining qiymatini hisoblab toping.

6. Bundan so'ng uzangiga 1 kg , $1,5\text{ kg}$, 2 kg yuk qo'yilib, har gal sterjenning qancha bo'limga egilgani toping.

7. So'ngra bu ishni teskari tartibda takrorlang, ya'ni sterjendagi yuklarni birin-ketin olib, bunda ham har gal sterjenning qancha egilgani qayd qiling.

8. Stetjen o'rtasining egilishi **ss'** uning egilish strelasining xuddi o'zidir. Mikrometrning bitta bo'limining qiymatini bilgan holda egilish strelasini millimetrlarda ifodalash mumkin.

9. Yuk o'zgarishi bilan egilish strelasining o'zgarishini ko'rsatuvchi grafik chizish va ular orasida chiziqli bog'lanish (Guk qonuni) borligiga ishonch hosil qiling.

10. O'lchashlardan topilgan ma'lumotlardan foydalanib, (9) formulaga ko'ra, elastiklik moduli hisoblab toping.

11. Elastiklik modulini egilishdan topishda o'lchamlari va materiallari har xil bo'lgan kamida uchta sterjen bilan tajribani takrorlang.
12. Elastiklik moduli topilgan qiymatlarini jadvaldagi qiymati bilan solishtiring, absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblang .

Sinov savollari.

1. Qattiq jismlar deformatsiyasi nima va ularning qanday turlari mavjud ?
2. Kuchlanish nima va u qanday birliklarda o'lchanadi ?
3. Yung moduli nima va uning fizik ma'nosi qanday ?
4. Egilishda sterjen tolalari qanday deformatsiyalanadi ?
5. Hisoblash formulasini yozib bering va undagi kattaliklarni aytib bering ?
6. Egilish deformatsiyasi va uning hosil bo'lish sabablarini tushuntiring ?
7. Egilish deformatsiyasi o'rganish uchun mo'ljallangan asbobning tuzilishi va unda ishlash tartibini tushuntiring ?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

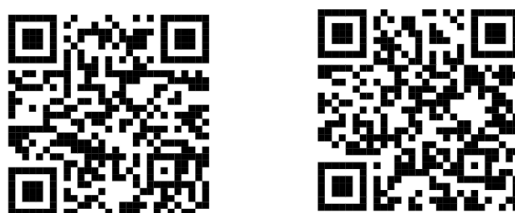
1. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
2. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.
3. В.И Иверонова таҳрири остидаги "Физикадан практикum" Т. 1960.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=pwZiwLTcDUE&list=PLWWReMXRMsYA1WIH6XkUsaReW1KMlb0eH&index=4> .

Laboratoriya ishi №6. Trifilyar mayatnik yordamida jismning inersiya momentini aniqlash.

Ishning maqsadi: turli geometrik shaklga ega bo'lgan jismlarning inersiya momentlarini aniqlash malakalarini hosil qilish.

Kerakli asbob va materiallar:

- 1) trifilyar mayatnik;
- 2) sekundomer;
- 3) shtangensirkul;
- 4) inersiya momenti o'lchanadigan jismlar namunasi.



NAZARIY QISM.

Qattiq jismlarning biror o'qqa nisbatan I inersiya momenti

$$I = \int r^2 dm \quad (1)$$

ifoda orqali aniqlanadi. Bu yerda r - dm massa elementining aylanish o'qigacha masofasi. Gyugens-Shteyner teoremasiga asosan inersiya momentini quyidagicha yozish mumkin:

$$I = I_0 + mR^2 \quad (2)$$

bu yerda I_0 - massa (og'irlik) markazi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti. m - jism massasi, R - inersiya markaziga nisbatan aniqlanadigan o'qqacha masofa. Keltirilgan ifodalardan ko'rinadiki, agar aylanish o'qi inersiya markazidan o'tgan bo'lsa inersiya momenti eng kichik bo'ladi.

Inersiya momentlarini aniqlash uchun xizmat qiluvchi asboblardan biri trifilyar osma hisoblanadi (1-rasm). Trifilyar mayatnik uchta o'zaro simmetrik iplar (simlar) vositasida biri ikkinchisiga osib qo'yilgan disklardan iborat sistemadir. Pastki disk og'irlik markazidan o'tuvchi vertikal o'q atrofida erkin buralma tebranma harakat qila olish imkoniyatiga ega. Bunda platformaning og'irlik markazi aylanish o'qi bo'ylab siljiydi. Sistemaning tebranish davri, diskning unga qo'yilgan yuklar bilan birgalikdagi inersiya momentiga bog'liq bo'ladi. Bu narsa jismlarning inersiya momentini aniqlashga va Shteyner teoremasini tekshirishga imkon beradi.

Agar m massali platforma bir tomonga buralib, h balandlikka ko'tarilsa, uning potentsial energiyasi:

$$E_1 = mgh$$

miqdor qadar ortadi, bundagi g – og'irlik kuchining tezlanishi. Bu platforma ikkinchi tomonga burilib, muvozanat vaziyatga kelganda uning kinetik energiyasi:

$$E_2 = \frac{1}{2} I \omega_0^2$$

bo'ladi, bu yerda I platformaning inersiya momenti, ω_0 - platformaning muvozanat vaziyatga kelgan paytdagi burchak tezligi. Ishqalanish kuchlarining ishini e'tiborga olmasdan, mexanik energiyaning saqlanish qonuniga asosan,

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

deb yoza olamiz.

Platforma garmonik tebranmoqda deb hisoblab, platformaning burchak siljishini vaqtga bog'laydigan munosabatni yoza olamiz:

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

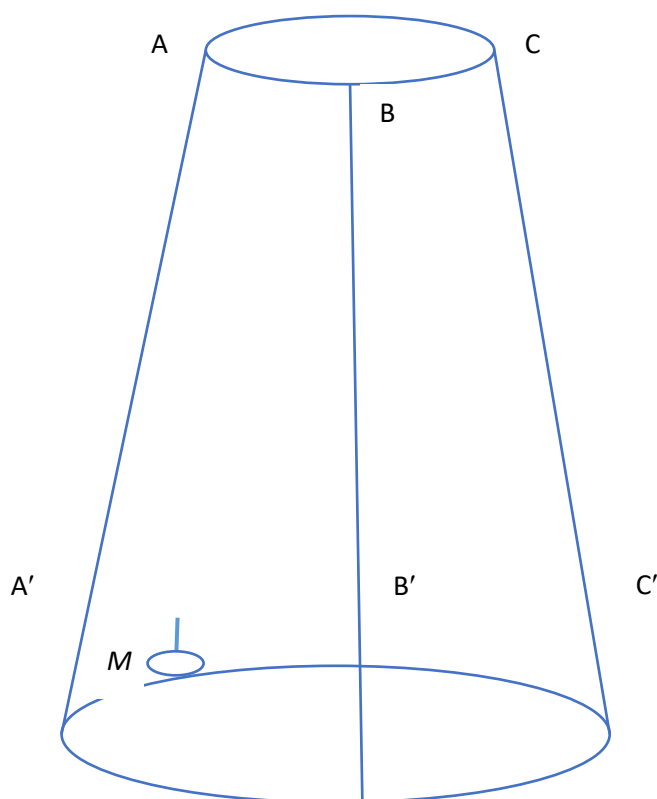
bu yerda α - platformaning burchak siljishi, α_0 - burilish amplitudasi, T - to'la tebranish davri, t - vaqt. α dan vaqt bo'yicha olingan birinchi hosila bo'lmish burchak tezlik ω quyidagicha ifodalanadi:

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{2\pi\alpha_0}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t$$

Platforma muvozanat vaziyatdan o'tayotgan paytlarda ($t = 0, \frac{1}{2}T, T, \frac{3}{2}T$ va hokazo) burchak tezlikning absolyut qiymati

$$\omega_0 = \frac{2\pi\alpha_0}{T} \quad (2)$$

bo'ladi. (1) va (2) ifodalarga ko'ra: $mgh = \frac{1}{2} I \left(\frac{2\pi\alpha_0}{T} \right)^2 \quad (3)$



1-rasm. Trifilyar mayatnikning sxematik ko‘rinishi.



Agar l - osmadagi bitta ipning uzunligi, R - platformaning radiusi, r - yuqorigi diskning radiusi bo‘lsa,

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

bo‘lishi 2 - rasmdan ochiq ko‘rinib turibdi.

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

$$(BC_1)^2 = (AB_1)^2 - (A_1C_1)^2 = l^2 - (R^2 + r^2 - 2Rr \cos \alpha_0)$$

bo‘lganidan:

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

Og'ish burchagi α_0 kichik bo'lganda bu burchak sinusining qiymatini shu α_0 burchakning qiymati bilan almashtirish va maxrajdagi ifodani $2l$ ga teng deb olish mumkin. Yuqoridagi fikrlarni e'tiborga olgan holda h quyidagiga teng bo'ladi:

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

Bundan, (3) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

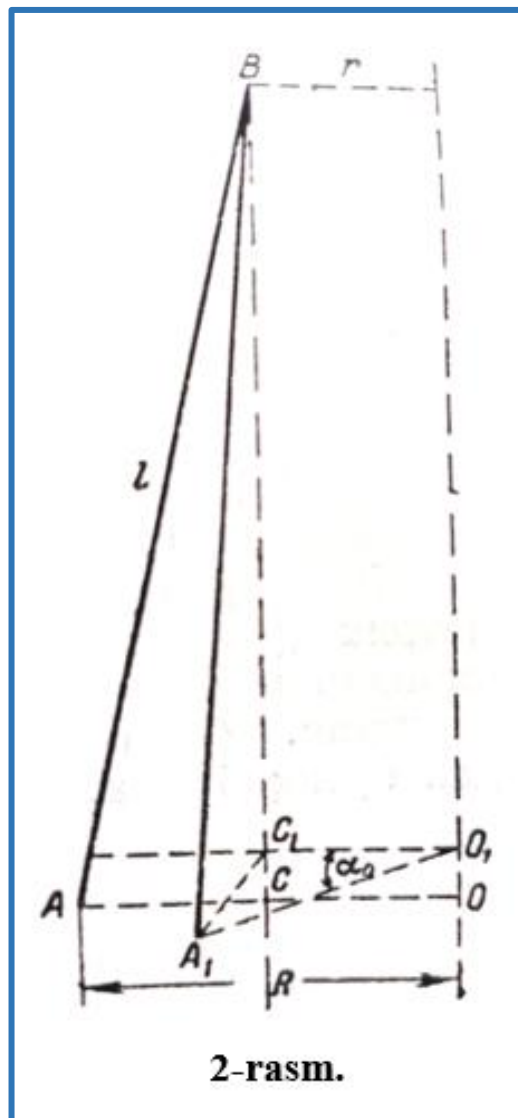
$$mg \frac{Rr\alpha_0^2}{2l} = \frac{1}{2} I \left(\frac{2\pi\alpha_0}{T} \right)^2$$

bundan:

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

Platformaning inersiya momenti ham, uning ustiga quyilgan jismning inersiya momenti ham mana shu (4) formulaga asosan topiladi, chunki bu formulaning o'ng tomonidagi barcha kattaliklarni bevosita o'lchash mumkin.

Platformani buralma tebrantirish uchun zarur bo'lgan aylantiruvchi impuls yuqorigi diskni o'z o'qi atrofida aylantirish yo'li bilan beriladi; diskni aylantirish uchun unga bog'liq bo'lgan richagni harakatga keltiruvchi shnur tortib taranglantiriladi. Tebranishlarni sanashda qiynalmaslik uchun pastki platforma qirrasida vertikal tamg'a chiziqcha bor, bu chiziqchanning qarshisiga M ko'rsatkich o'rnatilgan (1-rasm).



Ishni bajarish tartibi.

1. Avvalo (4) formulaga asosan bo'sh platformaning inersiya momenti (I_0) topiladi.
2. l , R , r va platformaning t , massasi shu asbob uchun o'zgarmas bo'lganidan, bo'sh platformaning to'la tebranish davri T_0 topiladi.

3. Buning uchun platformaga aylantiruvchi impuls beriladi (bunda tang'a chiziqcha M ko'rsatkichdan 20-30 sm dan ortiq uzoqlashmasligi kerak) va sekundomer yordamida bir nechta (30-50 ta) to'la tebranishga ketgan vaqt o'lchanib, (o'lchash vaqtida tebranishlar amplitudasi 5^0 - 6^0 dan ortiq bo'lmasligi kerak.) T_0 davr yetarlicha aniqlikda topiladi.

4. Bundan so'ng platformaning ustiga massasi oldin tortib topilgan tekshirilayotgan jism qo'yiladi; endi yana butun sistemaning tebranish davri T topiladi.

5. So'ngra, sistemaning m massasini jism bilan platforma massalarining yig'indisiga teng deb qarab, (4) formulaga asosan butun sistemaning inersiya momenti I_1 hisoblab topiladi.

6. Jismning inersiya momenti $I = I_1 - I_0$ tenglikdan topiladi.

7. Tajribalarni kamida 3 marta takrorlang va inersiya momentining o'rtacha, absolyut va nisbiy xatoliklarini hisoblang.

Sinov savollari.

1. Qattiq jismlarning inersiya momenti deb nimaga aytiladi ?

2. Turli geometrik shaklga ega jismlar uchun inersiya momentlarini hisoblash ifodalarini yozing va tahlil qiling ?

3. Trifilyar osma qurilmasining tuzilishi va unda tajriba o'tkazgich tartibini tushuntiring ?

4. Jismlarning og'irlik markazlari platforma o'qi ustidan o'tmagan hollarda ham ularning inersiya momentlarini taklif etilgan usulda aniqlab bo'ladimi?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y

2. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

3. В.И Иверонова "Физикадан практикум". (Механика ва молекуляр физика.) Т., «Ўқитувчи», 1973.

4. <https://www.youtube.com/watch?v=GHHpY4GVeK0> .

Laboratoriya ishi №7. Ag'darma mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.

Ishning maqsadi: Fizik mayatnikning bir turi bo'lgan ag'darma mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Ag'darma mayatnik;
2. Sekundomer;
3. Chizg'ich;
4. Tayanch prizma.



NAZARIY QISM

O'zining og'irlik markazidan yuqoriroqdagi nuqtaga osib qo'yilgan har qanday jism tebrana oladi, bunday jism *fizik mayatnik* deyiladi. Bunday mayatnikning oddiy tebranish davri quyidagi formula (bu formulada tebranishlar davri bilan amplituda orasidagi munosabat e'tiborga olingan, ya'ni bu formulani mayatnikning tebranishlarini qat'iy garmonik deb hisoblash mumkin bo'lmay qolgan vaqtlarda ham tatbiq etish mumkin) bilan ancha aniq ifodalanadi:

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

bundagi g – og'irlik kuchining tezlanishi, α – mayatnikning vertikalдан og'ish burchagi va L – fizik mayatnikning *keltirilgan uzunligi*, ya'ni tebranish davri shu fizik mayatnikning tebranish davriga teng bo'lgan matematik mayatnikning uzunligidir. Bu kattalik quyidagi munosabatdan topiladi:

$$L = \frac{I}{m \cdot a} \quad (2)$$

bundagi I – fizik mayatnikning osilish o'qiga nisbatan inersiya momenti, m – mayatnikning massasi, a – mayatnikning aylanish o'qi bilan og'irlik markazi orasidagi masofa.

Tebranish davrining (1) ifodasidan ko'rinib turibdiki, g tezlanishni mayatnik yordamida topish uchun, tebranish davri T ni, keltirilgan uzunlik L ni va α amplitudani topish kerak ekan. Mayatnikning bir necha

(100-200) tebranishiga ketgan vaqtni sekundomer bilan bevosita o'lchab va bu vaqtni tebranishlar soniga bo'lib T davrni topish mumkin. Bunday L kattalikni mayatnikning o'lchamlari va massasini bilgan holda hisoblab topish, yoki *ag'darma mayatnik* deb ataluvchi mayatnikdan foydalanib bevosita topish mumkin.

Og'irlik kuchining g tezlanishini topishda ag'darma mayatnikning ishlatilishi *tebranish markazi* bilan osilish nuqtasining bir-biriga aylanish olish xossasiga asoslangan. Bu xossaning mohiyati shuki, har qanday fizik mayatnikda va binobarin, ag'darma mayatnikda hamma vaqt shunday ikki nuqta topish mumkinki, mayatnikni shu nuqtalarga galma-gal osib qo'yganda mayatnikning tebranish davri birdayligicha qolaveradi. Bu ikki nuqta oralig'i mana shu mayatnikning keltirilgan uzunligi L ga teng bo'ladi.

Agar mayatnikning tebranish amplitudasi kichik bo'lsa, uning tebranish davri quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mga}}$$

bunday g – og'irlik kuchining tezlanishi. Inersiya momentlari to'g'risidagi ma'lum teoremaga asosan :

$$I = I_0 + ma^2$$

bunday I_0 – mayatnikning og'irlik markazidan tebranish o'qiga parallel qilib o'tkazilgan o'qqa nisbatan inersiya momenti, I , m va a – (2) formuladagi kattaliklar. Yuqoridagi ikkita formuladan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ma^2}{mga}} \quad (3)$$

Mana shu ag'darma mayatnikda tebranish o'qining shunday ikkita vaziyatini topdik deb faraz qilaylikki, bu holda mayatnik shu ikki o'q atrofida birday T davr bilan tebranadi, unda (3) tenglikka asosan :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ma_1^2}{mga_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{I_0 + ma_2^2}{mga_2}}$$

Bunday a_1 va a_2 – ag'darma mayatnikning og'irlik markazidan shu ikki o'qqacha bo'lgan masofalar. Bundan :

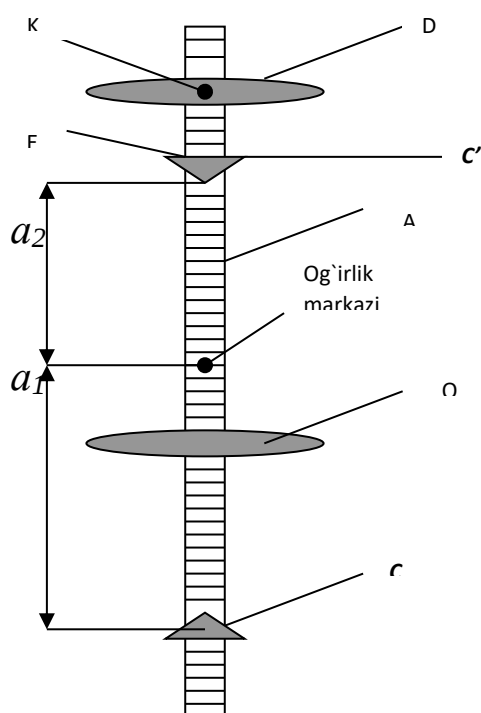
$$\frac{T^2}{4\pi^2} \cdot g(a_1 - a_2) = a_1^2 - a_2^2$$

Agar $a_1 \neq a_2$ bo'lsa, ya'ni tebranish o'qlari og'irlik markazidan turli masofalarda tursa, u holda yuqoridagi tenglikning ikkala tomonini $a_1 - a_2$ ga bo'lib,

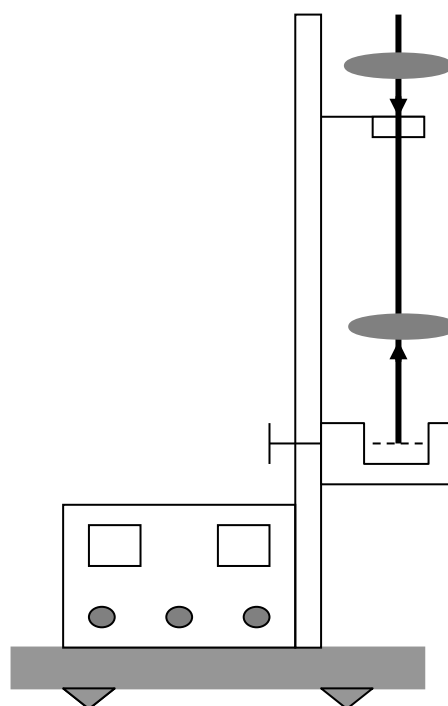
$$g = \frac{4\pi^2(a_1 + a_2)}{T^2} \quad (4)$$

formulani hosil qilamiz. Mayatnikning birday davrli tebranish o'qlari orasidagi masofaga teng bo'lgan $(a_1 + a_2)$ miqdor shu ag'darma mayatnikning keltirilgan uzunligining xuddi o'zginasidir. Bu formula bizga shu narsani ko'rsatadiki, g ni ag'darma mayatnik vositasida topishda asosiy masala tebranish davri T ni birdayligicha qoldiradigan tebranish o'qining mayatnik og'irlik markaziga nisbatan asimmetrik bo'lgan ikki vaziyatini topishdan iborat bo'lib qoladi, bunday holda bu ikki o'q orasidagi masofa $(a_1 + a_2)$ bo'ladi.

Ag'darma mayatniklar ularning qo'llanilishiga qarab turli shaklda bo'ladi. Bizning ixtiyorimizda bo'lgan ag'darma mayatnikli FRM-00 qurilmasi taglikka ega bo'lgan millimetrlilik shkalaga ega metall ustun, shu ustunning yuqori qismiga ag'darma mayatnik osiladigan uyali mahkamlagich va ustun bo'ylab surila oladigan fotoelektrik datchik hamda tebranishlar soni va vaqtni hisoblovchi sanagichlardan iborat. Ag'darma mayatnikning o'zi tayanch prizmalar (CC') hamda qo'zg'aluvchan disklarga (DQ) ega bo'lgan santimetrlik shkalalarga bo'lingan A metall sterjendan iborat (1-rasm). Tayanch prizmalarni va surilgich disklarni sterjenning istalgan joylariga mahkamlab qo'yish mumkin.



1-rasm



Ishni bajarish tartibi.

1. Mayatnikni qirrali tayanchga gorizontali joylashtirib muvozanat holatiga keltiriladi, a_1 va a_2 masofalar o'lchanadi hamda $L = a_1 + a_2$ jadvalga yoziladi.

2. Ag'darma mayatnik qurilmaning yuqori mahkamlagichidagi uyaga yuqorigi prizmasi bilan qo'yiladi va sanagich tarmoqqa "CETb" tugmachasini bosish bilan ulanadi, bunda fotometrik datchik ham ishga tushadi.

3. Fotometrik datchik ustunning shunday joyiga o'rnatiladiki, ag'darma mayatnik sterjenning pastki uchi uning yorug'lik chiqadigan yo'liga to'g'ri kelsin.

4. Ag'darma mayatnik 6-8° burchak ostida tebrantirib yuboriladi, shunda sanagich ishga tushib tebranishlar soni va vaqtning o'tishini o'z ekranida ko'rsatib boradi. Tebranishlar davri tebranishlar uchun ketgan vaqtni tebranishlar soniga bo'lish orqali topiladi. Tebranishlar har gal 100 tadan kam bo'lmasligi kerak.

5. Tajribani kamida 3-5 marta takrorlang va o'lchangan kattaliklarni (4) formula bo'yicha og'irlik kuchi tezlanishini hisoblang va kattaliklarni jadvalga yozing.

KUZATISH JADVALI

Nº	$a_1(m)$	$a_2(m)$	$L(m)$	$T(s)$	$g(m/s^2)$	$g_{o'rt}(m/s^2)$	$\Delta g_{o'rt}(m/s^2)$	$\varepsilon = \frac{\Delta g_{o'rt}}{g_{o'rt}} \cdot 100\%$
1								
2								
3								
4								

Sinov savollari.

1. Fizik mayatnik deb nimaga aytiladi ?
2. Fizik mayatnik keltirilgan uzunligi deb nimaga aytiladi ?
3. Shteyner teoremasini aytib bering va formulasini yoziladi ?
4. Og'irlik kuchi tezlanishini ag'darma mayatnik bilan o'lchashda qanday afzalligi bor ?

5. Fizik va matematik mayatnikning tebranish davrlari formulalarini yozing hamda izohlang ?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.
4. В.И Иверонова "Физикадан практикум". (Механика ва молекуляр физика.) Т., «Ўқитувчи», 1973.

Laboratoriya ishi №8. Noelastik to‘qnashuvda energiya va impuls – ikki shoxsimon yorug‘lik datchigi bilan o‘lchash.

Ishning maqsadi: Noelastik to‘qnashuvda energiya va impuls – ikki shoxsimon yorug‘lik datchigi bilan o‘lchash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. CASSY-sensori524 010 yoki 524 013
2. CASSY Lab 2 dasturi524 220
3. Taymerli adapter yoki Taymer S524 034 yoki 524
4. Trakt074 337 130
5. 2ta aravacha337 110
6. Qo‘shimcha yuklar jufti337 114
7. Aravacha uchun zarb prujinasi.....337 112
8. Universal yorug‘lik datchigi.....337 462
9. Ko‘p negizli kabellar, 6-qutbli, 1.5 m.....501 16
10. Windows XP/Vista/7/8 OT o‘rnatilgan kompyuter.



NAZARIY QISM

CASSY Lab 2 tavsifnomasi

Namuna tajribalari va parametrlarni yuklash uchun CASSY Lab 2 help ma’lumotnomasidan foydalaning.

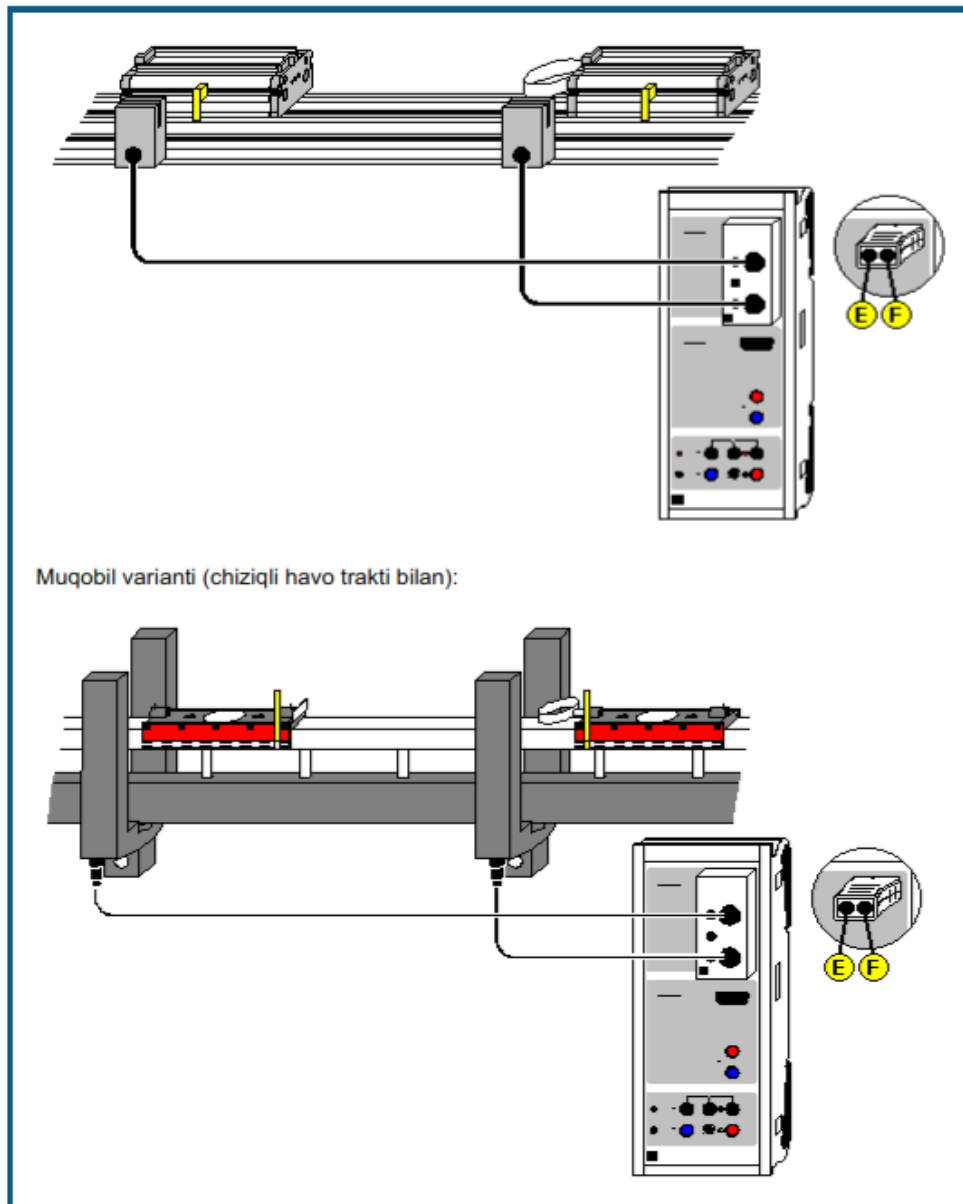
Tajriba tavsifi

Ikki aravachaning v tezliklari to‘qnashuvdan oldin va keyin ikki yorug‘lik datchiklari orasidan o‘tish vaqtini o‘lchash orqali o‘lchanadi. Shu usulda elastik va noelastik to‘qnashuvda impulsning saqlanishi hamda elastik to‘qnashuvda energiya saqlanishi qonunini tekshirib ko‘rish mumkin.

Ishni bajarish tartibi.

1. Parametrlarni o‘rnatish. Jadvalga m_1 va m_2 massalarni kiriting (sichqoncha bilan m_1 va m_2 kiritiladigan katakchalarga bosib klaviaturadan kiritishni faollashtiring.)

Energiya va impulsning saqlanishi(to'qnashuvda)



 **Pocket-CASSY** bilan bajarilishi mumkin.

2. To'qnashuvdan oldin aravachalarning E va F datchiklargacha bo'lgan o'rnini kiriting (**Settings** v_1, v_2, v'_1 yoki v'_2). To'rtta turli joylashish holatlari mavjud: Ikkala arava ham yorug'lik datchigi orqasida.

Chap aravacha yorug'lik datchiklari orasida, o'ng aravacha esa yorug'lik datchigi orqasida. O'ng aravacha yorug'lik datchiklari orasida, chap aravacha esa yorug'lik datchigi orqasida.

Ikkala aravacha ham ichkarida (tutashgan holda).

3. Bayroqchalarni o'rnatish (**Settings** v_1, v_2 va v'_2 ga ham).

4. To'qnashuvni yuzaga keltiring (agar to'qnashuvdan oldin tezlik qiymati noldan farq qilsa $\rightarrow 0 \leftarrow$ amali bilan) va amin bo'lingki yorug'lik

datchiklari biron bir boshqa zarb yoki impulsni qayd qilmasin (masalan aravaning trakt oxiridagi qaytish zarbini va h.k.).

5. O'chashlarni **End of Collision** funksiyasi bilan chegaralang (o'lchashlar to'rtta tezlik o'lchab bo'lingach avtomatik to'xtatiladi.)

6. O'lchangan qiymatlarni  tugma orqali jadvalga o'tkazing yoki **→ 0 ←** amali bilan yangi o'lchashlarni boshlang.

Baholash: Jadvallar to'qnashishni amalga oshirishdan oldin tayyorlanishi zarur, to'la impuls, energiya, to'la energiya va yo'qotilgan energiya qiymatlarini siz yoqorida tayyorlagan jadvallaringizga  tugmasi bilan. Natijalarni belgilash uchun jadval kataklariga Click qiling. Agar siz qiymatlar to'qnashuvdan keyin shu zahoti kiritilishi zarur bo'lsa ekrandagi mos tugmalarni bosing.

Siz nazariya va tajriba natijalarini tekshirish uchun qo'shimcha formulalarga zarurat sezasiz. Elastik to'qnashuv uchun quyidagi:

$$v'_1 = \frac{(2m_2v_2 + (m_1 - m_2)v_1)}{(m_1 + m_2)}$$
$$v'_2 = \frac{(2m_1v_1 + (m_2 - m_1)v_2)}{(m_1 + m_2)}$$

Noelastik to'qnashuv esa uchun quyidagi:

$$v'_1 = v'_2 = \frac{(m_1v_1 + m_2v_2)}{(m_1 + m_2)}$$

formulalardan foydalanishimiz mumkin.

Sinov savollari.

1. Impulsni saqlanish qonunining mohiyatini bayon eting ?
2. Elastik to'qnashuvdan keyin jismlarning tezliklarini toping va mohiyatini tahlil eting ?
3. Noelastik to'qnashuvdan keyin jismlarning tezliklarini toping va mohiyatini tahlil eting ?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

Laboratoriya ishi №9. Giroskop pretsessiyasini o'rganish.

Ishning maqsadi: Giroskop pretsessiyasini o'rganishdan iborat.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Taglikli sterjen, 100 sm300 44
2. 2 taglikli sterjenlar, 25 sm300 44
3. Leybold multiqisqichlar301 01
4. Burama qisqich, yakkaalik301 07
5. 2 Shoxsimon yorug'lik datchigi337 46
6. Katta giroskop348 18
7. 2 ta ulanish kabellari, 6-pinli, 1.5 m501 16
8. P-sanagich575 51
9. Raqamli sanagich575 50
10. Boshqarish kalitlari575 51
11. 10 dona yuklar, har biri 100 g.....590 24
12. Shtangensirkul311 52
13. Dinamometr, 100 N314 201.

NAZARIY QISM

O'zining simmetriya o'qi atrofida tez aylanadigan qattiq jism **giroskop** deb ataladi.

Agar giroskopga ta'sir etayotgan tashqi kuchlar momenti M nolga teng bo'lsa, u holda momentlarning

$$\frac{dN}{dt} = M \quad (1)$$

tenglamasiga asosan, jism harakat miqdorining momenti N o'zgarmas bo'ladi va giroskopning aylanish o'qi o'zining fazodagi vaziyatini saqlaydi. Agar tashqi kuchlar momenti noldan farqli bo'lsa, giroskop shunday harakat qiladiki, har bir paytda uning faqat qandaydir bitta nuqtasi qo'zg'almay turadi, xolos. Bu holda giroskopning harakatini qo'zg'almas nuqtadan o'tuvchi oniy o'q atrofida aylanish deb qarash mumkin.

Vektor tenglama (1) quyidagi uchta skalyar tenglamadan hosil bo'ladi:

$$\frac{dN_x}{dt} = M_x, \quad \frac{dN_y}{dt} = M_y, \quad \frac{dN_z}{dt} = M_z \quad (2)$$

buyurda M_x, M_y, M_z - giroskopga ta'sir qilayotgan tashqi kuchlar momentining koordinata o'qlaridagi proyeksiyalari; N_x, N_y, N_z - harakat miqdorining X, Y, Z o'qlarga nisbatan olingan momentlari, bularni N

vektorning shu o'qlardagi proyeksiyalari deb qarash mumkin. Agar X, Y, Z o'qlar jismning bosh inersiya o'qlari bo'lsa, u holda:

$$N_x = I_x \omega_x; N_y = I_y \omega_y; N_z = I_z \omega_z$$

bundagi I_x, I_y, I_z - jismning bosh inersiya momentlari, $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ lar esa oniy burchak tezlik ω ning bosh inersiya o'qlaridagi tashkil etuvchilaridir.

Ravshanki, agar

$$\begin{array}{ll} \omega_x \neq \omega_y; & I_x \neq I_y; \\ \omega_x \neq \omega_z; & I_x \neq I_z; \\ \omega_y \neq \omega_z; & I_y \neq I_z. \end{array}$$

bo'lsa, u holda oniy aylanish o'qi ω ning yo'nalishi jismning simmetriya o'qi bilan va jism harakat miqdorining bosh momentining N vektori bilan bir xil bo'lmay qoladi. Shuning uchun, tashqi kuchlar momenti ta'siri ostidagi giroskopda jismning qo'zg'almas nuqtasidan o'tuvchi uchta yo'nalishni (o'qni): 1) oniy burchak tezligining yo'nalishini, 2) harakat miqdori bosh momentining yo'nalishini, 3) jismning simmetriya o'qini bir-biridan farq qilish kerak.

Shuni qayd qilib o'tish zarurki, oldingi ikkita yo'nalish giroskop harakat qilganda ko'rinmaydi va o'z vaziyatini fazoda ham, jismning o'zida ham o'zgartiradi, jismning simmetriya o'qi esa jism harakat qilganda ko'rinib turadi va o'z vaziyatini faqat fazodagina o'zgartiradi.

Giroskopning taxminiy, elementar nazariyasi shundan iboratki, harakat miqdori momentining bosh vektorining yo'nalishi bilan oniy burchak tezlikning yo'nalishi har bir paytda figuraning simmetriya o'qi yo'nalishidan kam farq qiladi deb hisoblanadi. Agar giroskop X o'qi bilan ustma-ust tushgan simmetriya o'qi atrofida aylanayotgan bo'lsa yuqorida aytilgan ikki yo'nalishni simmetriya o'qi bilan deyarli birday qilish mumkin. U holda

$$\omega_x \gg \omega_y; \omega_x \gg \omega_z.$$

Bu holda ω ning yo'nalishi jismning simmetriya o'qining yo'nalishiga yaqin bo'ladi. I_x, I_y, I_z lar bir tartibli miqdorlar bo'lganliklari (va odatda $I_x > I_y; I_x > I_z$ yalpaygan giroskop) uchun sistemaning harakat miqdorining bosh momenti ham jismning simmetriya o'qiga yaqin bo'ladi.

Giroskop simmetriya o'qi atrofida juda tez aylanganda oniy burchak tezlik vektori bilan harakat miqdorining bosh momenti vektori haqiqatda simmetriya o'qi bilan birday bo'lib qoladi. Ana shuning uchun

ham oniy aylanish o'qining qanday harakat qilishini jismning simmetriya o'qi harakatiga qarab bilamiz. Tashqi kuchlar momenti bo'lmaganda ($M=0$) (1) tenglamadan quyidagini topamiz.

$$N = \text{const.}$$

Harakat miqdorining bosh momenti, aylanishning oniy burchak tezligi va giroskopning simmetriya o'qi fazoda qo'zg'almaydi va qiymatlari o'zgarmaydi.

Tashqi kuchlar oz vaqt ichida ta'sir qilganda (turtki berilganda) Δt juda kichik, shuning uchun (1) formulaga asosan, harakat miqdorining orttirmasi ($\Delta N = M \cdot \Delta t$) ham juda kichik bo'ladi. Binobarin, harakat miqdori bosh momentining, oniy burchak tezlikning va giroskop simmetriya o'qining yo'nalishlari fazoda juda kam o'zgaradi.

Agar tashqi kuchlar ancha vaqt davomida ta'sir etib tursa, garchi ularning momentlari kichik bo'lsa-da, harakat miqdori bosh momentining, oniy burchak tezlikning, jismning simmetriya o'qining fazodagi yo'nalishlari o'zgaradi. Giroskopning bunday harakati **pretsessiya** deb ataladi.

Ushbu tajribada namunalar va ma'lumotlarni yuklash uchun CASSY Lab 2 help menyusidan foydalaning. Giroskop pretsessiyasi giroskop tashqi kuch ta'sirida harakatlenganda sodir bo'ladi. Giroskop shpindeliga aylantiruvchi moment ta'sir qilsa, shpindel (qurilmalarning aylanma harakat qiladigan asosiy qismi) bu aylantiruvchi momentga mos aylanmaydi, u faqat to'g'ri burchakka buriladi. Giroskopda koordinata boshidan o'tuvchi va koordinata boshiga burchak ostida bo'lgan aylanish o'qi mavjud (1-rasm). Koordinata boshidan giroskop og'irlik markazigacha bo'lgan masofa s va giroskop o'qining Z o'qiga nisbatan og'ishi α ga teng.

Giroskopning impuls momenti quyidagiga teng:

$$\vec{N} = I \vec{\omega} \quad (3)$$

bu yerda ω – giroskop aylanma chastotasi, I -giroskopning 3-o'qqa nisbatan inersiya momenti. N qiymati odatda vaqtga bog'liq bo'ladi, ya'ni $N = f(t)$. Giroskopning og'irlik markaziga ta'sir qiluvchi $F = m \cdot g$ og'irlik kuchi aylantiruvchi momentni hosil qiladi va giroskop o'qining aylanishiga sabab bo'ladi.

$$\vec{M} = \vec{d} \cdot \vec{F} = m \cdot \vec{g} \cdot \vec{d}$$

shuning uchun

$$M = F \cdot d \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot d \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

M kuch momenti F va d ga bog'liq bo'lib, tekislikka nisbatan perpendikulyar yo'nalgan. dN impuls momentining o'zgarishiga olib

keladi. dN impuls momentining o'zgarishi impuls momenti oniy qiymatiga perpendikulyar yo'nalgan. M kuch momenti tomonidan hosil qilingan qo'shimcha impuls momenti quyidagicha bo'ladi: $\vec{M} = \frac{d\vec{N}}{dt}$ bu yerda

$$dN = N \cdot \sin \alpha \cdot d\varphi \quad (5)$$

(1-rasmga qarang), quyidagi kelib chiqadi.

$$M = N \cdot \sin \alpha \cdot \frac{d\varphi}{dt} = N \cdot \sin \alpha \cdot \omega_p$$

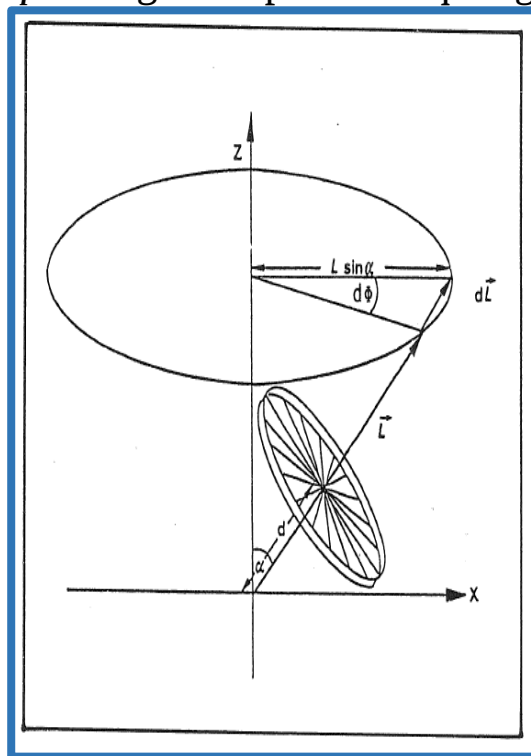
bu yerda

$$\omega_p = \frac{d\varphi}{dt}$$

pretsessiyaning burchak tezligi. (3), (4) va (5) tenglamalar asosida quyidagini olish mumkin:

$$\omega_p = \frac{m \cdot g \cdot d}{N} = \frac{d}{\omega} \cdot \frac{m \cdot g}{I} \quad (6)$$

Bundan aytish mumkinki pretsessiya chastotasi d og'irlik markazidan tayanch nuqtasigacha bo'lgan masofaga to'g'ri proporsional va giroskop aylanish chastotasiga teskari proporsionaldir. Bu giroskop shpindeli va Z o'q orasidagi burchakka bog'liq emas (bu yerda differensiallash uchun $\omega_p \ll \omega$ giroskop tez deb qaralgan).



1-rasm. Giroskop pretsessiyasi.

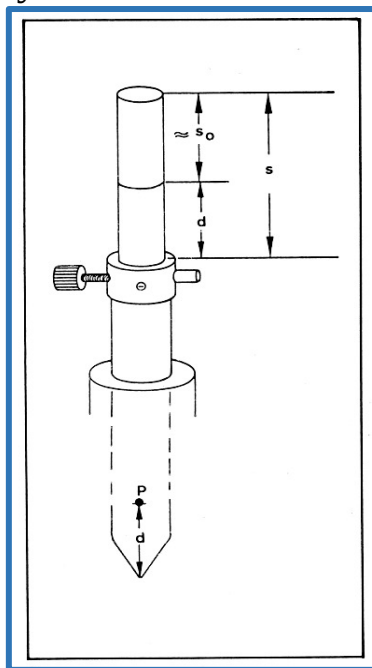
d bevosita aylana olmaydi, chunki giroskop og'irlik markazi P noma'lumdir. O'lchashlardagi bu kattalik-masofa giroskop shpindelining quyi nuqtasi va giroskop azimuti yuqori nuqtasi orasidagi masofadir. S_0 giroskop shpindeli yuqori nuqtasi va shpindelidagi ochilgan ariqchasi orasidagi masofa. Giroskop og'irlik markazi P bo'ladi, agarda yuqoridan qo'yilgan qismi aniq ariqchaga joylashsa. Agar $S = S_0$ giroskop og'irlik markazi va tayanch nuqtalari ustma-ust tushsa, ya'ni giroskop muvozanat holatini saqlasa, chapga yoki o'ngga og'masa (erkin giroskop kabi).

Tanlangan har qanday P uchun

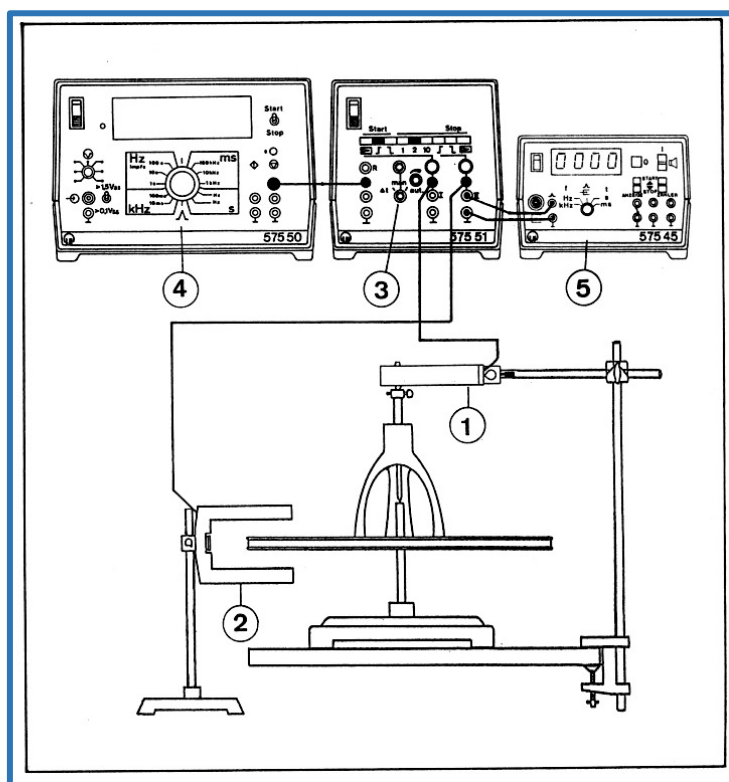
$$d = s_0 - s \quad (7)$$

d qiymati musbat yoki manfiy va pretsessiya harakat yo'nalishi soat strelkasi bo'ylab yoki teskari bo'lishi tayanch nuqtasi o'girlik markazidan yuqorida yoki pastda bo'lishiga bog'liq.

O'rnatish: 3-rasmda keltirilgan tajriba qurilmasini yig'ing. Pretsessiya chastotasini o'lchash uchun yorug'lik datchigidan (1), boshqaruv bloki va raqamli sanagich (4) dan foydalaning. Pretsessiya davrini o'lchash uchun 1-rasmda ko'rsatilgan boshqaruv bloki qora tugmasini bosing va tanlash kalitini (3) "man" holatiga o'tkazing. Raqamli sanagichni (4) vaqtni o'lchash holatiga o'tkazing. Yorug'lik sochilishi himoyasi (2) va boshqaruv modeli hamda P hisoblagich (5) yordamida giroskopning aylanma burchak tezligini o'lchang.



2-rasm. Og'irlik markazining holatini aniqlash.



3-rasm. Giroskop pretsessiyasini o‘lchash uchun eksperimental qurilma.



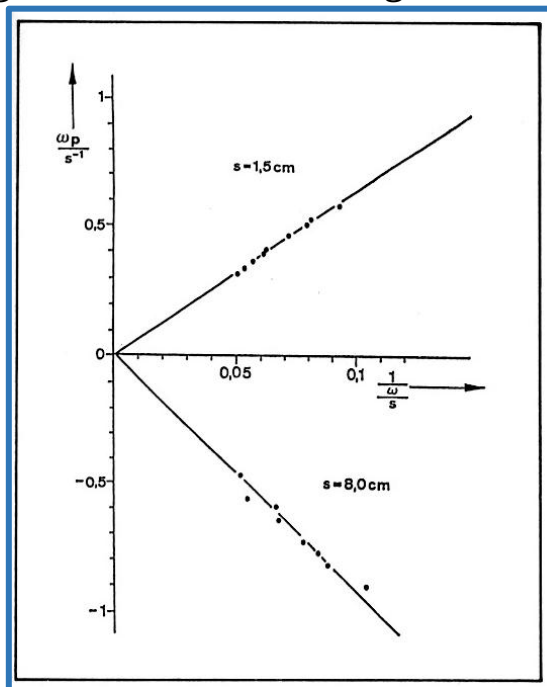
Eslatma: Aylanma chastota ω giroskop spitsalari bilan (2) yorug‘lik datchigidan o‘tishi chastotasi ν bilan aniqlanishi mumkin. Bir aylanish yorug‘lik yo‘lidan 18 marta o‘tishga mos keladi (18 ta spitsa):

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi \frac{n}{18}$$

(n - sanagich ko‘rsatkichi).

1. Maqbul s masofani shtangensirkul bilan o‘rnatish.
2. Giroskopni vertikal o‘rnatish va asos taglikni shunday joylashtirishki giroskop spitsalari yorug‘lik datchigi vertikal o‘qida yorug‘lik nurini kesib o‘tsin.
3. Giroskopni harakatga keltirish. O‘ng qo‘l bilan yuqori nuqtasidan mahkam ushlab chap qo‘l bilan giroskop g‘ildiragini aylantirish, giroskop tez aylansin, ammo 3 Hz dan tezroq emas.
4. Giroskop shpindelini sekin qiyalatingki giroskop pretsessiyasi shpindellarning qo‘shimcha tebranishisiz sodir bo‘lsin.

5. Giroskop sekin-asta sekinlashguncha ω_p va ω qiymatlarini bir necha marta o'lchang. Amin bo'lingki, pretsessiya chastotasi mos ω aylanish chastotasida o'lchangan bo'lsin.
6. Tajribani s ning bir necha qiymatlarida olib boring.
7. S_0 ni shtangensirkul bilan o'lchang.

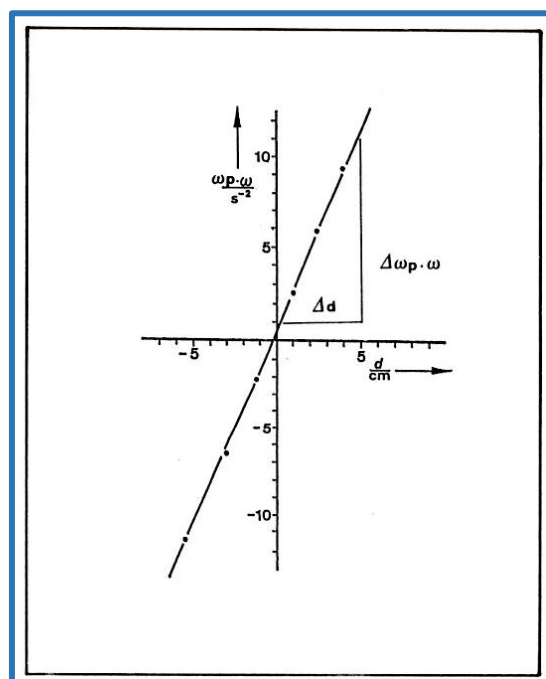


4-rasm. ω_p $s_1=1.5$ sm va $s_2=8.0$ sm bo'lganda $1/\omega$ funksiyasidir; ω (6) ga asosan aniqlanadi.

Natijalar:

4-rasm ko'rsatadiki ω va $1/\omega$ qiymatlar orasida (4) tenglamaga asosan d ning turli qiymatlarida chiziqli proporsionallik mavjud. 5-rasmdan ko'rinadiki ω/ω_p va d orasida to'g'ri proporsionallik mavjud ekan.

Eslatma: s_0 uzunligini o'lchashdagi xatoliklar tufayli 5-rasmdagi grafik to'g'ri chizig'ining koordinata boshidan o'tmasligiga olib keladi. Shuning uchun d ning qiymati taxminan **2 mm** ga kichikroq va mos holda to'g'ri chiziq **2 mm** ga d tomon siljigan. Pretsessiya burchagi kichikroq bo'lib qoladi, giroskop vertikal holatdan doimo og'ishga intilishi bilan yana ham kichikroq bo'lib boradi. Bu effekt giroskop azimutidagi podshibniklaridagi ishqalanish tufayli vujudga keladi va bu giroskop tajribalar davomida turtib turilishi kerakligini anglatadi.



5-rasm. $\omega_p * \omega d$ funksiyasidir, $d=s_0-s$; ω (6) asosida aniqlangan.

***I* inersiya momentini aniqlash.**

Girooskop fizik mayatnik kabi ishlashi lozim. Unga 6-rasmda ko'rsatilgani kabi 100 g massali yukni g'ildirak ichiga qo'ying. *I* ning qiymati qo'shimcha yuk massasini *R* masofa va *T* aylanish davri orqali hisoblanishi mumkin.

$$I = mR\left(\frac{gT^2}{4\pi} - R\right) \quad (8)$$

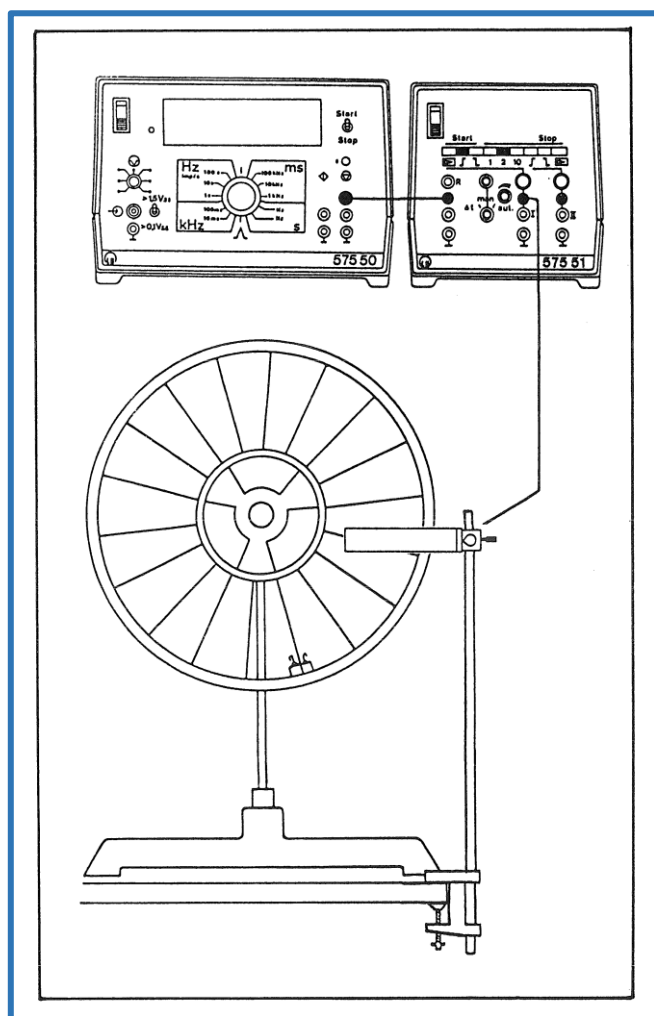
bu yerda g-erkin tushish tezlanishi.

To'la bir marta tebranishni sanagich bilan qayd qilish uchun boshqaruv blokidagi qora tugmani (6-rasm) bosish zarur. Raqamli sanagichni vaqtini o'lchash uchun ishga turshiring.

Tajribani o'tkazish tartibi.

1. Reset tugmasi bilan sanagichni nolga keltiring.
2. Mayatnikni shunday joylashtiringki yorug'lik datchigi faqat bitta spitsa bilan to'la bir marta aylantirishda kesib o'tish zarur.
3. Prujinali dinamometr bilan girooskop massasini aniqlang.

Eslatma: Bu spitsa bir aylanish mobaynida ikki marta yorug'lik datchigini kesib otadi.



6-rasm. Giroskopning I inersiya momentini aniqlash.

O'lchash namunasi:

$$m=3,0 \text{ kg}$$

$$T=3,48 \text{ s}$$

$$R=0,236 \text{ m}$$

Baholash va natijalar: O'lchash namunasiga ko'ra biz $I = 0,13 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ inersiya momentiga ega bo'ldik (8) ga ko'ra. Shunday qilib, 5-rasmdagi grafik gradiyenti uchun nazariy qiymati: $\frac{mg}{I} =$

$$\frac{3,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,13 \text{ kg} \cdot \text{m}^2} = 226 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-2}.$$

5-rasmdan gradiyentni quyidagicha qayd qilamiz.

$$\frac{\Delta(\omega_p \cdot \omega)}{\Delta d} = 226 \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

Shunday qilib, pretsessiya chastotasi qiymati miqdoran shunday aniqlanadi.

Sinov savollari.

1. Pretsessiya deb nimaga aytiladi ?
2. Giroskopning impuls momenti formulasini yozing va kattaliklarini izohlang ?
3. Tajribaning borish tartibini tushuntiring.

Qo‘shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O‘zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. “Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma.” Buxoro-2021. “Durdona” nashriyoti.

Laboratoriya ishi №10. Giroskop chayqalishi.

Ishning maqsadi: Azimutda muvozanatda turuvchi giroskopning chayqalish chastotasining aylanish chastotasiga bog‘liqligini o‘lchash.

$$\nu_n = \nu_z \cdot \frac{I_z}{I_{xy}}$$
 - bog‘lanishni nazariya bilan solishtirish. (I_z – z o‘qi bo‘ylab inersiya momenti; I_{xy} - ekvatorial o‘q bo‘ylab inersiya momenti.)

Kerakli asbob va materiallar:

1. 2 ta U-simon yorug‘lik datchigi337 46
2. 2 dona ulanish kabellari, 6 o‘zakli501 16
3. Taglik asosga o‘rnatilgan katta giroskop348 18
4. Sanagich-P575 45
5. Raqamli sanagich 575 50
6. Boshqaruv paneli 575 51
7. Taglikli sterjen , 75 sm 300 43
8. Taglikli sterjen , 47 sm 300 42
9. Taglikli sterjen , 25 sm 300 41
10. Leybold multiqisqichlari 301 01
11. Stolga qo‘yiladigan qisqich (tutgich), yakka301 07
12. Ulash simlari, 25 sm .

NAZARIY QISM

Aylantiruvchi moment ta'sir qilmayotgan simmetrik giroskop og'irlik nuqtasida muvozanatda bo'ladi va uning impuls momenti quyidagiga teng va doimiydir:

$$\vec{N} = I \vec{\omega}$$

bu yerda ω -giroskopning burchak tezligi, I -inersiya tenzoridir. Bizning tajribada qo'llanilayotgan giroskop uchun I inersiya momenti quyidagi tashkil qiluvchilarga ega:

$$I = \begin{pmatrix} I_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & I_{xy} & 0 \\ 0 & 0 & I_z \end{pmatrix}$$

Agar burchak tezlik yo'nalishi inersiya momenti asosiy o'qlari bo'ylab yo'nalmagan bo'lsa, L va ω yo'nalishi mos tushmaydi. Natijada, giroskopning koordinata boshi bilan bog'langan o'qi bir nuqtada doimiy turmaydi, ammo impuls momenti vektori yo'nalishi bo'ylab ν - "chayqalish chastotasida" aylanadi. Burchak tezlik ω ikkita tashkil qiluvchiga ajratilishi mumkin. ω_z - giroskop o'qi bo'ylab aylanish burchak chastotasi va ω_n - chayqalish burchak tezligi (1- rasmga qarang). ω yo'nalishi ham "oniy aylanish o'qi" kabi aniqlanadi. L , ω va ω_z yo'nalishlari doimo bir tekislikda yotadi.

ω_z va ω_n orasidagi bog'lanishni hisoblash uchun biz giroskop harakatini giroskop tanasi bilan bog'langan koordinatalar sistemasining laboratoriya bilan bog'langan dekart koordinatalar sistemasi bilan mos kelgan vaqtda o'rganamiz.

Dastlab, quyidagi tenglamalar I impuls momenti tashkil qiluvchilari uchun o'rinlidir:

$$N_y = I_{xy} \omega_y = N \sin \theta \quad (1)$$

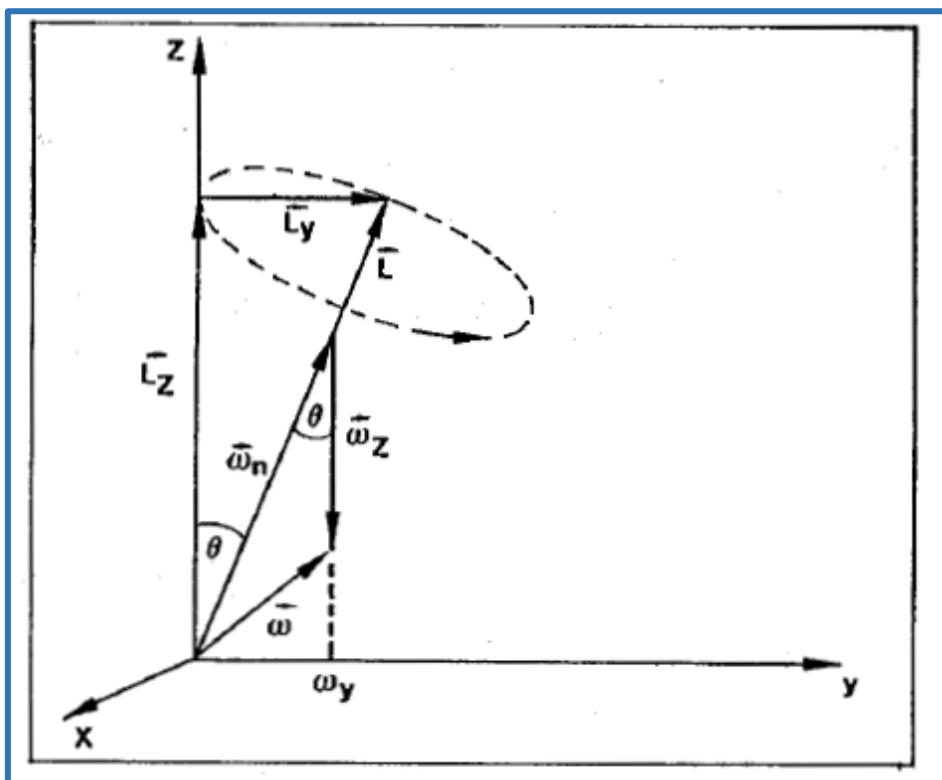
$$N_z = I_z \omega_z = N \cos \theta \quad (2)$$

N_x nolga teng chunki, $N_{(xy)}$ tekislikda yotadi. 1-rasmdan biz quyidagini olishimiz mumkin:

$$\sin \theta = \frac{\omega_y}{\omega_n} \quad (3)$$

1-tenglama va 3-tenglamalardan dastlab quyidagini olishimiz mumkin:

$$N = I_{xy} \omega_n$$



1-rasm. Qo'llaniladigan o'zgaruvchilar va (4) tenglamani differensiallash uchun.



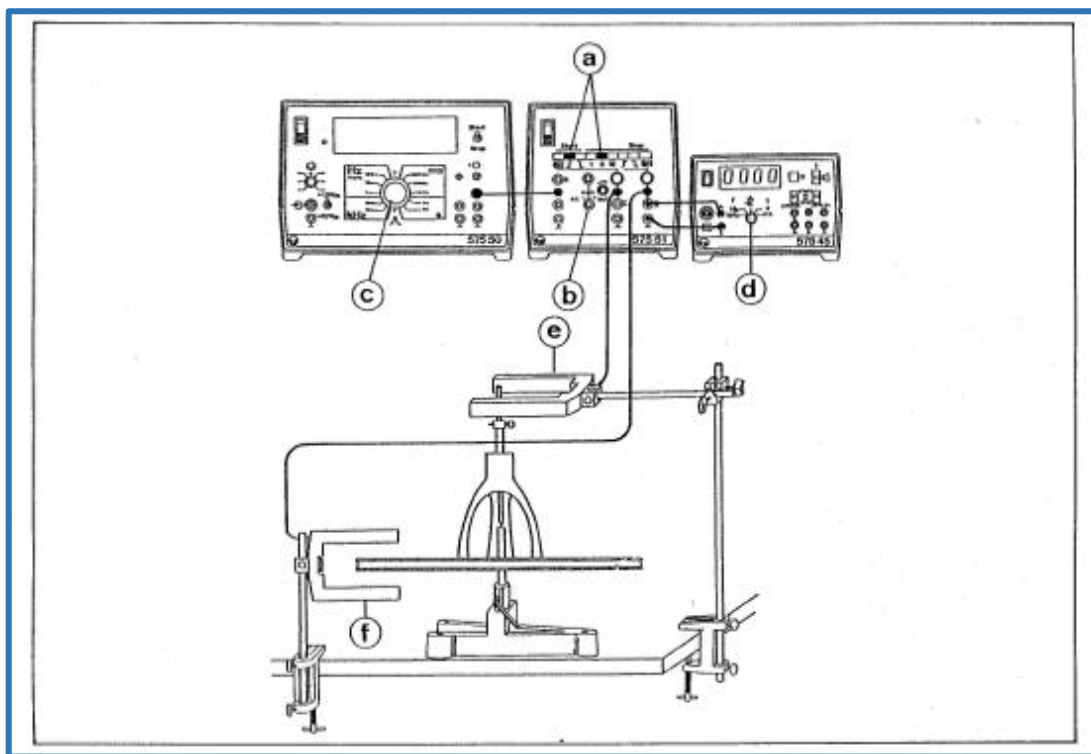
Agar biz ikkinchi tenglamadan N ni yo'qotib, bu tenglamani ω bo'yicha yechsak ω_n uchun esa quyidagini hosil qilamiz:

$$\omega_n = \omega_z \frac{I_z}{I_{xy} \cos \theta}$$

Bundan $\omega = 2\pi\nu$ ekanligini inobatga olgan holda va kichik θ burchaklar uchun yuqoridagi tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$\nu_n = \nu_z \cdot \frac{I_z}{I_{xy}} \quad (4)$$

Aylanish chastotasi ν_z va chayqalish chastotasi ν_n orasidagi bo'glanishni ifodalovchi proporsionallik koeffitsiyenti tajribada miqdor jihatdan ko'rsatildi. Agar girooskopning asosiy inersiya momentlari I_z va I_{xy} ma'lum bo'lsa, proporsionallik koeffitsiyenti $\frac{I_z}{I_{xy}}$ ham aniqlanishi mumkin.



2-rasm. Chayqalish chastotasi ν_n va aylanish chastotasi ν_z ni aniqlash qurilmasi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Qurilmani 2-rasmda ko'rsatilgani kabi tuzing va bir-biriga biriktiring va ulang.

2. Boshqaruv panelidan qora rangdagi (a) tugmani bosib T_n chayqalish davrini o'lchang.

3. "man" rejimi uchun (b) kalitni ulang.

4. Vaqt shkalasini **ms** ga va chastotani **1 kHz** qilib tanlash uchun (c) tugmani "**Hz**" shkala rejimni tanlash uchun (d) tugmani bosing.

5. Girooskopni shunday sozlangki og'irlik markazi tayanch sterjen oxirida bo'lsin. Buni podshibnik vtulkasida mahkamlagichni siljitib tekshiring.

6. Girooskop o'qini giya holda saqlab uni sekin aylanish holatiga o'tkazing va qo'yib yuboring. Pressesiya harakati sodir bo'lmasin. (Sozlash uchun yordamchi ma'lumot: to'g'ri sozlangan holda podshibnik korpusi yuqori nuqtasi podshibnik panelida ko'rsatilgan belgi sathida bo'ladi.)

7. Girooskop tagligini shunday siljitingki val (e) yorug'lik datchigi nurini kesib o'tsin, keyin esa (f) yorug'lik datchigini shunday o'rningi

nurini giroskop spitsalari kesib o'tsin (kesib o'tish holati yorug'lik datchigidagi LED diodlar bilan indikatsiya qilinadi).

8. Giroskop valini chap qo'l bilan ushlab giroskopni aylantiring. Bunda qayta tez aylantirganda uning korpusini o'ng qo'lda ushlab turing. Giroskop valini qo'yib yuborganingizda unga yon tomonga qarab kichik turtki beringki, chayqalish boshlanganda u yorug'lik datchigi nuri yo'lini kesib o'tsin.

9. Boshqaruv panelida reset tugmasini bosib T chayqalish davrini sanagich bilan aniqlang. P sanagichdagi 18 f nurni kesib o'tish soniga (18-spitsa) 1 ta aylanish yoki bir davr to'g'ri keladi.

10. Tajribani aylanish tezligi kamayishi barobarida bir necha marta takrorlang (Har bir o'lchashdan oldin reset tugmasini bosishni unutmang).

Tajriba natijalaridan namunalar.

18 $\nu_z(\text{Hz})$	$T_n(\text{ms})$	$\nu_n = \frac{1}{T_n}$ (Hz)	ν_z (Hz)
38	308	3,25	2,11
35	301	3,32	1,94
33	355	2,82	1,83
32	362	2,76	1,78
30	387	2,58	1,67
28	420	2,38	1,56
26	440	2,27	1,44
25	467	2,14	1,39
22	536	1,87	1,22
20	575	1,74	1,11
19	610	1,64	1,06
18	645	1,55	1,00
17	688	1,45	0,94
16	729	1,37	0,89
15	774	1,29	0,83
14	859	1,16	0,78
13	890	1,12	0,72
11	1089	0,92	0,61

Baholash va natijalarga qaraydigan bo'lsak $\nu_n = \nu(\nu_z)$ funksiyaning grafikli tasvirlanishi nutatsiya (chayqalish) chastotasi va aylanish chastotasi orasidagi bog'lanish chiziqli ekanligini ifodalaydi (3-rasmga qarang).

$$\nu_n \sim \nu_z \text{ yoki } \frac{\nu_n}{\nu_z} = \text{const}$$

bu yerda

$c = \frac{\Delta \nu_n}{\Delta \nu_z} = 1,54$ (3-rasmdagi to'g'ri chiziqlarning qiyalik burchagi tangensi)
bundan

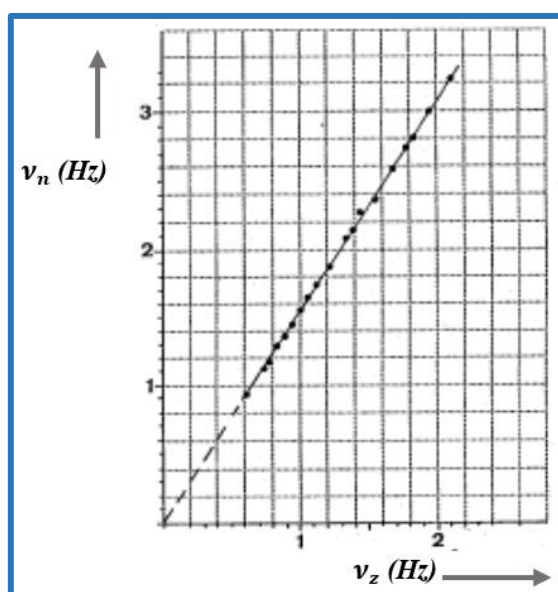
$$\frac{\nu_n}{\nu_z} = 1,54$$

(4) tenglamaga asosan quyidagi bog'liqlik kelib chiqadi:

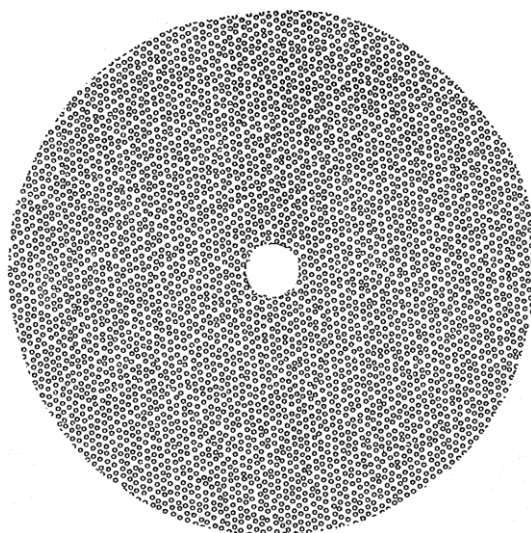
$$\frac{\nu_n}{\nu_z} = \frac{I_z}{I_{xy}}$$

O'qqa ta'sir qiluvchi inersiya momenti $I_z = 0,128 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ va ekvatorial inersiya momenti $I_{xy} = 0,0855 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ bo'lganda (9 - laboratoriya ishidan olingan) quyidagiga egamiz:

$$\frac{\nu_n}{\nu_z} = \frac{0,128}{0,0855} = 1,5.$$



3-rasm. Nutatsiya (chayqalish) chastotasi ν_n va ν_z aylanish chastotasi orasidagi bog'lanish.



4-rasm. Giroskop valini kiritish uchun qog‘oz disk. O‘lchami diskka bog‘liq va markazdagi tirqishining diametri 12 mm.



1-rasmda ko‘rsatilgan impuls momenti, burchak tezlik simmetriya o‘qi holatlari bizning tajribada qo‘llanilgan yassi giroskop uchun o‘rinlidir. Cho‘zinchoq giroskop uchun esa (yassi giroskopdan farqli ravishda $I_z < I_{xy}$) oniy aylanish o‘qi inertsia momenti vektori qo‘yilgan nuqta va simmetriya o‘qi orasida joylashadi. Biroq shuning uchun (4) bog‘liqlik o‘rinlidir.

Sinov savollari.

4. Giroskop deb nimaga aytiladi ?
5. Impuls momenti formulasini yozing va kattaliklarini izohlang ?
6. Nutatsiya (chayqalish) chastotasi ν_n va ν_z aylanish chastotasi orasidagi bog‘lanishni tushuntiring ?

Qo‘shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro‘yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O‘zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. “Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma.” Buxoro-2021. “Durdona” nashriyoti.

Laboratoriya ishi №11. Havodagi tovush tezligining haroratga bogʻliqligini oʻrganish.

Ishning maqsadi: Havodagi tovush tezligining haroratga bogʻliqligini oʻrganish.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Sensor –CASSY 524010 or 524013
2. CASSY LAB 2 524220
3. TIMER524034
4. Haroratni oʻlchash bloki.....524045
5. NiCr – Ni harorat sensori666193
- yoki
- 11.NiCr – Ni S adapteri..... 524 0673
- 12.NiCr – Ni harorat sensori, K tipli..... 529 676
- 13.Tovush tezligini qayd qilish qurilmasi413 60
- 14.Quvur va gʻaltaklar uchun taglik 516 249
15. Yuqori chastotali tovush dinamigi587 07
16. Universal mikrofon.....586 26
17. Transformator 12 V/3.5A.....521 25
18. Shkalali metall rels, 0.5 m.....460 97
19. 2 ta egarsimon izolyatsiyali taglik.....300 11
20. Juft kabel, 25 sm, qizil va qora501 44
21. 2 Juft kabel, 100 sm, qizil va koʻk501 46
22. Windows XP/Vista/7/8 OT kompyuter.

NAZARIY QISM

Tajriba oʻtkazish va qurilmani ishga tushirish uchun CASSY Lab 2 yordam maʼlumotnomasidan foydalaning.

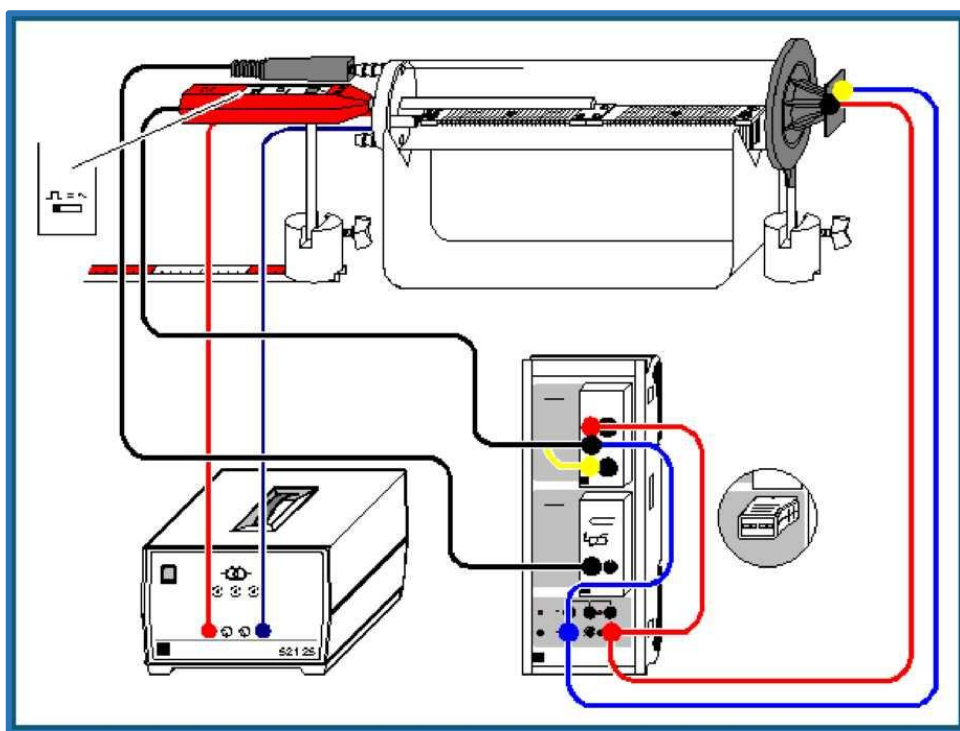
Mazkur tajribada tovush impulsining havoda tarqalish tezligi aniqlanadi, guruhiy va fazaviy tezliklari tovush tezligiga mos keladi. Tovush impulsi “titrovchi” membranali karnayga arrasimon kuchlanish berib hosil qilinadi. Bunda zarb natijasida havoda zarb toʻlqini hosil boʻladi. Tovush impulsi mikrofon yordamida karnaydan maʼlum masofada qabul qilinadi.

c tovush tezligini aniqlash uchun biz, tovush impulsining karnayda hosil bo'lishi va mikrofondan qabul qilish orasidagi t vaqtini o'lchaymiz. Karnayda shakllanadigan impulsning aniq boshlanish nuqtasini to'g'ridan-to'g'ri aniqlab bo'lmaydi. Shuning uchun mikrofonni bir marta s_1 ikkinchi marta s_2 nuqtaga qo'yib o'lchash olib boriladi. Tovush tezligi $\Delta s = s_1 - s_2$ yo'llar farqi va o'tish vaqtlari farqi $\Delta t = t_1 - t_2$ nisbati kabi quyidagicha aniqlanadi $c = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.

Tovush qurilmasiga isitgichdan isitilgan havo yuboriladi; Shu bilan birga shu vaqtda bu qurilma o'lchashga ta'sir qiluvchi tashqi faktorlar harorat farqi va havo konveksiyasi kabilarni blokirovka qiladi. Bu tizimda p bosim o'zgarmas saqlanadi (atrof muhitning amaldagi bosimi). T harorat ortishi bilan ρ havo zichligi kamayadi va tovush tezligi ortadi.

Tajriba qurilmasi (1- rasmga qarang)

- Isitgichni tovush tezligini o'lchash qurilmasidagi plastik quvurga tutashtiring.
- Plastik quvurni quvur va shlanglar uchun mo'ljallangan taglikka joylashtiring va yuqori chastotali karnayni iloji boricha mustahkam o'rnatib.
- Universal mikrofonni o'rtadagi tirqishga taxminan 1 sm chuqurlikka o'rnatib va harakatlenganda quvur ko'ndalang kesimiga parallel qolishini ta'minlang. Universal mikrofon rejimlarni tanlash muruvatini "Trigger" (ishga tushurish) holatiga o'tkazib. Mikrofonni ishga tushirishni esdan chiqarmang.
- Darajalangan metall relsni tezda egarsimon tutgich ostiga qo'ying.
- Sensor-CASSY dagi A kirishga timerni va B kirishga haroratni qayd qilish qurilmasini ulang va zanjirni rasmdagi kabi ulang, S ta'minlash manbaidan kuchlanishni maksimal qilib o'rnatib.



1-rasm.

Ehtiyot choralari

Yuqori haroratlarda havo uzatuvchi va tezlikni o'lchashda qo'llaniladigan plastik quvurlar buzilishi (erishi) mumkin.

- 80 °C dan yuqori haroratgacha qizdirmang !
- Qizdirgichga beriladigan maksimum kuchlanishni 25 V dan oshirmang (tok kuchi esa 5 A atrofida) !

a) Xona haroratidagi o'lchashlar

1. Qurilmani ishga tushuring.
2. Sekundomer orqali o'lchashlarni bir necha marta takrorlang
3. Siljiydigan kontaktga ega bo'lgan mikrofon butun yo'l davomida plastik quvur ichida bo'lib, metall relsda Δs masofada o'zgarishlarni seza oladi.
4. Sekundomer orqali o'lchashlarni bir necha marta takrorlang.

5. $c = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ifodadan foydalanib tovush tezligini aniqlang. (Draw Mean dan foydalanib grafikdan tovush o'tishi vaqtining o'rtacha qiymatini aniqlang).

b) Haroratga bog'liqligini o'lchash.

- 1) Qurilmani ishga tushiring.
- 2) Universal mikrofonni o'rnatish.
- 3) Xona haroratida yana Δt_{A1} o'tish vaqtini aniqlang va aniqlangan tovush tezligidan tovush tezligidan foydalanib $s = c \cdot \Delta t_{A1}$ mikrofon va dinamik orasidagi masofani hisoblang, hamda bu qiymatni jadvalga yozing (s – ustundagi birinchi qatorga kiriting).
- 4) Qizdirgichni ta'minlash manbaiga (12V, tok 3.5A atrofida) himoyalangan kabel bilan ulang.
- 5) Tok o'tish vaqtini sekundomer orqali aniqlang (masalan, har $5^{\circ}C$ da).

Tahlil

Xona haroratida tovush tezligini aniqlaganingizda (a-holda) s mikrofon va dinamik o'rtasidagi masofadir. b) holda kompyuter dasturi har bir Δt_{A1} o'tish vaqtida tovush tezligining to'g'ri qiymatini simulyatsiyalab hisoblaydi. Tovush tezligi qiymati o'lchash (tajriba) davomida harorat ekranida harorat funksiyasi sifatida yozib boriladi. Tuzatma kiritilgan to'g'ri chiziqni adabiyotlarda keltirilgan quyidagi qiymat bilan solishtirishingiz mumkin. $c = (331.3 + 0.6 \cdot \vartheta / ^{\circ}C)$ m/s.

Sinov savollari.

1. Tovush tebranishlari deb nimaga aytiladi ?
2. Tovushning havodagi tezligi qancha ?
3. Harorat oshishi bilan tovushning tarqalish tezligi oshadimi ?
4. Tovushning turli muhitlarda turlicha tarqalishini tushuntirib bering ?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

Laboratoriya ishi №12. Qattiq jismlarning chiziqli o'lchamlari va zichligini shtangensirkul va mikrometr yordamida aniqlash.

Ishning maqsadi: shtangensirkul va mikrometrning tuzilishi, ishlash usuli bilan tanishish hamda ular yordamida o'lchash malakasini hosil qilish.

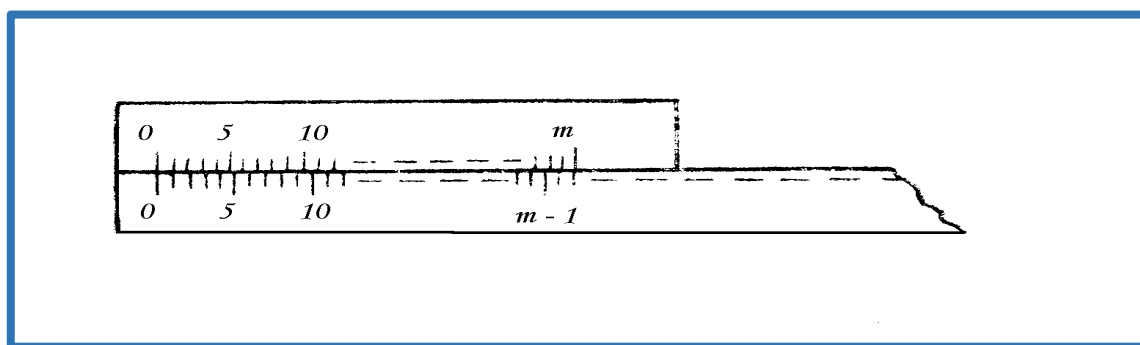
Kerakli asbob va materiallar:

1. Shtangentsirkul;
2. Mikrometr;
3. Chiziqli o'lchamlari va zichligi aniqlanadigan turli shakldagi buyumlar;
4. Lupa.

NAZARIY QISM

Chiziqli va burchakli kattaliklarni o'lchash uchun turli asbob va moslamalardan foydalaniladi. Ularning eng oddiylari sifatida shtangentsirkul, mikrometr, mikroskop, burchak o'lchagich va hokazolarni ko'rsatish mumkin.

Uzunlik masshtabli chizg'ich yordamida o'lchanadi. Bunday chizg'ichning eng kichik bo'limi 1 mm ga teng. Agar o'lchash aniqligini millimetrning bir necha o'ndan bir ulushigacha yetkazish talab qilinsa, o'lchash moslamasining qo'shimcha shkalasi - noniusdan foydalaniladi.



1-rasm.

Chiziqli nonius - masshtab bo'ylab sirpana oladigan kichkina chizg'ichdir. Bu chizg'ichda m ta bo'limdan iborat shkalacha bor (1-rasm). Bu shkalachadagi hamma m ta bo'limning umumiy uzunligi asosiy shkaladagi eng kichik bo'limlarning $m - 1$ tasiga teng, ya'ni

$$mx = (m - 1)y$$

bu tenglikdagi x - nonius bo'limining uzunligi, y - esa masshtabdagi eng kichik bo'limning uzunligidir. Yuqoridagi tenglikdan:

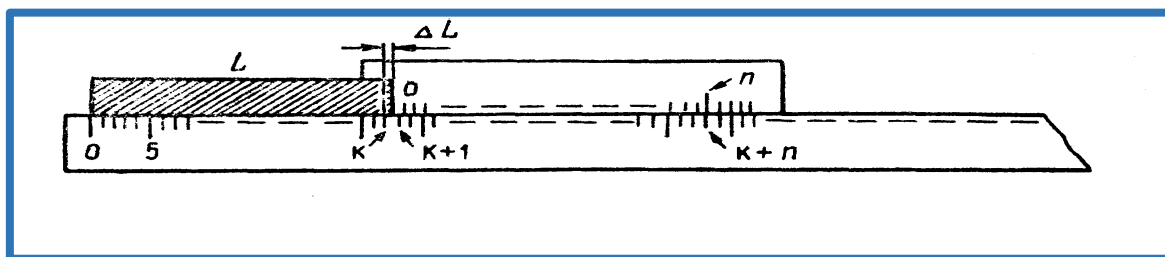
$$x = y - \frac{y}{m}$$

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

$$\Delta x = y - x = \frac{y}{m} \quad (1)$$

bo'ladi, bu Δx ayirma *nonius aniqligi* deyiladi. Ana shu kattalik noniusning maksimal xatosini bildiradi.

Chiziqli nonius vositasi bilan o'lchash usullarini o'rganaylik. L – o'lchanayotgan kesma bo'lsin (2-rasm).



2-rasm.

Bu kesmaning boshini (bir uchini) asosiy masshtabning 0 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 raqamli bo'lim albatta topiladiki, bu bo'lim chizig'i masshtabning tegishli $(k+n)$ - bo'limining chizig'iga juda yaqin keladi. 2-rasmdan ko'rinib turibdiki,

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

demak, kesmaning butun uzunligini quyidagicha yozamiz:

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

yoki, (1) ga asosan,

$$L = ky + n \cdot \frac{y}{m} \quad (2)$$

Ushbu 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 raqamini nonius aniqligiga ko'paytirish natijasining yig'indisiga teng

Doiraviy nonius graduslarga yoki undan maydaroq bo'limlarga bo'lingan doira (limb) bo'ylab sirg'ana oladigan yoy shaklidagi chizg'ichdan iborat (3-rasm). Bu chizg'ichda ham m ta bo'lim bo'lib, ularning umumiy uzunligi limb bo'limlarining $m-1$ tasiga teng, ya'ni

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

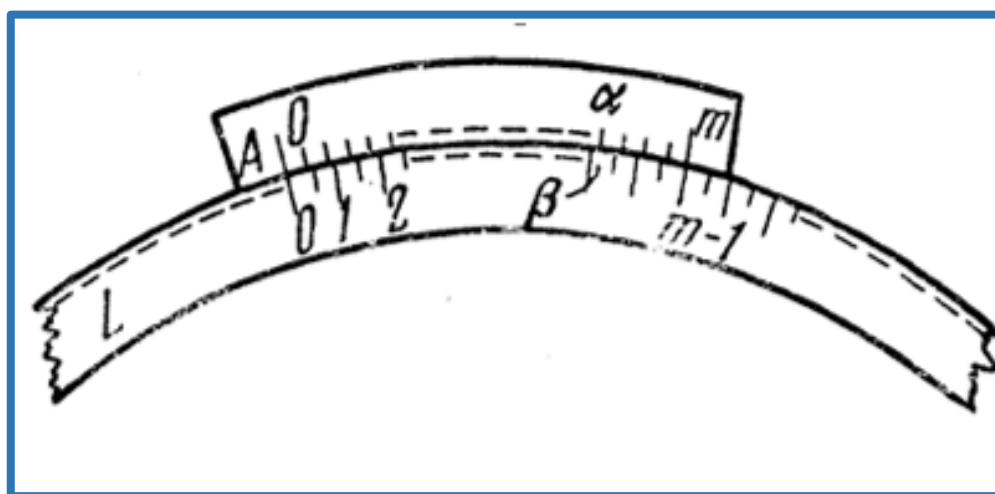
bunda α - nonius bo'limining gradus yoki minutlarda ifodalangan qiymati, β esa limbning eng kichik bo'limining shu birliklarda ifodalangan qiymatidir.

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

$$\Delta\alpha = \frac{\beta}{m}$$

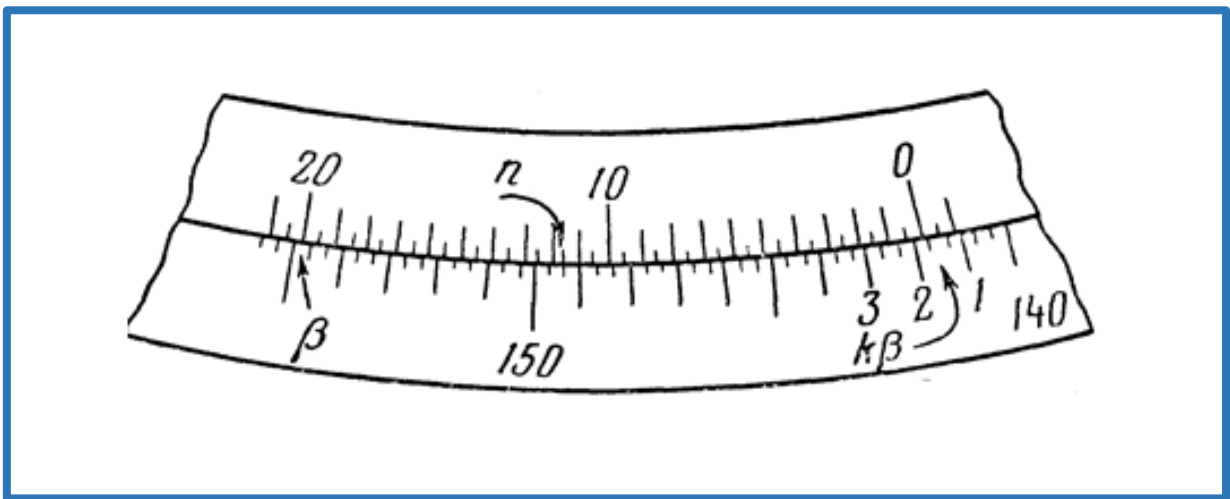
bo'lib, limbning nolga nisbatan hisoblanadigan burchaklar quyidagi formuladan topiladi:

$$\varphi = k\beta + n\Delta\alpha \quad \text{yoki} \quad \varphi = k\beta + n\frac{\beta}{m} \quad (3)$$



3-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.



4-rasm.

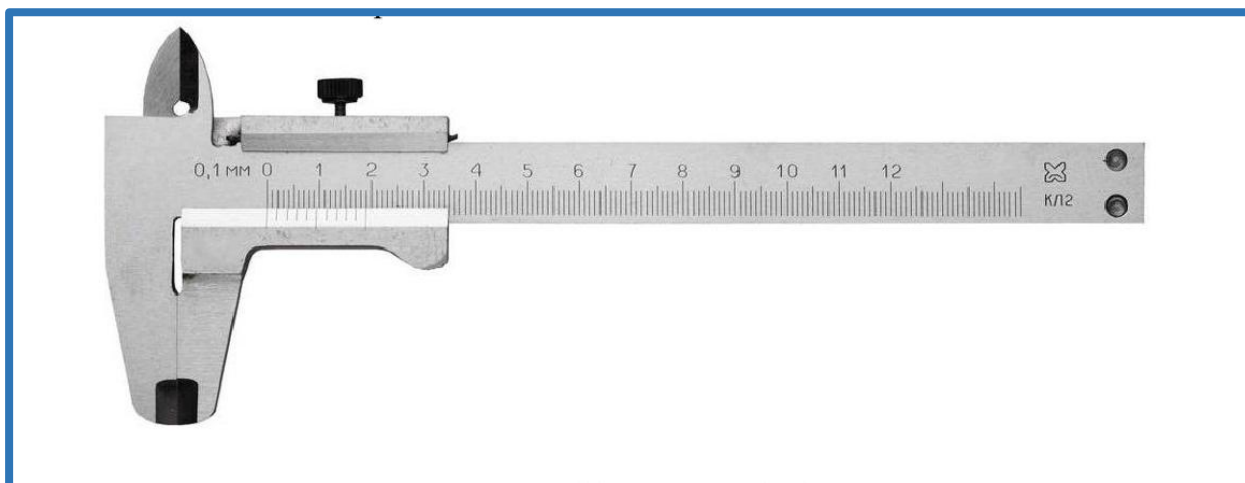
Misol tariqasida 4-rasmda oʻlchanayotgan burchak $141^{\circ} 51' 30''$ ga teng, chunki $k\beta = 141^{\circ} 40'$; $\beta = 20'$ (1° uchta boʻlimga boʻlingan); $m = 40$ kichik boʻlimcha; $n = 23$ kichik boʻlimcha. Shunday qilib burchak

$$\varphi = 141^{\circ} 40' + 23 \frac{20}{40} = 141^{\circ} 40' + 11,5' (11'30'') = 141^{\circ} 51'30''$$

Noniusli asboblarning jumlasiga shtangentsirkul va mikrometr ham kiradi.

Shtangentsirkul – detallarning oʻlchamlarini millimetrning oʻndan bir ulushi qadar aniqligigacha oʻlchash uchun shtangensirkul ishlatiladi (5-rasm). Shtangensirkulning asosiy qismi santimetr va millimetrlarga boʻlingan (boʻlinma qiymati 1mm) chizgʻichdir. Chizgʻichning bir uchiga oyoqcha mahkamlangan. Chizgʻich boʻylab oyoqchali ramka sirpanadi. Ramkaga darcha ochilgan. Darcha chekkasiga (chizgʻich shkalasi tomondan) shkala-nonius kiritilgan. Bu shkalaning oʻn boʻlimi 9 mm ga teng, demak har bir boʻlimi 0,9 mm ga teng. Baʼzi shtangensirkullarning ramkasida 20 ta boʻlinmasi boʻlib, ular chizgʻich shkalasining 19 mm ga mos keladi.

Shtangensirkul oyoqchalari bir-biriga jipslashtirilganda ikkala shkala nollari ustma-ust tushadi. Berilgan detal oʻlchamlarini aniqlash usuli uchun u shtangensirkul oyoqlari orasiga qisiladi va noniusning nolinchisi shtrixi vaziyatidan boshlab chizgʻich shkalasidan butun millimetrlar soni aniqlanadi. Soʻngra nonius shkalasi shtrixlaridan noldan boshlab qaysi biri chizgʻich shkalasi shtrixlardan biri bilan mos kelishi qoraladi.



5 - rasm.

Noldan boshlab sanalgan bo‘linmalar soni millemetrning o‘ndan bir bo‘lagidagi songa mos keladi. Detalning o‘lchamini aniq topish uchun chizg‘ich bo‘yicha hisoblangan butun millimetrlar o‘ndan bir bo‘laklari qo‘shiladi.

Mikrometr – simlarning diametrini, yupqa plastinkalarning qalinligini va boshqa kichik jismlarning chiziqli o‘lchamlarini katta aniqlik bilan o‘lchashga xizmat qiluvchi noniusli asbobdir. Ushbu asbob yordamida detallar o‘lchamlarini shtangensirkulga nisbatan kattaroq aniqlik bilan o‘lchash mumkin (6-rasm).

Mikrometrning asosiy qismi po‘lat skobadan iborat. Uning bir tomoniga qo‘zg‘almas tayanch, ikkinchi tomoniga vtulka mahkamlangan. Vtulka ichiga mikrometrik vint kiritilgan. Mikrometrik vintning o‘ng tomoni mikrometr vtulkasini qoplab turuvchi baraban bilan birikkan. Baraban aylantirilganda mikrometrik vint ham aylanadi. Vint qadami 0,5 mm ga teng bo‘lgani uchun vintning o‘lchash sirti barabanning bir marta aylanganda mikrometrning qo‘zg‘almas tayanchiga nisbatan 0,5 mm siljiydi.

Vtulkaning sirtiga bo‘ylama ariqcha o‘yilgan. Uning yuqorisida millimetrlarga bo‘lingan shkala, pastida esa yuqorigi shkalaning har bir millimetrni ikkiga bo‘luvchi shtrixli shkala joylashgan. Barabanning chap cheti 50 ga teng bo‘lakka bo‘lingan. Bu esa mikrometrik vintning burilishida bir aylanishning 1/50 ulushigacha aniqlik bilan o‘lchashga imkon beradi.



6-rasm.

Mikrometrik vintning o'lchash tekisligi qo'zg'almas tayanch tekisligiga tekanda barabanning nolinchi chizig'i vtulka shkalasidagi nolinchi chiziq qarshisida to'xtaydi. Detallarning o'lchamlarida o'lchashda uni qo'zg'almas tayanch bilan mikrometrik vintning o'lchash tekisligi orasiga joylashtiriladi va barabanni aylantirib, tayanch hamda mikrometrik vint tekisliklari detalning o'lchanishi kerak bo'lgan nuqtalariga tegiziladi.

O'lchanayotgan detal deformatsiyalanmasligi uchun mikrometrik vintning o'lchanadigan detalni kesish kuchi shaqqildoq vositasida cheklanadi. Mikrometr yordamida detal o'lchamlarini vtulka shkalasi bo'yicha 0,5 mm aniqlikgacha hisoblash mumkin. Millimetrning yuzdan bir ulushlari esa vtulkadagi "Bo'ylama ariqcha" qarshisiga to'g'ri kelgan mikrometr barabanidagi shkala bo'yicha hisoblanadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Turli shakl va o'lchamga ega bo'lgan buyumlar va o'lchov asboblari (shtangentsirkul, mikrometr, tarozi toshlari, lupa) tajriba stoliga keltirib qo'yiladi.

2. Har bir jismni chiziqli o'lchamlari 0,1 va 1% aniqlik bilan (unga mos o'lchov asboblari tanlab olinib) o'lchanadi.

3. O'lchangan jismlarni ma'lum geometrik formulalarga asosan hajmlari aniqlanadi.

4. Har bir jismning massasi tarozida 0,1 va 0,01 g aniqlik bilan o'lchanadi.

5. Tanlab olingan qattiq jismlarning zichligi $\rho = \frac{m}{V}$ ifoda yordamida aniqlanadi.

6. Olingan natijalar asosida tajribalarning absolyut va nisbiy xatoliklari hisoblanadi .

Sinov savollari

1. Nima uchun jismlarning chiziqli o'lchamlarini katta aniqlikda o'lchash talab etiladi?
2. Jismlarning chiziqli o'lchamlari qaysi asboblarda yordamida o'lchanadi?
3. Nonius deb nimaga aytiladi?
4. Jismlarning zichligi ularning shakliga bogliqmi?
5. Shtangensirkul va mikrometr qanday asbob?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

Laboratoriya ishi №13. Matematik mayatnikning tebranish qonunlarini o'rganish va og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.

Ishning maqsadi: matematik mayatnikning tebranish davrini tebranish amplitudasiga va mayatnik uzunligiga bog'liqligini tekshirish va u vositasida yer tortish kuchi tezlanishini aniqlash.

1. Matematik mayatnik;
2. O'lchov lineykasi;
3. Shtangensirkul;
4. Sekundomer;
5. Transportir.

NAZARIY QISM

Jismning mexanikaviy harakati turlaridan uning muvozanat vaziyati atrofidan goh chapga, goh o'ngga siljishidan iborat bo'lgan tebranma harakatdir. Tebranma harakatni vaqtga bog'lanishiga qarab, davriy va nodavriy tebranma harakatga, jismga (yoki sistemaga) ta'sir etuvchi

kuchlar harakteriga qarab erkin va majburiy tebranma harakatga va energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra so'nuvchi va so'nmas tebranma harakatga ajratish mumkin.

Agar jismning harakati davomida uning harakatini harakterlovchi u yoki bu fizikaviy kattalik (chastota , davr, siljish, energiya va h.k.) ning qiymatlari bir me'yorda takrorlanib tursa, u holda bunday harakat davriy tebranma harakat deyiladi. Bunday harakatga misol qilib, matematikaviy mayatnikning kichik amplitudali tebranishlarini ko'rsatish mumkin. Matematikaviy mayatnik deb, vaznsiz, cho'zilmas va ingichka ipga osilgan m massali, shakli va o'lchamini hisobga olmasa ham bo'ladigan jismga aytiladi.

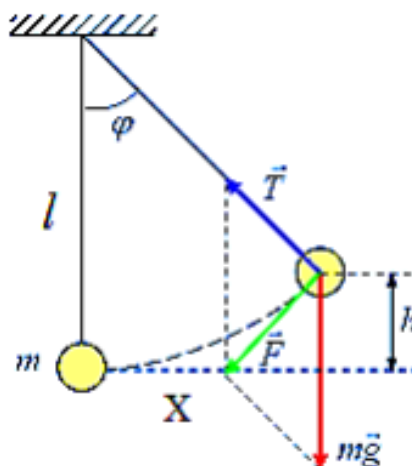
Mexanik harakatni xarakterlovchi kattaliklar davriy ravishda o'zgarib turadigan harakat tebranma harakat ekanligini bilgan holda, tebranma harakat elastik yoki kvazielastik kuchlar ta'sirida yuzaga keladi. Masalan prujinaga osilgan yuk elastik kuch ta'sirida tebransa, ipga osilgan sharcha kvazielastik kuchlar ta'sirida tebranma harakat qiladi. Guk qonuniga asosan elastiklik kuchi siljish masofasiga proporsionaldir: $F = -kx$.

Bunda minus ishora elastiklik kuchi doim muvozonat holatiga teskari yo'nalishini ko'rsatadi, k - prujinaning elastiklik xususiyatini xarakterlaydigan koeffitsiyent. Nyutonning II qonuniga asosan (havoning qarshilik kuchi hisobga olinmasa): $m\ddot{x} = -kx$ yoki $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ munosabat hosil qilinadi.

Agar $\frac{k}{m} = \omega_0^2$ belgilash kiritilsa, u holda $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$. Bunda

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

Demak, harakat sinus yoki kosinuslar qonuni bo'yicha o'zgarar ekan. Bunday harakat garmomik tebranma harakat deyiladi.



1- rasm.

Bu mayatnik muvozanat holatidan chiqarilsa, og'irlik kuchining tangensial tashkil etuvchisi F muvozanatlashmay qoladi. Tabiati jihatdan elastik bo'lmagan, lekin bog'lanishiga ko'ra elastik kuchga o'xshash kuchlar kvazielastik kuchlar deyiladi. Mayatnikni tebranma harakatini aylanma harakatning bir qismi deb qarash mumkin. Mayatnik inersiya momenti $I = ml^2$, aylantiruvchi kuch momenti

$M = -Fl = -mgl \sin \varphi$ bo'lgani uchun aylanma harakat dinamikasining tenglamasiga asosan mayatnikning tebranma harakat tenglamasi:

$$l^2 \ddot{\varphi} = -gl \sin \varphi \quad \text{yoki} \quad \ddot{\varphi} + \frac{g}{l} \varphi = 0 \quad (1)$$

Ushbu ifodaga $\frac{g}{l} = \omega_0^2$ belgilash kiritib, (1) tenglamani quyidagicha yozamiz: $\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0$

Matematik mayatnikning tebranish davri: $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g}}$

(2) munosabatga asosan, oxirgi tenglikdan quyidagini hosil qilamiz:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot l_0 \quad (3)$$

Bu tenglik jismning T tebranish davrini va tebranish markazidan og'irlik markazigacha bo'lgan l_0 masofani bilgan holda P og'irlik kuchining bergan g tezlanishini aniqlash imkonini beradi.

Ishni bajarish tartibi

1. Masshtabli chizg'ich shtangensirkul yordamida mayatnikning tebranish markazidan sharchaning og'irlik markazigacha bo'lgan l_0 masofa aniqlanadi, $l_0 = l_1 + h$ ekanligidan l_1 chizg'ich yordamida o'lchanib, sharchaning radiusi R esa shtangensirkul bilan o'lchanadi va natijalar hisobot daftarida qayd qilinadi.

2. Mayatnikni muvozanat vaziyatidan taxminan $3 - 4^\circ\text{C}$ ga og'irib qo'yib yuboriladi. 3 – 4 marta uning to'la tebranishi sodir bo'lguncha kutiladi, so'ngra mayatnik muvozanat vaziyatidan maksimal masofaga siljigach, to'la tebranishlar hisoblana boshlanadi va shu paytda sekundomer yurgizib yuboriladi.

3. To'la tebranishlar soni n qancha ko'p olinsa, bir marta to'la tebranish uchun ketgan vaqt (tebranish davri – T) ni t/n nisbatdan (t – n marta tebranish uchun ketgan vaqt) shuncha aniqroq topiladi. Shuning uchun mayatnikning $n_1 = 80$, $n_2 = 100$, $n_3 = 120$ va $n_4 = 150$ marta tebranishlari uchun ketgan vaqtlardan T_1 , T_2 , T_3 va T_4 lar aniqlanadi.

4. Tebranish davrining har bir qiymatida va uning o'rtacha qiymatida (3) tenglik bo'yicha g og'irlik kuchi tezlanishi hisoblanadi.

5. Absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.

Sinov savollari

1. Tebranma harakat deb nimaga aytiladi?
2. Matematik mayatnik deb nimaga aytiladi?
3. Matematik mayatnik tebranish davri ifodasini yozing va tahlil qiling.
4. Matematik mayatnikning tebranish davri uning uzunligiga qanday bog'langan ?
5. Matematik mayatnik yordamida yerning og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash usulini tahlil qiling.

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.
4. <https://www.youtube.com/watch?v=1nPAuCcab7c&list=PLWWR eMXRMsYA1WIH6XkUsaReW1KMlb0eH>

Laboratoriya ishi №14. Elastiklik modulini cho‘zilishdan o‘rganish.

Ishning maqsadi: Elastiklik modulini cho‘zilishdan o‘rganish.

Kerakli asbob va materiallar:

- 1) Eksperimental qurilma;
- 2) Chizg‘ich;
- 3) Shtangensirkul
- 4) Mikrometr

NAZARIY QISM

Tashqi kuch ta’sirida qattiq jism shakli yoki chiziqli o‘lchamining o‘zgarishi deformatsiya deb ataladi. Agar deformatsiyani vujudga keltiruvchi kuch ta’siri yo‘qolgach, jism o‘zining avvalgi shakli va o‘lchamini tiklay olsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya, to‘la tiklay olmasa noelastik deformatsiya deyiladi.

Deformatsiyalovchi kuch ta’siri to‘xtagach, deformatsiyalangan jismning shakli va o‘lchamlarini tiklay olish qobiliyati mazkur jismning elastikligi deb ataladi. Elastik deformatsiyalanish jarayonida jismning deformatsiyalanishiga qarshilik ko‘rsatadigan kuchlar vujudga keladi. Mazkur kuchlar elastiklik kuchlari deyiladi.

Elastiklik kuchlarining vujudga kelishining sababi quyidagicha: deformatsiya jarayonida deformatsiyalanuvchi jism zarralari orasidagi masofa va ularning o‘zaro joylashishi o‘zgaradi. Buning natijasida jism zarralari orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlarining muvozanati buzilib, elastiklik kuchlari vujudga keladi. Bu kuchlar zarralarning deformatsiya jarayonidagi avvalgi, dastlabki vaziyatini (konfiguratsiyasini) tiklashga harakat qiladi. Elastiklik kuchlari deformat-siyalanayotgan jismning ichida, uning qismlari orasida vujudga kelib, zarralarning vaziyatini o‘zgartirgan tashqi kuchlarga qarshi yo‘nalgan bo‘lib, uni muvozanatlaydi. Bunday deformatsiya statik deformatsiya deyiladi.

Tajribalarning ko‘rsatishicha, elastik deformatsiya har bir jism uchun kuchlanishning ma’lum bir aniq qiymatigacha ro‘y beradi. Deformatsiya elastik bo‘lib qoladigan eng maksimal kuchlanish elastiklik chegarasi deyiladi. Guk qonuni kuchlanishning elastiklik chegarasiga to‘g‘ri keladigan qiymatidan kichik qiymatlarda o‘rinli bo‘ladi. 1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, kuchlanish σ bilan nisbiy deformatsiya ε orasidagi bog‘lanish ($0 \div \sigma_0$) intervalda chiziqli bo‘ladi. Kuchlanishning σ_0 dan yuqori qiymatlarida σ bilan ε orasidagi bog‘lanish chiziqli bo‘lmay grafik

egri chiziqqa aylanadi (1-rasm). Bu holda noelastik, ya'ni plastik deformatsiya kuzatiladi, ya'ni kuchlanish 0 ga qadar kamayganda ham jism o'zining avvalgi o'lchamini (shaklini) tiklamaydi.

Kuchlanish oshira borilsa, uning qandaydir $\sigma = \sigma_m$ qiymatida jism yemirila boshlaydi. Bu kuchlanish kattaligi σ_m jismning mustahkamlik chegarasi deyiladi.

$\sigma = \sigma(\epsilon)$ bog'lanish har xil jismlar uchun har xil bo'lib, ularning ko'rinishi turli

materiallar uchun turlicha bo'ladi. Sababi, deformatsiya jarayoni deformatsiyalanuvchi jismning tabiatiga, ya'ni uning strukturasiga, zarrachalarning orasidagi ta'sir kuchiga va jismning tarkibiga bog'liqdir. $\sigma = \sigma(\epsilon)$ bog'lanishning eng sodda ko'rinishlaridan biri 1-rasmda tasvirlangan.

Deformatsiyaning turlari ko'p. Masalan: cho'zilish, siqilish, siljish, egilish, burilish va boshqalar. Barcha turdagi elastik deformatsiyalar quyidagi qonunlarga bo'ysunadi:

✚ Elastiklik sohasida deformatsiya tashqi kuch kattaligiga proporsional bo'ladi (ya'ni $\Delta x \sim F_t$ yoki $\epsilon \sim \sigma$).

✚ Elastiklik sohasida tashqi kuchning yo'nalishi o'zgarsa, deformatsiyaning ham yo'nalishi o'zgaradi, ammo absolyut qiymati o'zgarmaydi.

✚ Bir qancha tashqi kuchlar ta'sir qilgan holda umumiy deformatsiya har bir kuch ta'sirida vujudga keladigan deformatsiyalar yig'indisiga teng.

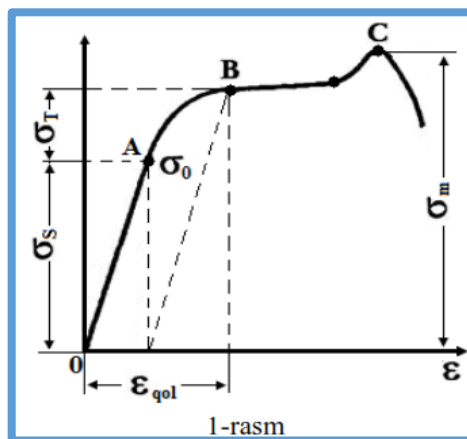
Elastik deformatsiyada deformatsiya chiziqli kattaligi Δx bilan deformatsiya natijasida vujudga kelgan elastiklik kuchlari F orasidagi munosabat Guk qonuni bilan aniqlanadi:

$$F_{el} = -k \cdot \Delta x \quad (1)$$

Bu yerda k - elastiklik (bikrlik) koeffitsiyenti bo'lib, u jismning elastiklik xususiyatlariga va o'lchamlariga bog'liq. Minus ishora esa elastiklik kuchi deformatsiyalangan jism zarralarining siljishiga teskari yo'nalgan ekanligini ko'rsatadi, yoxud elastiklik kuchlari deformatsiyalovchi F tashqi kuchlarga qarshi yo'nalganligini bildiradi, ya'ni

$$\vec{F}_{el} = -\vec{F}_t \quad (2)$$

(1) ifodani quyidagicha yozishimiz mumkin.



$$F_t = k \cdot \Delta x \quad (3)$$

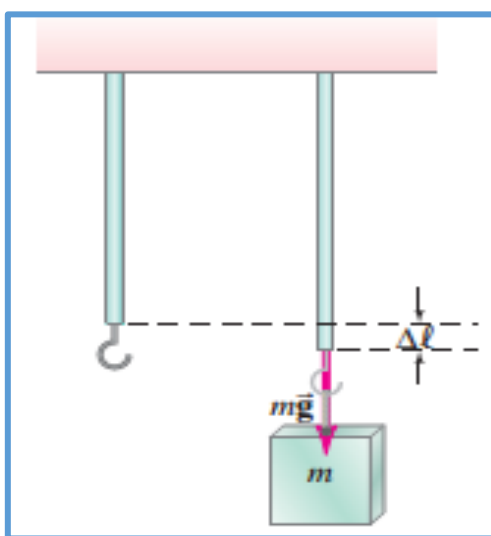
Demak, jismning uzunligini bir birlikka o'zgartirish uchun kerak bo'lgan kuchga shu jismning elastiklik koeffitsiyenti deyiladi.

Faraz qilaylik, uzunligi l_0 va ko'ndalang kesim yuzi S bo'lgan sim yoki sterjen P yuk ta'sirida Δl qadar cho'zilsin (2-rasm). Natijada jism zarralari orasida jism avvalgi vaziyatiga qaytarishga harakat qiluvchi kuchlar paydo bo'ladi. Bu kuchlar ichki elastik kuchlar deyiladi. Jismni deformatsiyalovchi tashqi kuchlar (F_t) ichki elastik kuchlar (F_{el}) bilan muvozanatlashadi. Ko'ndalang kesimning yuza birligiga ta'sir qiluvchi kuchga mexanik kuchlanish deb ataladi:

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

Jismning o'lchamlari o'zlariga nisbatan necha marta ortganligini yoki kamayganligini ko'rsatuvchi kattalikka nisbiy deformatsiya deb ataladi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (5)$$



2-rasm.

Ingliz fizigi Robert Guk deformatsiyalangan jismdagi kuchlanishni nisbiy deformatsiyaga proporsional ekanligini topadi:

$$\sigma \sim \frac{\Delta l}{l_0}$$

Demak, cho'zilishini yoki siqilish deformatsiyasi bo'layotgan sterjen uchun Guk qonunini quyidagicha yozish mumkin: $\frac{\Delta l}{l_0} = k \frac{F_t}{S}$ (6)

Bunda $k = \frac{1}{E}$ bo'lib, bu yerda E Yung moduli yoki elastiklik moduli deb ataladi va jismning elastik xossalarini asosiy xarakteristikasidir. (6) formulani quyidagicha yozamiz:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad \text{bundan} \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (7)$$

Agar sterjenning chiziqli o'lchamini nisbiy o'zgarishi $\varepsilon = 1$ bo'lsa, $E = \sigma$ bo'ladi. Demak, Yung moduli mexanik deformatsiyalanuvchi sterjenning uzunligini 2 marta o'zgartirish uchun zarur bo'lgan kuchlanish kattaligiga teng ekan.

Yung modulining birligi – kuchlanish birligi (bosim birligi) bilan bir xil bo'lib, N/m^2 , SGS da dn/sm^2 va texnikada $kg.kuch/sm^2$ birliklarda o'lchanadi.

Agar tajriba natijasida $\Delta l, l_0, S$ va $F_t = P$ larning qiymatlari ma'lum bo'lsa, u holda (6) ga asosan cho'zilishdagi elastiklik moduli, ya'ni Yung moduli: E quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E = \frac{Pl_0}{S\Delta l} \quad (8)$$

Qo'shimcha ma'lumot. Yuk ta'sirida cho'zilishi o'rganilayotgan jism (sim yoki rezina) cho'zilish bilan birga ko'ndalangiga ham siqiladi. Agar o'rganilayotgan jismning diametri Δd qadar o'zgargan bo'lsa, u holda Δd quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta d = \beta \frac{Pd}{S}$$

bundagi β – ko'ndalangiga siqilish koeffitsiyenti. Ko'ndalangiga siqilish koeffitsiyentining bo'yiga uzayish koeffitsiyentiga nisbati **Puasson koeffitsiyenti** deyiladi, ya'ni:

$$\mu = \frac{\beta}{\varepsilon} = \frac{\Delta d}{d} \div \frac{\Delta l}{l}$$

Barcha izotrop jismlar uchun Puasson koeffitsiyentining nazariy hisoblab topilgan qiymati taxminan 0,25 ga teng.

Ishni bajarish tartibi

1. Rezina shurning uzunligi l_0 chizg'ich bilan o'lchanadi.
2. Mikrometr yordamida rezina shurning diametri d ni bir necha joyidan o'lchanib, ularning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi va yuzasi topiladi.

3. Rezina shnurga yuk osilib, keyingi uzunligi l o'lchab olinadi.
4. Rezina shnurga birin-ketin yuklarni osa borib, har gal chizg'ich yordamida shurning pastki uchining vaziyati l_i topiladi. Shundan so'ng bu ish teskari tartibda bajariladi, ya'ni shnurga osilgan yuklarni birin-ketin kamaytira boramiz va har gal shurning pastki uchining vaziyati l_i ni qayd qilib boramiz.
5. Olingan natijalardan foydalanib, rezina shurning har bir P_i yukka mos kelgan cho'zilishi Δl_i topiladi: $\Delta l_i = \bar{l}_i - l_0$
Bundagi l_i – simga birday yuk qo'ygandagi har ikkala qiymatining o'rtachasi, l_0 – shurning nol nuqtasiga mos keluvchi vaziyatining o'rtachasi.
6. P ning Δl ga bog'lanish grafigi chiziladi va bu bog'lanish chiziqli bog'lanish ekanligi tekshiriladi.
7. (8) formula yordamida elastiklik modulining rezina shnurga turli yuk qo'yilgandagi qiymati hisoblab topiladi.

Sinov savollari

1. Deformatsiya nima va uning turlari haqida gapirib bering.
2. Guk qonunini ta'riflang.
4. Yung modulini ta'riflang.
5. Deformatsiyalanuvchi jismda elastiklik kuchlari nima uchun vujudga keladi?
6. Mustahkamlik chegarasi nima?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

Laboratoriya ishi №15. Qattiq jismning zichligini gidrostatik tortish usulida aniqlash.

Ishning maqsadi: Qattiq jism zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlash malakasini hosil qilish.

Kerakli asbob va materiallar:

- 1) aniq tarozi va tarozi toshlari,
- 2) tarozi oʻrnatiladigan taglik,
- 3) zichligi aniqlanadigan qattiq jism,
- 4) toza suv va termometr
- 5) ingichka ip yoki sim.

NAZARIY QISM

Berilgan jism massasining shu jism egallagan hajmga nisbati bilan oʻlchanadigan kattalikni jismlarning zichligi deyiladi, yaʼni birlik hajmga toʻgʻri keladigan massani zichlik deyiladi. Agar berilgan jism bir jinsli boʻlmasa, u holda jismdan shunday kichik hajmchalar ajratib olamizki, bu hajmchalardagi moddani bir jinsli deb qarash mumkin boʻlsin. Demak, berilgan har qanday jismning zichligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (1)$$

bu yerda ΔV – elementar hajm, Δm – shu hajmga toʻgʻri keladigan jismning massasi.

Biror bir jinsli jismning zichligini aniqlash uchun bu jismning m massasi va V hajmi oʻlchanadi va biror birliklar sistemasini tanlab, ρ ning qiymati shu sistemada

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

formula yordamida aniqlanadi.

Qattiq jismning zichligi (1) bilan toʻla aniqlanmaydi, chunki jismni havoda va suvga botirib turib tortganda, Arximed qonuniga muvofiq har ikkala holda ham uning ogʻirligi kamayadi. Shuning uchun buni hisobga olib (1) formulaga tuzatma kiritiladi. ρ jism zichligini haqiqiy qiymatini topish uchun muayyan paytdagi T temperatura va shu temperaturaga mos keluvchi toza suvning zichligi σ , havoning zichligi λ , jismni havoda

tortganda uni muvozanatlovchi toshlar massasi M va tarozi toshlari zichligi Δ berilgan deb faraz qilaylik. Jismlarning massasi richagli tarozi yordamida tortib topiladi (1- rasm).

Jismning havoda tortgandagi muvozanatlik sharti quyidagicha yoziladi:

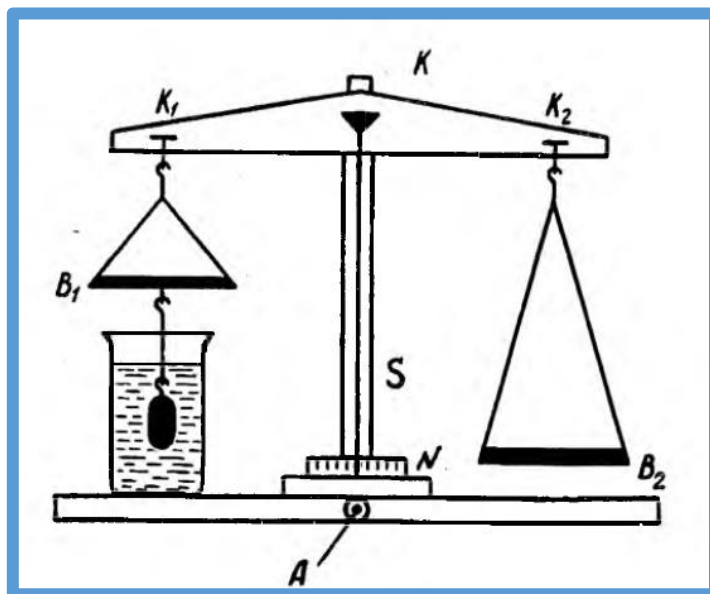
$$\rho V - \lambda V = M - \frac{M}{\Delta} \lambda \quad (3)$$

Shuningdek, jismni suvga botirib tortilgandagi muvozanatlik sharti

$$\rho V - \sigma V = M_1 - \frac{M_1}{\Delta} \lambda \quad (4)$$

ko‘rinishda bo‘ladi. Bu yerda M_1 suvga botirilgan jismni muvozanatlovchi tarozi toshlarining massasi. (3) tenglikni (4) tenglikka bo‘lib, qisman matematikaviy almashtirishlardan so‘ng, qattiq jismning zichligini aniqlashga imkon beradigan quyidagi formula hosil qilinadi.

$$\rho = \frac{M\sigma - M_1\lambda}{M - M_1} \quad (5)$$



1-rasm.

ρ suyuqlik zichligini gidrostatik usul bilan aniqlash uchun ham yuqoridagidek mulohaza yuritamiz. Ya'ni, hajmi o'zgarmas bo'lgan qattiq quyma jismni avval toza suvga botirib, so'ngra zichligi aniqlanadigan suyuqlikka botirib tortiladi va jismni bu ikkala holatiga tegishli M_1 va M_2 massalari aniqlanadi. U holda jismni toza suvga botirib tortgandagi tarozining muvozanatlik sharti

$$\sigma V - \lambda V = M_1 - \frac{M_1}{\Delta} \lambda \quad (6)$$

yoki

$$\sigma V - \lambda V = M_1 \left(1 - \frac{\lambda}{\Delta}\right)$$

bo'ladi. Shuningdek, qattiq jismni zichligi aniqlanadigan suyuqlikka botirib tortgandagi tarozining muvozanatlik sharti

$$\rho V - \lambda V = M_2 - \frac{M_2}{\Delta} \lambda \quad (7)$$

yoki

$$\rho V - \lambda V = M_2 \left(1 - \frac{\lambda}{\Delta}\right)$$

(7) ni (6) ga bo'lib quyidagi ifodani olamiz:

$$\rho = \frac{M_2}{M_1} (\sigma - \lambda) + \lambda \quad (8)$$



Ishni bajarish tartibi

1. Tarozi ishga sozlanadi va qattiq jismning havodagi massasi (M_1) tortib olinadi (bir necha marta).

2. Tarozi joylashgan qutiga uch oyoqli taglik kiritiladi va tarozining pallasiga ta'sir qilmaydigan qilib joylashtiriladi.

3. Uch oyoqli taglik ustiga toza suv quyilgan idish qo'yiladi.

4. Qattiq jismni ingichka ip yoki simga bog'lab tarozi ilmagiga ilinadi va suvga botirilib uning suvdagi massasi M_2 tortiladi (bunda suvga botirilgan jism idish devorlariga va tubiga tegmasligi kerak).

5. Muayyan temperaturaga mos keluvchi toza suvning zichligi σ , havo zichligi λ ning qiymatlari qo'llanma oxiridagi jadvaldan olinadi.

6. O'lchash natijalarini (8) formulaga qo'yib, ρ ning qiymati hisoblanadi.

7. O'lchash va hisoblash turli jismlar bilan bir necha marta o'tkazilib natijalari

1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

N_0	M_1 kg	M_2 kg	σ kg/m^3	λ kg/m^3	ρ kg/m^3	$\Delta\rho$ kg/m^3	$E = \frac{\Delta\rho}{\rho}$ $\cdot 100\%$
1							
2							
3							
O'rtac							

Sinov savollari

1. Moddalar zichligini aniqlashda gidrostatik tortish usulining mohiyatini bayon eting.
2. Arximed qonuni ifodasini yozing, ta'riflang va mohiyatini tahlil eting.
3. Qattiq jismni suyuqlikka botirganimizda uning nimasi o'zgaradi massasini yoki og'irligini?
4. Jismning zichligi va solishtirma og'irligi geografik kenglik bo'yicha qanday o'zgaradi?
5. A. Beruniy tomonidan minerallarning zichligi qanday topilgan?
6. Jismlar zichligini aniqlashning gidrostatik usuldan boshqa qanday usullarini bilasiz?

Qo'shimcha foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati

1. С.П. Стрелков. Механика, Т., 1977. § 123-124
2. Nazirov E.N. va boshqalar. Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum. O'zbekiston, T.-2001 y
3. Arabov J.O., Fayziyeva X.A. "Fizpraktikum (mexanika) fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma." Buxoro-2021. "Durdona" nashriyoti.

ILOVALAR

FIZIK KATTALIKLAR JADVALI

1-jadval

ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Kattalikning nomi	Belgisi	Son qiymati
Erkin tushish tezlanishi	G	9,81 m/s ²
Tortishish doimiysi	γ	6,67·10 ⁻¹¹ m ³ /kg·s ²
Avogadro soni	N _A	6,02·10 ²³ mol ⁻¹
Universal gaz doimiysi	R	8,31 J/mol ⁻¹
Bolsman doimiysi	K	1,38·10 ⁻²³ J/K
Elektronning zaryadi	E	1,6·10 ⁻¹⁹ Kl
Elektronning massasi	m _e	9,11·10 ⁻³¹ kg
Faradey soni	F	9,65·10 ⁷ Kl/kg·ekv
Elektr doimiysi	ϵ_0	8,85·10 ⁻¹² F/m
Magnit doimiysi	μ_0	4 π ·10 ⁻⁷ Gn/m
Yorug'likning vakumdagi tarqalish tezligi	S	3·10 ⁸ m/s
Stefan- Bolsman doimiysi	σ	5,67·10 ⁻⁸ Vt/m ² ·grad ⁴
Plank doimiysi	H	6,625·10 ⁻³⁴ J·s
Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi	R	1,097·10 ⁷ m ⁻¹
Birinchi Bor orbitasining doimiysi	r ₁	0,529·10 ⁻¹⁰ m
Bor magenitoni	μ_B	0,927·10 ⁻²⁴ J/Tn
Vodorod atomining ionizasiya energiyasi	E _i	13,6 eV
Massaning atom birligi	M.a.b.	1,666·10 ⁻²³ kg
Neytronning massasi	m _n	1,675·10 ⁻²³ kg
α - zaraning massasi	m α	6,64·10 ⁻²⁷ kg
Massa va energiya orasidagi bog'-lanishning proporsionallik koeffisienti	c ²	9·10 ¹² j/kg yoki 931 MeV/m.a.b.

2-jadval

BA'ZI ASTRONOMIK KATTALIKLAR

Nomlanishi	Son qiymati
Yerning o'rtacha radiusi	$6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$
Yerning massasi	$6,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Quyoshning radiusi	$6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$
Quyoshning massasi	$1,97 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Oyning radiusi	$1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$
Oyning massasi	$7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Yerning markazidan Quyoshning markazigacha bo'lgan o'rtacha masofa	$1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Yerning markazidan Oyning markazigacha bulgan o'rtacha masofa	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

3-jadval

GAZ MOLEKULALARINING EFFEKTIV DIAMETRI

Gaz	Diametri, nm
Azot	0,3
Argon	0,36
Vodorot	0,23
Geliy	0,2
Kripton	0,32
Karbonat angidrid	0,45
Kislorot	0,3
Neon	0,35
Simob	0,30
Xlor	0,54

4-jadval

**BA'ZI GAZLARNING NORMAL SHAROITDA ZICHLIGI
VA QOVUSHQOQLIGI**

Gaz	Zichligi kg/m³	Qovushqoqligi MKPa/s
Azot	1,25	17,0
Ammiak	0,77	9,35
Argon	1,78	21,20
Vodorod	0,09	8,52
Geliy	0,18	18,80
Karbonad angidrid	1,97	14,30
Kislrod	1,43	19,80
Havo	1,29	17,10

5-jadval

BA'ZI BIR SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Suyuqlik	Zichlik kg/m³	20⁰S dagi solishtirma issiqlik sig'imi		20⁰S dagi sirt taranglik koeffisienti, N/m
		j/kg·grad	Kal/g·grad	
Benzol	880	1720	0,41	0,03
Suv	1000	4190	1	0,073
Gliserin	1200	2430	0,58	0,064
Kanakunjut moyi	900	1800	0,43	0,035
Kerosin	800	2140	0,051	0,03
Simob	13600	138	0,033	0,5
Spirt	790	2510	0,6	0,02

6-jadval

BA'ZI SUYUQLIKLARNING XOSSALARI

Suyuqlik	Qovushqoqlik (20 ⁰ S da)10 ⁻⁴ N·s/m
Benzol	6,3
Gliserin	14990
Kerosin	1800
Suv	10
Simob	1554
Spirt	11,9

7-jadval

BA'ZI BIR QATTIQ JISMLARNING XOSSALARI

Modda	Zichlik kg/m ³	Erish temperatu rasi, ⁰ S	Solishtirma issiqlik si- g'imi		Erish so- lishtirma issiqligi, j/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffi- sienti, grad ⁻¹
			j/kg·grad	kcal/kg·g rad		
Alyuminiy	2600	659	896	0,214	3,22·10 ⁵	2,3·10 ⁻⁵
<u>Temir</u>	7900	1530	500	0,119	2,72·10 ⁵	1,2·10 ⁻⁵
Jez	8400	900	386	0,092	-	1,9x10 ⁻⁵
Muz	900	0	2100	0,5	3,35·10 ⁵	-
Mis	8600	1100	395	0,094	1,76·10 ⁵	1,6·10 ⁻⁵
Qalay	7200	232	230	0,055	5,86·10 ⁴	2,7·10 ⁻⁵
Platina	21400	1770	117	0,028	1,13·10 ⁵	0,89·10 ⁻⁵
Po'kak	200		2050	0,49	-	
Qo'rg'oshin	11300	327	126	0,03	2,26·10 ⁴	2,9·10 ⁻⁵
Kumush	10500	960	234	0,056	8,8·10 ⁴	1,9·10 ⁻⁵
Po'lat	7700	1300	460	0,11	-	1,06·10 ⁻⁵
Rux	7000	420	391	0,093	1,17·10 ⁵	2,9·10 ⁻⁵

8-jadval

**BA'ZI BIR QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIK
O'TKAZUVCHANLIGI**
(λ , Vt/m·grad)

Alyuminiy	210
Namat	0,046
Temir	58,7
Eritilgan kvars	1,37
Mis	390
Quruq qum	0,325
Po'kak	0,050
Kumush	460
Ebonit	0,174

9-jadval

BA'ZI BIR QATTIQ JISMLARNING ELASTIKLIK XOSSALARI

Modda	Mustahkamlik chegarasi (N/m)	Yung moduli (N/m²)
Alyuminiy	$1,1 \cdot 10^8$	$6,9 \cdot 10^{10}$
Temir	$2,94 \cdot 10^8$	$19,6 \cdot 10^{10}$
Mis	$2,45 \cdot 10^8$	$11,8 \cdot 10^{10}$
Qo'rg'oshin	$0,2 \cdot 10^8$	$1,57 \cdot 10^{10}$
Kumush	$2,9 \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^{10}$
Po'lat	$7,85 \cdot 10^8$	$21,6 \cdot 10^{10}$

[illegible]

[illegible]

[illegible]

H.O. Jo‘rayev, X.A. Fayziyeva

FIZPRAKTIKUM (MEXANIKA) FANIDAN LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI

O‘QUV QO‘LLANMA

Muharrir:	E.Eshov
Tex. muharrir:	D.Abduraxmonova
Musahhih:	M.Shodiyeva
Badiiy rahbar:	M.Sattorov

**Nashriyot litsenziyasi № 022853. 04.03.2022.
Original maketdan bosishga ruxsat etildi: 21.08.2025. Bichimi
60x84. Kegli 16 shponli. “Times New Roman” garnitura 1/16.
Elektrografik usulda. Oddiy bosma qog‘oz.
Bosma tabog‘i 6,25. Adadi 100. Buyurtma №_**



KAMOLOT

**“BUXORO DETERMINANTI” MCHJ
bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahar Namozgoh ko‘chasi 24-uy
Tel.: + 998 91 310 27 22**