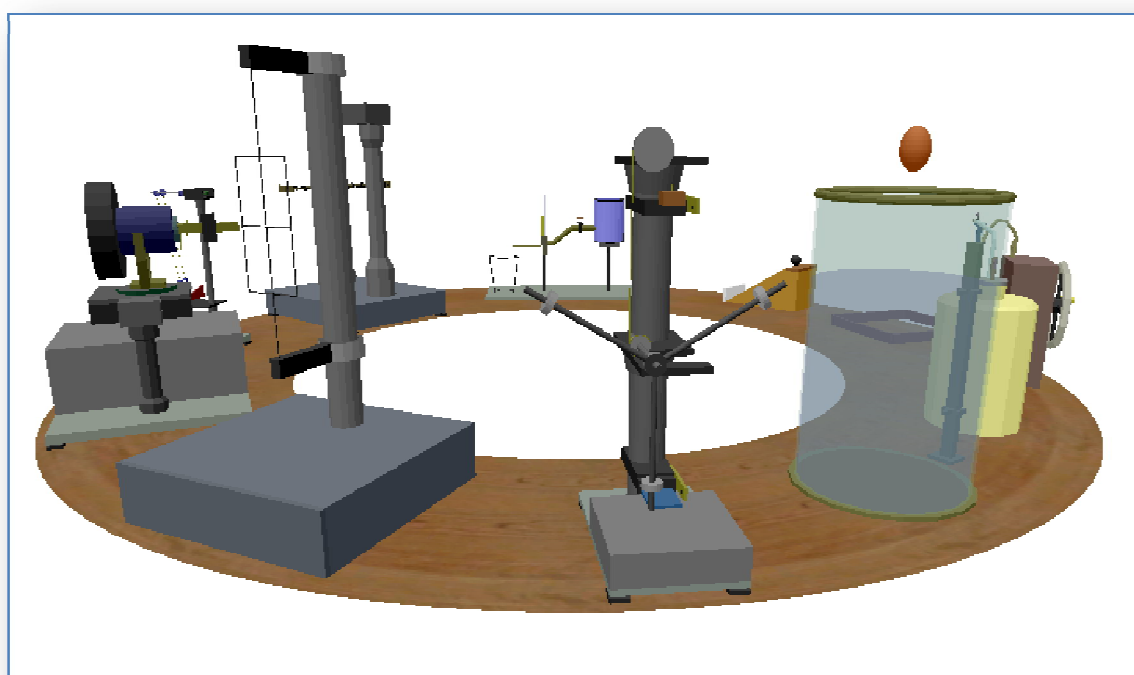


**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI ALOQA, AXBOROTLASHTIRISH VA
TELEKOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARI DAVLAT QO‘MITASI**

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI

FIZIKA KAFEDRASI

**FIZIKA FANIDAN VIRTUAL LABORATORIYA
ISHLARINI BAJARISHGA OID METODIK
QO‘LLANMA**



Toshkent-2013

FIZIKA FANIDAN VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARINI BAJARISHGA OID METODIK QO‘LLANMA

Fizika kafedrasining majlisida ko‘rib chiqildi va ma‘qullandi

bayonnoma № _____ 2013 y.

Televizion texnologiyalar fakultetining ilmiy metodik kengashi majlisida ko‘rib
chiqildi va ma‘qullandi

bayonnoma № _____ 2013 y.

TATU IMK tomonidan chop etishga tavsiya etildi

bayonnoma № _____ 2013 y.

Dasturiy qism: Xamidov V.S.

Tuzuvchilar: Tigay O.E.

Xamidov V.S.

Axmedova N.A.

Djalalov T.A.

Fizika fanidan virtual laboratoriyalar **VLab** dasturi yordamida ishlab chiqildi.

Virtual laboratoriyalar bo‘yicha metodik qo‘llanma fizika kursining “Mexanika” va “Molekulyarnaya fizika” bo‘limlarini qamrab oladi.

Mazkur metodik qo‘llanma 7 –ta laboratoriya ishidan iborat bo‘lib TATU talabalariga tavsiya etiladi, va boshqa OTM talabalari ham undan foydalanilishi mumkin.

KIRISH

VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARINI TASHKIL ETISH VA OLIB BORISH TARTIBI

Virtual ishlar, 2 kishidan oshmagan, talabalar guruhchalari tomonidan bajariladi, buning uchun semestr boshida o'quv guruhi guruhchalarga bo'linadi va semestr oxirigacha ular birgalikda ish bajaradilar.

Virtual laboratoriyalarning bajarilish ketma-ketligi mazkur metodik qo'llanma mundarijasidagi ketma-ketlikka mos keladi.

Laboratoriya mashg'ulotlarini qoldirgan talaba, qoldirgan mashg'ulotni dekanat yo'llanmasi bo'yicha belgilangan vaqtda qayta ishlazi lozim.

Har bir laboratoriya ishini bajarish quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Nazariy tayyorgarlik.
2. Ish bajarishga ruxsat olish.
3. Tajribani o'tkazish, kuzatish va o'lchovlar olib borish.
4. O'lchov natijalari asosida xisob-kitob ishlarini bajarish.
5. Bajarilgan laboratoriya ishi xaqidagi hisobot.
6. Bajarilgan ishning ximoyasi.

1. Nazariy tayyorgarlik mavzuga doir fizik hodisalar va qonuniyatlarni o'rganish, laboratoriya ishini bajarish tartibi bilan tanishishni o'z ichiga oladi. Bu bosqichdan muvaffaqiyatli o'tish uchun talaba laboratoriya mashg'ulotidan oldin konspekt qilib ishning bajarish tartibini o'rganish zarur. Auditoriya mashg'ulotlaridagi vaqt laboratoriyalarga ruxsat olish, natijalarni o'lchash, xisob-kitob va ishni ximoya qilishga ajratiladi.

2. Ish bajarishga ruxsat olish - talabaning nazariy tayyorgarligini tekshirish va ishni bajarish tartibi bilan tanish ekanligini aniqlashdan iborat.

3. Kuzatuv va o'lchovlar– tajribaning asosiy qismlari bo'lib, talabadan o'lchash usullarini bilishni, diqqatni va natijalarni yozib olishda izchillikni talab qiladi.

4. O'lchov natijalarii qayta ishlash – o'lchangan natijalarni ishchi formulalarga qo'yib, kerakli fizik kattaliklarni aniqlash, matematik jixatdan qayta ishlash, xatoliklarni baxolash.

5. Laboratoriya ishining bajarilganligi xaqidagi hisobothar bir talaba tomonidan individual shakllantiriladi.

Hisobotda quyidagilar aks ettirilishi lozim:

1. Ishning maqsadi.
2. Asbob va uskunalari.
3. Uskunaning prinsipial sxemasi yoki rasmi.
4. Ishchi (xisob-kitob) formulalari.
5. O'lchov va xisob-kitob natijalari aks etgan, hamda xatoliklar baholangan jadval.
6. Grafiklar.
7. Ishning natijalariga ko'ra xulosalar.

6. Bajarilgan ishning ximoyasi – nazariy savollarga og'zaki yoki yozma javob berish, ishchi formulalarni keltirib chiqarishlarni o'z ichiga oladi.

Bitta laboratoriya ishi 2-ta mashg'ulot (4 soat) davomida bajariladi. Quyida talaba tomonidan bajariladigan ishlar hajmi soatlar bo'yicha taqsimlab chiqilgan:

- Birinchi soat–laborantlardan metodik qo'llanmalar olish va ruxsat olishga tayyorgarlik.
- Ikkinchi soat–talabalarning laboratoriya ishini bajarish uchun ruxsatnoma olish (o'qituvchi talabaning konspekt daftariga qo'l qo'yish bilan amalga oshiriladi).
- Uchinchi soat–o'lchashlarni amalga oshirish (o'qituvchi yoki laborant tomonidan kuzatib turiladi). O'lchov va xisob kitob natijalari, xatoliklar aniqlanib jadvalga yoziladi (bajarilganlik xaqidagi imzo olinadi).
- To'rtinchi soat–natijalar mustaqil qayta ishlanadi va laboratoriya ishi ximoya qilinadi (ish topshirilganligi qayd etiladi).

FIZIK KATTALIKLARNI O'LGHASHDAGI XATOLIK TURLARI

Har qanday o'lchashlar hamma vaqt qandaydir xatolik bilan bajariladi. Bu xatoliklar ikki guruhga - sistematik va tasodifiy xatoliklarga bo'linadi.

1. Sistematik xatolik - hamma vaqt mavjud bo'ladigan xatolikdir. Asbobning noto'g'ri o'rnatilishidan (asbobni o'lchash aniqligiga bog'liq bo'lgan xatolik) va o'lchash metodining noto'g'ri tanlanishidan kelib chiqadigan xatoliklar sistematik xatolikdir. Bu xatolik ba'zi tashqi omillar ta'sirida, masalan, chizg'ich shkalasining notekis darajalanishi, termometr nolining haqiqiy nol temperaturasiga mos kelmasligi, termometr kapillyari kesim yuzining kapillyar bo'yicha bir xil bo'lmasligi, ampermetrdan elektr tok o'tmagan vaqtda uning strelkasining shkala noliga mos kelmasligi vaboshqalar tufayli ham paydo bo'ladi. Suyuqlik va gazning hajminio'lchashda temperatura o'zgarishi sababli ularning hajmiy kengayishini, massasini o'lchaganda o'lchanayotgan jismga, tarozi toshlariga havotomonidan itarib chiqarish kuchi ta'sir qilishini va kalorimetrik o'lchashlarda asbobning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishini hisobga olmaslik tufayli sistematik xatolikka yo'l qo'yiladi.

Ba'zi bir fizikaviy kattaliklar qiymatini jadvaldan olganda (zichlik, solishtirma issiqlik sig'imi, elastiklik modullari va boshq.), ularni yaxlitlaganda, shuningdek, formulaga kiruvchi ba'zi doimiyliklar (π , e - natural logarifmning asosi, g va boshq.)ning taqribiy qiymatlarini olganda sistematik xatolikka yo'l qo'yiladi. Masalan, $\pi=3,14159265$ deb olish o'rniga $\pi=3$; $\pi=3$; $\pi=3,142$ deb, suvning sindirish ko'rsatkichi uchun $n=1,333$ deb olish o'rniga $n=1,3$; $n=1,33$ deb olsak ham biz har safar sistematik xatolikka yo'l qo'ygan bo'lamiz. Sistematik xatoliklar aniq sabablar tufayli yuz berib, uning kattaligi takroriy o'lchashlarda o'zgarmay qolishi yoki muayyan qonun bo'yicha o'zgarishi mumkin. O'lchash metodini o'zgartirib, asbobning ko'rsatishlariga tuzatishlar kiritib, sistemali ravishda ta'sir qiluvchi tashqi omillarni hisobga olish bilan bu xatolikni kamaytirish mumkin.

2. Tasodifiy xatolik - oldindan hisobga olinishi qiyin bo'lgan va har biro'lchashga ta'siri har xil bo'lgan tasodifiy sabablarga ko'ra yuzberadigan xatoliklardir. Masalan, elektr o'lchashlarda elektr tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarishi, plastinka qalinligini o'lchaganda qalinlikning hamma joyda bir xil bo'lmasligi, o'lchashlarda asbob shkalasining etarlicha yoritilmasligi, asboblarning stol ustida yaxshi joylashtirilmasligi, sezgi organlarimizning tabiiy notakomilligi oqibatida tasodifiy xatolikka yo'l qo'yamiz. Bu xatoliklar tufayli biror fizikaviy kattalikni bir necha marta o'lchaganda har xil qiymat olinadi.

Ayrim o'lchashdagi tasodifiy xatolikni yo'qotib bo'lmasada, tasodifiy hodisalar to'g'risidagi matematik nazariyadan foydalanib, bu xatolikning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirish va xatolik kattaligini hisoblash uchun ma'qulroq bo'lgan ifodani

aniqlash mumkin. Tasodifiy xatolikni kamaytirish uchun aniqlanayotgan fizikaviy kattalikni bir marta emas, bir necha marta takroriy o'lchash kerak. Agar tasodifiy xatolik sistematik xatolikdan katta bo'lsa, tasodifiy xatolikni kamaytirish va uning asbob xatoligi bilan bir xil darajada bo'lishi uchun o'lchashlar sonini orttirish lozim.

Sistematik va tasodifiy xatoliklardan tashqari yana qo'pol xatoliklar ham bo'ladi. Qo'pol xatolik kuzatish va o'lchashlar noto'g'ri bajarilishi tufayli yuz beradi. Hisoblashda bunday natijalar hisobga olinmasligi kerak. Bu xatolik shkala bo'yicha beparvo hisob olishdan, natijalarni pala-partish yozishdan kelib chiqadi. Bunday qo'pol xatolikni yo'qotish uchun yozilganlarni qayta qarab chiqib, o'lchashlarni qayta bajarish kerak. Har qanday o'lchashda qo'pol xatolikni yo'qotishning birdan-bir yo'li - o'lchashni juda puxtalik va e'tibor bilan qayta bajarishdir.

BEVOSITA O'LCHASH NATIJALARINING XATOLIGI. FIZIK KATTALIKLARNING O'RTACHA QIYMATI, O'LCHASHNING MUTLAQ (ABSOLYUT) VA NISBIYXATOLIKLARI

O'lchash davomida o'lchash asbobi beradigan xatolikdan boshqa har xil sistematik xatoliklar va qo'pol xatoliklar yo'qotilgan deb faraz qilib, bevosita o'lchash xatoliklari nazariyasining asosiy qoidalarini qarab chiqamiz. Quyida keltiriladigan xatoliklar nazariyasida tasodifiy xatoliklar son qiymat jihatdan sistematik xatoliklardan katta deb faraz qilingan.

Biror fizikaviy kattalikning o'lchashlar natijasida topilgan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ qiymatlari ichida haqiqiy qiymatga eng yaqini ushbu

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

ifodadan aniqlanadi, bu erda n -o'lchashlar soni.

1. O'lchash vaqtida topilgan qiymatlar bir-biridan farqli bo'lib, ularning o'rtacha qiymatdan farqi ayrim o'lchashning mutlaq (absolyut) xatoligi deyiladi

$$x = |\langle x \rangle - x_i|$$

Qaysi o'lchashning mutlaq xatoligi kichik bo'lsa, shu o'lchash aniqroq bajarilgan deb hisoblanadi. O'rtacha qiymatdan katta farq qiluvchi qo'pol xatoliklar xatolikni hisoblash vaqtida tushirib qoldiriladi.

Agar n ta takroriy o'lchash natijasida $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \dots, \Delta x_n$ mutlaq xatoliklar yuz bergan bo'lsa, o'lchashlarning o'rtacha mutlaq xatoligi shu xatoliklar mutlaq qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymatiga tengdir

$$\langle \Delta x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n} \quad (2)$$

Tabiiyki, fizikaviy kattalikning haqiqiy qiymati topilgan o'rtacha qiymatdan $\pm \langle \Delta x \rangle$ qadar farq qiladi, ya'ni $x = \langle x \rangle \pm \langle \Delta x \rangle$.

Agar tajriba vaqtida bir qator fizikaviy kattaliklarni o‘lchash zarur bo‘lsa, ularning har biri uchun o‘lchash xatoligini aniqlash kerak bo‘ladi. Biroq har bir kattalikka oid mutlaq (absolyut) xatolikni bilganimiz holda kattaliklar bir jinsli bo‘lmaganligi sababli ularni o‘zaro solishtirish mumkin emas. Bunday hollarda xatolikning nisbiy qiymati bilan ish ko‘rish lozim. Biror kattalikning o‘lchashlar natijasida topilgan o‘rtacha qiymati $\langle x \rangle$, mutlaq (absolyut) xatolikning o‘rtacha qiymati $\langle \Delta x \rangle$ bo‘lsa, nisbiy xatolik $\delta x = \frac{\langle \Delta x \rangle}{\langle x \rangle}$ yoki foizlarda ifodalasak,

$$\delta x = \frac{\langle \Delta x \rangle}{\langle x \rangle} \cdot 100\%$$

bo‘ladi.

O‘lchashlar soni netarlicha katta bo‘lganda ayrim o‘lchashlar mutlaq (absolyut) xatoligining $\langle \Delta x \rangle$ o‘rtacha mutlaq (absolyut) xatolikka ta‘siri juda kichik bo‘ladi. SHunday sharoit uchun $\langle \Delta x \rangle$ ning taqsimoti quyidagi qonun ko‘rinishida ifodalanishi mumkin:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\langle x \rangle}} e^{-\frac{\langle \Delta x \rangle^2}{2\sigma_{\langle x \rangle}^2}} \quad (3)$$

$$\sigma_{\langle x \rangle}^2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}{n(n-1)}$$

bundan,

$$\sigma_{\langle x \rangle}^2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

$\sigma_{\langle x \rangle}$ -kattalik o‘rtacha xatolik yoki o‘rtacha arifmetik qiymatning o‘rtacha kvadratik xatoligi deb ataladi.

Turli sabablarga ko‘ra o‘lchashlar sonini juda katta qilib ($n \geq 15$) olishning imkoniyati bo‘lmaydi. O‘lchashlar soni chekli bo‘lganda ishonch intervalining chegaraviy qiymatini belgilovchi Gosset tomonidan 1908 yilda kiritilgan va Student koeffitsienti deb ataluvchi $t_\alpha(n)$ koeffitsient qo‘llaniladi. Bu koeffitsientlar o‘lchashlar soni va ishonchlilik intervali bilan quyidagicha bog‘langan

$$t_\alpha(n) = \frac{\Delta x}{S_{\langle x \rangle}} \quad (5)$$

bu erda

$$S_{\langle x \rangle} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle x \rangle - x_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (6)$$

(6) kattalik n ta o‘lchash uchun o‘rtacha kvadratik xatolikdan iborat bo‘lib, u taqriban $\sigma_{\langle x \rangle}$ ga teng. (5) va (6) lar asosida o‘lchashlarning mutloq (absolyut) xatoligi uchun

$$\Delta x = t_{\alpha}(n)S_{(x)} = t_{\alpha}(n) \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((x) - x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

ifoda kelib chiqadi.

O'lchashning mutlaq (absolyut) xatoligini (7) formula bo'yicha hisoblash uchun, odatda Styudent koeffitsientlari jadvalidan foydalaniladi. Quyidagi jadvalda o'lchashlar soni va ishonchlilik uchun Styudent koeffitsientlari qiymatlari keltirilgan.

Styudent koeffitsientlari

$\alpha = 0,68$		$\alpha = 0,95$		$\alpha = 0,99$	
n	$t_{\alpha,n}$	n	$t_{\alpha,n}$	n	$t_{\alpha,n}$
2	2,0	2	12,7	2	63,7
3	1,3	3	4,3	3	9,9
4	1,3	4	3,2	4	5,8
5	1,2	5	2,8	5	4,6
6	1,2	6	2,6	6	4,0
7	1,1	7	2,4	7	3,7
8	1,1	8	2,4	8	3,5
9	1,1	9	2,3	9	3,4
10	1,1	10	2,3	10	3,3
15	1,1	15	2,1	15	3,0
20	1,1	20	2,1	20	2,9
30	1,1	30	2,0	30	2,8
100	1,0	100	2,0	100	2,6

1 - laboratoriya ishi

KLASSIK QATTIQ ROTATORNING AYLANISHINI (OBERBEK MAYATNIGI MISOLIDA)O‘RGANISH

Ishning maqsadi: Oberbek mayatnigiga biriktirilgan jismlarning inersiya momentlarini o‘lchashning dinamik usuli bilan tanishish

Kerakli asbob va uskunalar: Oberbek mayatnigi.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

1. Aylanish - molekular kvant harakatining turlaridan biri hisoblanadi. Buni klassik mexanikadagi aylanma harakat bilan taqqoslash mumkin. Molekulalarning aylanma harakatini tavsiflash uchun birinchi yaqinlashishda qattiq bog‘langan nuqtaviy massalarning modelini olish mumkin. Bunday model qattiq rotator deb ham ataladi.

Qattiq rotatorning muhim dinamik xarakteristikalaridan biri – inersiya momenti bo‘lib, uning elementlari massalari algebraik summasining har bir elementdan aylanish o‘qigacha bo‘lgan masofalarningkvadratiga ko‘paytmasiga teng kattalik hisoblanadi::

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

Summa belgisining ostidagi $m_i r_i^2$ kattalik i - element (moddiy nuqta)ning inersiya momentini bildiradi.

Agar jism bir jinsli bo‘lmasa, unda $m_i = \rho \Delta V_i$. Bu holda

$$I = \rho \int r_i^2 dV_i \quad (2)$$

bu erda ρ - jismning hajmi bo‘yicha bir tekis tasqimlangan moddaning zichligi, dV_i – elementar hajm.

To‘g‘ri geometrik shaklga ega bo‘lgan jismlar uchun massa markazidan o‘tgan o‘q (asosiy o‘q)qa nisbatan inersiya momenti integral hisoblash usuli bilan aniqlanadi. R radiusga ega ingichka halqaning halqa tekisligiga perpendikulyar va uning markazidan o‘tadigan o‘qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = mR^2 \quad (3)$$

yaxlit bir jinsli silindr (disk) ning uning geometrik o'qi bilan mos keladigan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 \quad (4)$$

bir jinsli sharning uning markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$I = \frac{2}{5}mR^2 \quad (5)$$

luzunlikka egabir jinsli ingichka sterjenning uning markazidan o'tadigan va unga perpendikulyar bo'lgan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = \frac{1}{12}ml^2 \quad (6)$$

to'g'ri burchakli parallelopipedning uning massa markazidan o'tadigan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = \frac{1}{12}\rho l_a^2(l_b^3 + l_c^3) \quad (7)$$

bu erda l_a, l_b, l_c – parallelepiped qirralarining uzunligi.

2. Qattiq jismlar (molekulalar)ning massa markazida kesishadigan uchta - a, b , so'zaro perpendikulyar aylanish o'qlari mavjud. Ular asosiy inersiya o'qlari deb ataladi. Bu o'qlarga nisbatan aylanishlar uchta asosiy inersiya momentlari bilan xarakterlanadi.

Molekulalar odatda o'zlarining inersiya momentlari bo'yicha quyidagicha tasniflanadi:

1) chiziqli molekulalar (masalan, NSl, SO, SO₂) ikkita o'zaro teng inersiya momentlariga ega $l_b = l_c, l_a = 0$;

2) sferik pildiroq tipidagi molekulalar (masalan, SN₄, CCl₄, CF₄) uchta o'zaro teng inersiya momentlariga ega $l_b = l_c = l_a$;

3) simmetrik pildiroq tipidagi molekular(masalan, SN_3I , SN_3SI , NN_3) quyidagicha inersiya momentlariga ega $I_b = I_c \neq I_a$;

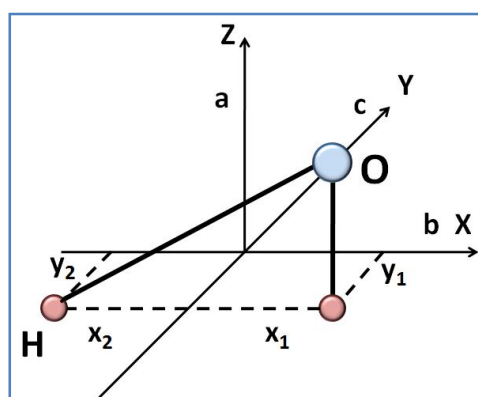
4) asimmetrik pildiroq tipidagi molekular (masalan, CH_2Cl_2 , SN_3OH , N_2O) quyidagicha inersiya momentlariga ega $I_b \neq I_c \neq I_a$;

Masalan, H_2O molekulasidagi vodorod va kislorod atomlari yadrosi orasidagi $r_{\text{on}} = 0.9584 \times 10^{-8}$ sm li masofa va $\alpha = 104^\circ 27'$ ga teng burchakka ega, teng yonli uchburchak shaklidagi (rasm 1) N_2O suv molekulasini uchun inersiya momentlari quyidagi qiymatlarga ega:

$$I_b = M_H Y_1^2 + M_H Y_2^2 + M_O Y_3^2 = 1,024 \cdot 10^{-40} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$$

$$I_c = M_H X_1^2 + M_H X_2^2 = 1,921 \cdot 10^{-40} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$$

$$I_a = M_H (X_1^2 + Y_1^2) + M_H (X_2^2 + Y_2^2) + M_O Y_3^2 = 2,947 \cdot 10^{-40} \text{ g} \cdot \text{cm}^2$$



Rasm 1. H_2O molekulasidagi asosiy o'qlarning joylashuvi

3. Gaz fazasidagi molekularning aylanishini qattiq rotator formulalari bilan tavsiflash mumkin. Uning energiyasi

$$\varepsilon_{\text{ep}} = \frac{L^2}{2I} \quad (8)$$

bu erda L – molekulaning Plank doimiysi h ga karrali diskret qiymatlarni qabul qiladigan to'liq impuls momenti (harakat miqdori momenti).

Klassik rotatorning energiyasi ham xuddi shu formulalar bilan ifodalanishi mumkin, bu erdagi farq shundaki, impuls momenti diskret emas, balki istalgan qiymatni qabul qiladi va uzluksiz o'zgaradi.

Faraz qilamiz, klassik rotatorning har bir moddiy nuqtasi V_i tezlik bilan harakatlansin va uning aylanish o'qiga nisbatan holati r_i radius-vektor bilan aniqlansin. Agar bu nuqtaning massasi m_i bo'lsa, rotatorning to'liq aylanish energiyasi barcha zarrachalar energiyalarining summasiga (yig'indisiga) teng bo'ladi.

$$\varepsilon_{a\ddot{u}l} = \frac{1}{2} \sum m_i V_i^2 = \frac{1}{2} \sum m_i (r_i \omega)^2 \quad (9)$$

ω - burchakli tezlik barcha nuqtalar uchun bir xil bo'ladi, shuning uchun

$$\varepsilon_{a\ddot{u}l} = \frac{1}{2} \omega^2 \sum m_i r_i^2 = \frac{1}{2} \omega^2 I \quad (10)$$

Inersiya asosiy o'qlarining muhim xususiyati shundan iboratki, jismning bu o'qlarning ixtiyoriysining atrofida aylanishida uning impuls momenti burchakli tezlik bilan mos keladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$L = I\omega \quad (11)$$

bu erda I – jismning berilgan asosiy inersiya o'qiga nisbatan inersiya momenti. SHuni hisobga olgan holda, klassik qattiq rotator uchun (8) va (10) formulalar mos kelishi haqida xulosa qilish mumkin.

EKSPERIMENT METODIKASI

Agar ishqalanishdagi yo'qotishlar va yordamchi blokning aylanish energiyasini e'tiborga olmasak, energiyaning saqlanish qonunidan quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$m_0 g H = \frac{1}{2} m_0 v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (12)$$

bu erda N - m_0 yukning tushish balandligi, v – tushishdagi oxirgi tezlik, I – butun aylanuvchi tizim (sistema)ning inersiya momenti. Inersiya momenti (12) tenglamadan:

$$I = \frac{2m_0gH - m_0v^2}{\omega^2} \quad (13)$$

Tushish tezligi quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$v = \frac{2H}{t} \quad (14)$$

bu erda t - yukning tushish vaqti.

Tizimning ω burchakli tezligi v tezlik bilan quyidagi formula bo'yicha bog'langan:

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (15)$$

bu erda r -shkiv radiusi. SHunday qilib,

$$I = \frac{m_0r^2(gt^2 - 2H)}{2H} \quad (16)$$

Ekspirimentda t ni o'lchash zarur.

m_0 - tushayotgan yukning massasi;

m -Y simon xochdagi yuklar massasi;

t - yuklarning tushish vaqti;

r - shkiv radiusi; **$r=0,015$ m**

N - m_0 yukning tushish balandligi ; **$H=0,4$ m**

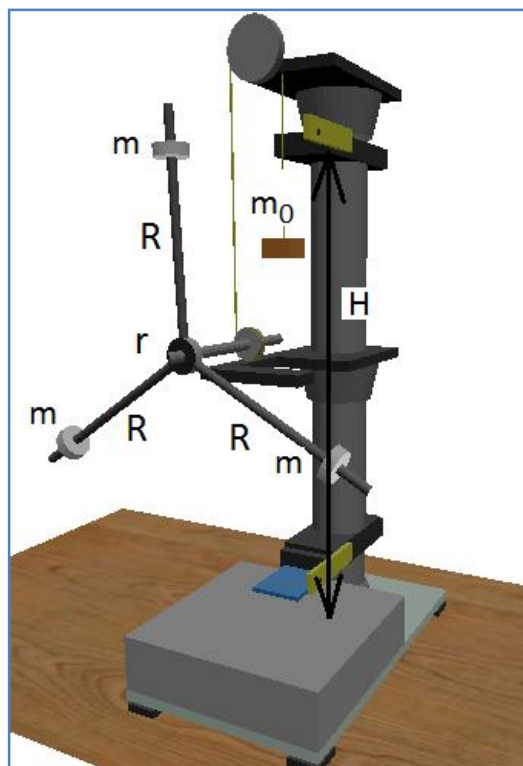
v - tushish oxiridagi tezligi;

R- yuklarning aylanish radiusi –Y simon xoch markazidan yuklargacha bo‘lgan masofa

I - aylanayotgan tizimning inersiya markazi;

I_0 - Oberbek mayatnigining inersiya momenti;

I' - Oberbek mayatnigining uning uchidagi m massali uchta yuk bilan birgalikdagi inersiya momenti;



Rasm 2. Eksperimental uskuna

1- TOPSHIRIQ. Oberbekmayatnigining inersiya momentini o‘lchash. Buning uchun:

1. Ysimon xoch dagi yuklar massasini nolga tenglang.
2. Tushayotgan yukning massasini o‘qituvchining ko‘rsatmasiga ko‘ra o‘rnatish.
3. TATBIQ QILISH tugmasini bosing.
4. ISHGA TUSHIRISH tugmasini bosing.
5. Jadvalga tushish vaqtining o‘lchash natijalarini yozing (natijalar oynachasiga yoziladi).
6. O‘lchashlarni (4-b va 5-b lar) kamida besh marta o‘tkazing va yuk tushishining o‘rtacha vaqtini aniqlang.
7. (16) formula bo‘yicha Oberbek mayatnigining inersiya momenti I_0 ni hisoblang.

$$I_0 = \frac{m_0 r^2 (gt^2 - 2H)}{2H}$$

8. Turli m_0 massali jismlar uchun tajribani takrorlang

№	m (kg)	m ₀ (kg)	R (m)	t (c)	I ₀ (H·M ²)	⟨I ₀ ⟩ (H·M ²)	ΔI ₀	⟨ΔI ₀ ⟩	ε
1	0								
2									
3									
4									
5									
1									
2									
3									
4									
5									
1									
2									
3									
4									
5									

2-TOPSHIRIQ. Qattiq rotatorning (mustahkam bogʻlangan «nuqtaviy» massalarning) inersiya momentini oʻlchang.

1. Y simon xochdagi yuklarning massalarini oʻqituvchining koʻrsatmasiga koʻra oʻrning.
2. Oʻqituvchining koʻrsatmasiga koʻra radiusni oʻrning.
3. Oʻqituvchining koʻrsatmasiga koʻra tushayotgan yukning massasini oʻrning.
4. TATBIQ ETISH tugmasini bosing.
5. ISHGA TUSHIRISH tugmasini bosing.
6. Tushish vaqtini jadvalga kiriting (natijalar oynasiga yoziladi).
7. Besh marta oʻlchov bajarib yukning oʻrtacha tushish vaqtini aniqlang.
8. (16) formuladan butun tizimning inersiya momenti I aniqlang

$$I' = \frac{m_0 r^2 (gt^2 - 2H)}{2H}$$

9. Bir-biri bilan mahkam bog‘langan uchta jismning inersiya momentini aniqlang:

$$I = I' - I_0$$

10. Jismlar nuqtaviy massalarni tashkil etadi deb faraz qilib, $I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 = 3mR^2$

(1) formuladan I_{his} ning qiymatini hisoblang va uni eksperimental ravishda olingan natijalar bilan solishtiring.

11. O‘lchashlarning nisbiy xatoligini aniqlang, jadvalga yozing.

12. m, m_0, r larning qiymatlarini o‘zgartirib tajribani uch marta bajaring.

№	m_0 (kg)	m (kg)	R (m)	t (c)	$\langle t \rangle$ (c)	I_0 (kg·m ²)	I (kg·m ²)	I' (kg·m ²)	I_{his} (kg·m ²)	\mathcal{E}
1										
2										
3										
4										
5										
1										
2										
3										
4										
5										
1										
2										
3										
4										
5										

NAZORAT SAVOLLARI

1. Burchak ko'chish, burchak tezlik va burchak tezlanishlarga ta'rif bering.
2. Ularning yo'nalishi qanday aniqlanadi, shu kattaliklar ularga mos, chiziqli, kattaliklar bilan qanday bog'langan?
3. Kuch momenti, impuls momenti va inersiya momentlarini ta'riflang, ularning yo'nalishi qanday aniqlanadi? SHu kattaliklarga mos keluvchi chiziqli harakat kattaliklarni aytib o'ting.
4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini ta'riflang. SHu qonun ilgarilanma harakatdagi qaysi qonunga mos keladi?
5. Ilgarilanma va aylanma harakat uchun tenglamalar tuzishda dinamika qonunlari qanday ishlatiladi?
6. SHteyner teoremasini ta'riflang.
7. Laboratoriya ishidagi inersiya momentini aniqlash usuli qanday?
8. Oberbek mayatnigining burchak tezligi nimaga bog'liq, u tajriba jarayonida qanday o'zgaradi? Laboratoriya ishida aylanish momenti va inersiya momenti qanday o'zgartiriladi?

2- laboratoriya ishi

JISMLARNING INERSIYA MOMENTLARINI BURALMA TEBRANISHLAR USULIDAO'LCHASH

Ishning maqsadi: Bir nechta jismlarning inersiya momentlarini namunaviy jismning inersiya momentiga solishtirish vositasida o'lchash.

Asboblari va uskunalari: Buralma mayatnik, jismlar to'plami.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

1. Aylanish - molekullar kvant harakatining turlaridan biri hisoblanadi. Buni klassik mexanikadagi aylanma harakat bilan taqqoslash mumkin. Molekulalarning aylanma harakatini tavsiflash uchun birinchi yaqinlashishda qattiq bog'langan nuqtaviy massalarning modelini olish mumkin. Bunday model qattiq rotator deb ham ataladi.

Qattiq rotatorning muhim dinamik xarakteristikalaridan biri – inersiya momenti bo'lib, uning elementlari massalari algebraik summasining har bir elementdan

aylanish o'qigacha bo'lgan masofalarning kvadratiga ko'paytmasiga teng kattalik hisoblanadi:

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

Summa (yig'indi) belgisining ostidagi $m_i r_i^2$ kattalik i - element (moddiy nuqta)ning inersiya momentini bildiradi.

Agar jism bir jinsli bo'lsa, unda, $m_i = \rho \Delta V_i$. Bu holatda

$$I = \rho \int r_i^2 dV_i \quad (2)$$

bu erda ρ - jismning hajmi bo'yicha bir tekis tasqimlangan moddaning zichligi, dV_i - elementar hajm.

To'g'ri geometrik shaklga ega bo'lgan jismlar uchun massa markazidan o'tgan o'q (asosiy o'q)ga nisbatan inersiya momenti integral hisoblash usuli bilan aniqlanadi. R radiusga ega ingichka halqaning halqa tekisligiga perpendikulyar va uning markazidan o'tadigan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = mR^2 \quad (3)$$

yaxlit bir jinsli silindr (disk) ning uning geometrik o'qi bilan mos keladigan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = \frac{1}{2} mR^2 \quad (4)$$

bir jinsli sharning uning markazidan o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$I = \frac{2}{5} mR^2 \quad (5)$$

uzunlikka egabir jinsli ingichka sterjenning uning markazidan o'tadigan va unga perpendikulyar bo'lgan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = \frac{1}{12} ml^2 \quad (6)$$

to'g'ri burchakli parallelopipedning uning massa markazidan o'tadigan o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$I = \frac{1}{12} \rho l_a^2 (l_b^3 + l_c^3) \quad (7)$$

bu erda l_a, l_b, l_c – parallelepiped qirralarining uzunligi.

2. Qattiq jismlar (molekulalar)ning massa markazida kesishadigan uchta - a, b, s o'zaro perpendikulyar aylanish o'qlari mavjud. Ular asosiy inersiya o'qlari deb ataladi. Bu o'qlarga nisbatan aylanishlar uchta asosiy inersiya momentlari bilan xarakterlanadi.

Molekulalar odatda o'zlarining inersiya momentlari bo'yicha quyidagicha tasniflanadi:

1) chiziqli molekulalar (masalan, NSI, SO, SO₂) ikkita o'zaro teng inersiya momentlariga ega $l_b = l_c, l_a = 0$;

2) sferik pildiroq tipidagi molekulalar (masalan, SN₄, CCl₄, CF₄) uchta o'zaro teng inersiya momentlariga ega $l_b = l_c = l_a$;

3) simmetrik pildiroq tipidagi molekulalar (masalan, SN₃I, SN₃SI, NN₃) quyidagicha inersiya momentlariga ega $l_b = l_c \neq l_a$;

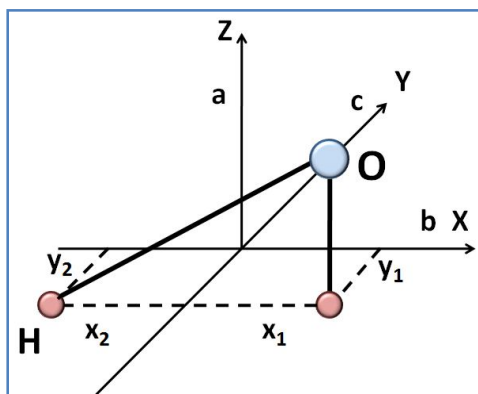
4) asimmetrik pildiroq tipidagi molekulalar (masalan, CH₂Cl₂, SN₃OH, N₂O) quyidagicha inersiya momentlariga ega $l_b \neq l_c \neq l_a$;

Masalan, cuv molekulasidagivodorod va kislorod atomlari yadrosi orasidagi $r_{on} = 0.9584 \times 10^{-8}$ sm li masofa va $\alpha = 104^\circ 27'$ ga teng burchakka ega, teng yonli uchburchak shaklidagi (rasm 1) N₂O suv molekulasi uchun inersiya momentlari quyidagi qiymatlarga ega:

$$I_b = M_H Y_1^2 + M_H Y_2^2 + M_O Y_3^2 = 1,024 \cdot 10^{-40} \text{ z} \cdot \text{cM}^2$$

$$I_c = M_H X_1^2 + M_H X_2^2 = 1,921 \cdot 10^{-40} \text{ z} \cdot \text{cM}^2$$

$$I_a = M_H (X_1^2 + Y_1^2) + M_H (X_2^2 + Y_2^2) + M_O Y_3^2 = 2,947 \cdot 10^{-40} \text{ z} \cdot \text{cM}^2$$



Rasm 1. H₂O molekulasidagi asosiy o‘qlarning joylashuvi

3. Gaz fazasidagi molekularning aylanishini qattiq rotator formulalari bilan tavsiflash mumkin. Uning energiyasi

$$\varepsilon_{a\ddot{u}} = \frac{L^2}{2I} \quad (8)$$

bu erda L – molekulaning Plank doimiysi h ga karrali diskret qiymatlarni qabul qiladigan to‘liq impuls momenti (harakat miqdori momenti).

Klassik rotatorning energiyasi ham xuddi shu formulalar bilan ifodalanishi mumkin, bu erdagi farq shundaki, impuls momenti diskret emas, balki istalgan qiymatni qabul qiladi va uzluksiz o‘zgaradi..

Faraz qilamiz, klassik rotatorning har bir moddiy nuqtasi V_i tezlik bilan harakatlansin va uning aylanish o‘qiga nisbatan holati r_i radius-vektor bilan aniqlansin. Agar bu nuqtaning massasi m_i bo‘lsa, rotatorning to‘liq aylanish energiyasi barcha zarrachalar energiyalarining summasiga (yig‘indisiga) teng bo‘ladi.

$$\varepsilon_{a\ddot{u}} = \frac{1}{2} \sum m_i V_i^2 = \frac{1}{2} \sum m_i (r_i \omega)^2 \quad (9)$$

□- burchakli tezlik barcha nuqtalar uchun bir xil bo‘ladi, shuning uchun

$$\varepsilon_{a\ddot{u}} = \frac{1}{2} \omega^2 \sum m_i r_i^2 = \frac{1}{2} \omega^2 I \quad (10)$$

Inersiya asosiy o'qlarining muhim xususiyati shundan iboratki, jismning bu o'qlarning ixtiyoriysining atrofida aylanishida uning impuls momenti burchakli tezlik bilan mos keladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$L = I\omega \quad (11)$$

bu erda I – jismning berilgan asosiy inersiya o'qiga nisbatan inersiya momenti. SHuni hisobga olgan holda, klassik qattiq rotator uchun (8) va (10) formulalar mos kelishi haqida xulosa qilish mumkin.

EKSPERIMENTMETODIKASI VA TEXNIKASI

1. Ingichka ipga osilgan simmetrik jism (disk, gantel, ramka va h.k.) buralma mayatnik hisoblanadi. Agar uni gorizontal tekislikda α burchakka bursak, osmaning buralgan ipida jismni dastlabki holatiga qaytaruvchi kuchlar paydo bo'ladi. burashning kichik burchaklarida bu kuchlarning momenti burchakka proporsional (elastik deformatsiya) bo'ladi va harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$I = \frac{d^2\alpha}{dt^2} = -D\alpha \quad (12)$$

bu erda I – jismning inersiya momenti, D buralish doimiysi. (12) formula shakli bo'yicha garmonik ossillyatorning harakat tenglamasidan farqlanmasligidan

$$m = \frac{d^2x}{dt^2} = -Rx \quad (13)$$

ikkala tenglamaning echimlari ham mos keladi. Demak, buralma mayatnik quyidagi chastota bilan garmonik tebranishlarni amalga oshiradi

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{I}} \quad (14)$$

2. Jismning inersiya momentini buralma tebranishlar usuli bilan aniqlash uchun bu jismni buralma mayatnikka o'rnatish va tebranishning chastota yoki davrini o'lchash kerak. Biroq bu erda mayatnikning o'zining inersiya momenti va D buralish doimiysi aniq bo'lishi kerak.

Ammo, boshqacha yondashish ham mumkin: to‘g‘ri geometrik shaklga ega qandaydir jismni (masalan, silindrni) tanlab olib, uning inersiya momentini aniqlash, undan keyin u bilan taqqoslash orqali boshqa jismlarning inersiya momentlarini aniqlash mumkin.

(14) formuladan kelib chiqadiki,

$$I = \frac{D}{\omega^2} = \frac{DT^2}{4\pi^2}$$

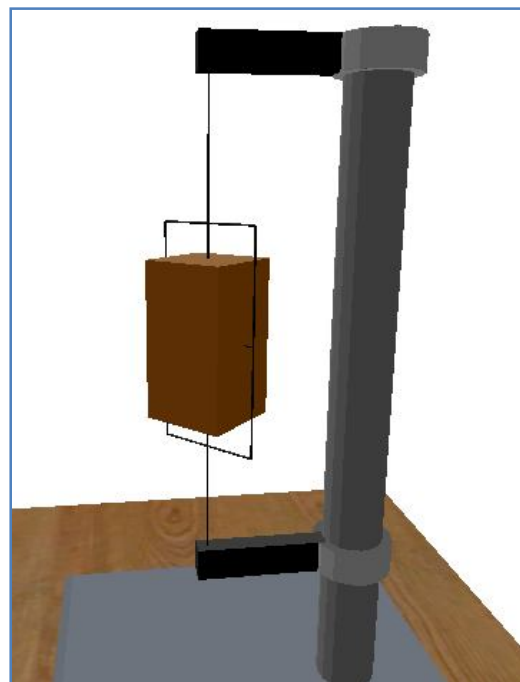
Bu erdan:

$$\frac{I}{I_0} = \frac{T^2}{T_0^2} \Rightarrow I = I_0 \frac{T^2}{T_0^2} \quad (15)$$

bu erda T_0 va I_0 – namunaviy jismning tebranish davri va inersiya momenti, T va I – tekshirilayotgan jismning tebranish davri va inersiya momenti.

1 - topshiriq. Nazariy ma’lumotlarda keltirilgan formulalardan kelib chiqqan holda namunaviy jismning inersiya momentini hisoblash.

1. Namunaviy jism sifatida bir jinsli sharni tanlash.
2. SHarning radiusi R ni kiritish .
3. SHarning zichligi doimiy kattalik bo‘lib $\rho = 7840 \text{ kg} / \text{m}^3$ ga teng.
4. Inersiya momentini quyidagi formuladan aniqlash



Rasm 2. Eksperimental uskuna

$$I_0 = \frac{2}{5} mR^2 = \frac{2}{5} V \rho R^2 = \frac{2}{5} \frac{4}{3} \pi R^3 \rho R^2 = \frac{8}{15} \pi \rho R^5$$

2- topshiriq. Namunaviy jismning tebranish davrini aniqlash.

1. Parametrlarni o‘rnatish oynasida (o‘ngda) namunaviy jismni tanlang va uning parametrlarini o‘qituvchining topshirig‘iga ko‘ra o‘rnating. “Tatbiq etish” tugmasini bosing.
2. «Ishga tushirish»(Pusk) tugmasini bosing.
3. 10 tadan ortiq buralma tebranishlar sodir bo‘lganidan keyin, To‘xtatish(«Stop») tugmasini bosing.
4. Natijalarni: tebranishlar soni va ular ro‘y bergan vaqtini yozing.
5. Buralma mayatnikning T_0 tebranish davrini hisoblang $T_0 = \frac{t}{N}$.
6. 2-5 – bandlarni kamida 3 marta takrorlang. T_0 ning o‘rtacha qiymatini aniqlang.
7. O‘rtacha qiymatning o‘rtacha kvadratik xatoligini aniqlang. Buralma mayatnikning tebranish davrini o‘lchash natijalarini standart shaklda yozing.
8. O‘lchovlarni turli radiusli sharlar uchun bir necha marta bajaring.
9. O‘lchov natijalarini jadvalga kiriting.

N_0	$R(m)$	I_0 ($kg \cdot m^2$)	$t(c)$	N	$T_0(c)$	$\langle T_0 \rangle (c)$	ΔT_0	ε
1								
2								
3								
4								
5								
1								
2								
3								
4								
5								
1								
2								
3								
4								
5								

3- topshiriq. Parallelepipedning inersiya momentini o‘lchash.

1. Parametrlarni o‘rnatish oynasida parallelepipedni tanlang. O‘qituvchining topshirig‘iga ko‘ra parallelepipedning parametrlarini o‘rnating.«Tatbiq etish» tugmasini bosing.
2. «Pusk(Ishga tushirish)» tugmasini bosing.
3. Kamida 10 ta buralma tebranish sodir bo‘lganidan keyin «Stop(To‘xtatish)» tugmasini bosing.

4. Natijalarni: tebranishlar soni va ular ro‘y bergan vaqtni yozing.

5. Parallelepipedning tebranish davri T ni hisoblang $T = \frac{t}{N}$.

6. 2-5- bandlarni kamida 3 marta takrorlang. T ning o‘rtacha qiymatini hisoblang.

7. O‘rtacha qiymatning o‘rtacha kvadratik xatoligini hisoblang.

Parallelepipedning tebranishlar davrini o‘lchash natijalarini standart shaklda yozing.

8. $\frac{I}{I_0} = \frac{T^2}{T_0^2} \Rightarrow I = I_0 \frac{T^2}{T_0^2}$ formuladan foydalanib, parallelepipedning inersiya momentini hisoblang.

9. Bilvosita o‘lchashlarning xatoligini baholang.

10. O‘lchash va xisoblash natijalarini jadvalga kiriting.

№	Joylashuvi	O‘lchami			$t(c)$	N	$T(c)$	$I_0(kg \cdot m^2)$	$\langle I_0 \rangle(kg \cdot m^2)$	ΔI_0	ε
		X(m)	Y(m)	Z(m)							
1	YOn tomonlari bo‘yicha										
2											
3											
4											
5											
1	Qirralari markazlari orqali										
2											
3											
4											
5											
1	Diagonal bo‘yicha										
2											
3											
4											
5											

NAZORAT SAVOLLARI.

1. Kuch momenti, impuls momenti va inersiya momentlarini ta’riflang, ularning yo‘nalishi qanday aniqlanadi? SHu kattaliklarga mos keluvchi chiziqli harakat kattaliklarni aytib o‘ting.
2. Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini ta’riflang. SHu qonun ilgariylanma harakatdagi qaysi qonunga mos keladi?
3. Ilgarilanma va aylanma harakat uchun tenglamalar tuzishda dinamika qonunlari qanday ishlatiladi?

4. Qaysi o'qlar inersiyaning asosiy o'qlari deb ataladi?
5. Asosiy inersiya o'laridan biriga parallel o'q atrofida aylanuvchi jismning inersiya momenti qanday aniqlanadi?
6. SHteyner teoremasini ta'riflang.
7. O'rtacha yarolar orasidagi masofasi 0,236m bo'lgan NaCl natriy xlor molekulasining keltirilgan massasi va inersiya momentini xisoblang?

3- laboratoriya ishi

GIROSKOPIK EFFEKTNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Erkin giroskop pretsessiyasi tezligini aniqlash.

Kerakli asboblari: giroskop.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

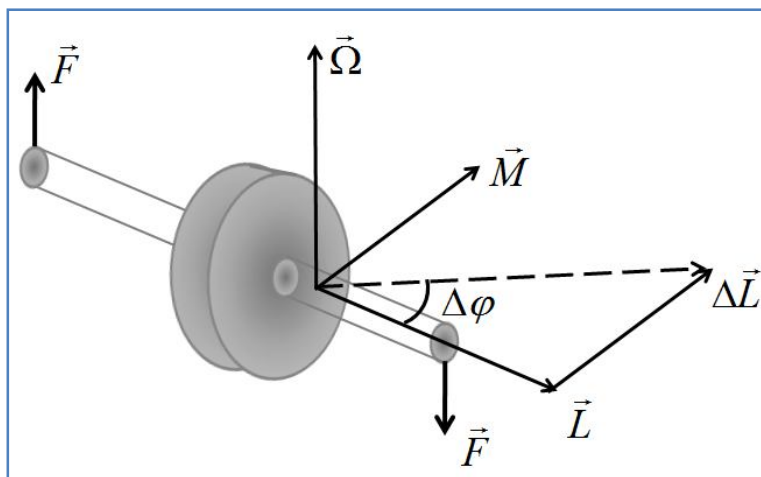
O'zining simmetriya o'qi atrofida katta burchak tezlik bilan aylanadigan bir jinsli massiv qattiq jismga giroskop deyiladi. Agar giroskopning massalar markazi uning orientatsiyasining fazodagi har qanday o'zgarishlarida ham qo'zg'almasdan qoladigan bo'lsa, u muvozanatlangan (yoki erkin) deyiladi. Boshqacha aytganda, massa markazi tayanch nuqtasi bilan mos keladi. Bunday giroskop bitta mahkamlangan nuqtali giroskop deyiladi.

Maqamlangan massa markaziga ega giroskopni ko'rib chiqamiz. (1-rasm). Giroskopning harakati momentlar tenglamasi bilan tavsiflanadi

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

bu erda L - giroskopning impuls momenti, M – tashqi kuchlar momenti.

Agar $M = 0$ bo'lsa, giroskopning o'qi fazoda o'zining orientatsiyasini saqlab qoladi va ω doimiy burchak tezlik bilan aylanadi. Uning impuls momenti $L = I\omega$ ga teng, bu erda I - giroskopning simmetriya o'qiga nisbatan inersiya momenti.



Rasm 1. Mos vektorlari belgilangan giroskop sxemasi

Agar giroskopning o'qiga rasmda ko'rsatilganidek \vec{F} kuch ta'sir qilsa, gorizontalk tekislikda yotadigan va \vec{L} vektoriga perpendikulyar bo'lgan \vec{M} kuch momenti paydo bo'ladi. (1) tenglamaga ko'ra $d\vec{L}$ vektor \vec{M} vektor bilan bir xil yo'nalishga ega, ya'ni impuls momentining ortirmasi giroskop impuls momentining o'ziga perpendikulyardir. Bu holatda giroskop o'qi orientatsiyasining o'zgarishi gorizontalk tekislikda sodir bo'ladi. Burilish burchagi:

$$d\varphi = \frac{dL}{L} = \frac{M dt}{L} \quad (2)$$

Giroskop o'qi aylanishining burchak tezligi:

$$\Omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{M}{L} = \frac{M}{L\omega} \quad (3)$$

\vec{L} , \vec{M} va \vec{W} vektorlarining o'zaro orientatsiyasi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

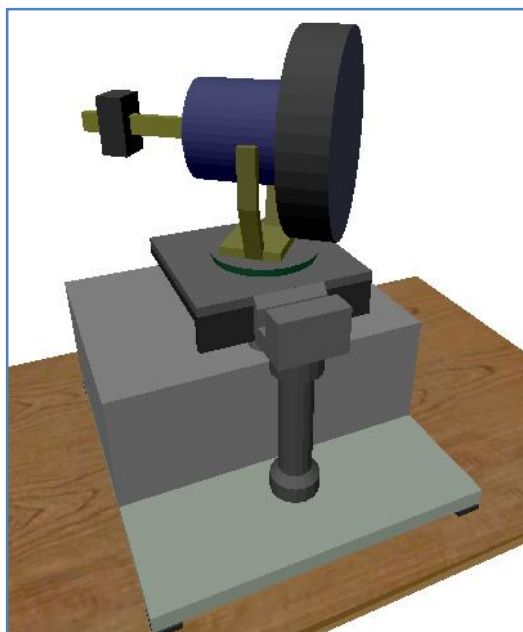
$$[\vec{W}\vec{L}] = M \quad (4)$$

\vec{M} vektor \vec{L} bilan birgalikda burilganidan, ularning o'zaro joylashuvi esa vaqt bo'yicha o'zgarmasligidan, giroskopning o'qi moduli bo'yicha doimiy \vec{F} kuch ta'sirida \vec{W} doimiy burchak tezlik bilan harakatlanadi. Bunday harakat pretsessiya deb ataladi, \vec{W} —esa pretsessiyaning burchak tezligi. Aytilgan barcha fikrlar tez aylanuvchi giroskoplar uchun to'g'ri bo'ladi, ya'ni $L = I\omega \gg DL$ yoki $\omega \gg W$.

GIROSKOPNING TEXNIKAVIY MA'LUMOTLARI

t- giroskopning ishga tushish vaqti	20 sek.
m- ko'chadigan yukning massasi	0.59 ± 0.5 g
- vaqtni o'lchash xatoligi, ko'pi bilan	0.02%
- dvigatelning aylanish tezligini o'lchash xatoligi, ko'pi bilan	$\pm 2.5\%$

O'LCHASH METODIKASI VA TEXNIKASI



Ris.2 Eksperimental qurilma

1. ISHGA TUSHIRISH tugmasini bosing. Giroskop motori minutiga 6000 aylanishgacha etgunicha kuting.
2. YUKchanning holatini – 2 sm qilib o'rnatish. Tatbiq etish (primenit) tugmasini bosing. Bunda giroskopning o'qi gorizontalk tekislikda bir tekis aylanishni boshlaydi.
3. Parametrlarni o'rnatish oynasidagi Tashlash (Sbros) tugmasini bosing, so'ng o'q kamida 30° burchakka burilganidan so'ng parametr (kattalik)larni o'rnatish oynasidagi (o'ngda) Stop (to'xtatish) tugmasini bosing.
4. Pretsessiya burchagi φ va o'lchash vaqtlarini yozib oling.
5. Dvigatelning xuddi shu aylanish tezligi va yukning shu holatida o'lchashlarni 5-6 marta takrorlang.
6. YUKning holatini o'zgartirib (har bir o'zgarishdan keyin Tatbiq qilish tugmasini bosish bilan) , M kuch momentining turlicha qiymatlaridagi pretsessiya tezligini o'lchang. Kuch momentining qiymati $M = mgx$ formula bo'yicha aniqlanadi, bu erda m –yuk massasi, x –yukning massa markazidan giroskopning gorizontalk o'qi gacha bo'lgan masofa.

7. YUkning har bir holati uchun pretsessiyaning W burchak tezligini, M kuch momentini hisoblang. Bu ma'lumotlar bo'yicha W ning M ga bog'liqlik grafigini chizing.

8. (3) formula va grafikdan foydalanib, giroskopning impuls momenti L ni hisoblang. Diskli motor rotorining impuls momenti va aylanishning burchak tezligi ω ni bilgan holda, diskli rotorning simmetriya o'qiga nisbatan I_z inersiya momentini hisoblang.

9. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

$N\grave{o}$	$X(m)$	$t(c)$	φ	$M(H\cdot m)$	$W (c^{-1})$	I_z $kg\cdot m^2$	L $kg\cdot m^2/s^2$
1							
2							
3							
4							
5							
1							
2							
3							
4							
5							
1							
2							
3							
4							
5							

NAZORAT SAVOLLARI

1. Impuls momenti deb nimaga aytiladi? U qanday birliklarda o'lchanadi?
2. Impulsmomentining saqlanish qonunini ayting.
3. Jism tanlangan o'q atrofida aylanganda uning impuls momentining yo'nalishi qanday aniqlanadi?
4. Giroskop deb nimaga aytiladi?
5. Girokopik effekt nimadan iborat?
6. Girokoppretsessiyasining sababi nima? Pretsessiyaning burchak tezligi qanday aniqlanadi?
7. $L=I\omega$ ifoda qanday shartlarda o'rinli bo'ladi?
8. Giroskopning amaliy qo'llanishi.

4- laboratoriya ishi

SHARLARNING TO‘QNASHISHINI O‘RGANISH

Ishning maqsadi:Jismlarning elastik va noelastik to‘qnashishlarini sharlarning to‘qnashishi misolida o‘rganish; jismlarning to‘qnashishida impuls (harakat miqdor)ning saqlanish qonuni bajarilishiga ishonch hosil qilish.

Kerakli asboblari:SHarlarning to‘qnashishini tekshiradigan asbob.

NAZARIY MA’LUMOTLAR

1. Masalalarning katta qismini echishda energiya va impuls (harakat miqdori)ning saqlanish qonunlaridan birgalikda foydalaniladi. SHarlarning to‘qnashishi haqidagi masala ikkala saqlanish qonunini tatbiq etishning klassik misoli bo‘lib hisoblanadi.

To‘qnashishlar deb ikki yoki bir nechta jismlarning o‘zaro ta’siri juda qisqa vaqt davom etadigan har qanday uchrashishiga aytiladi. Bunday qisqa o‘zaro ta’sirlardagi kuchlar shunchalik kattaki, boshqa barcha kuchlarning ta’sirini yo‘q deb hisoblasa ham bo‘ladi. Bu esa jismlarning to‘qnashishini go‘yo berk tizimda sodir bo‘lyapti, deb qarashga imkon beradi.

To‘qnashayotgan jismlar bilyard sharlari ham, molekulalar ham, elementar zarralar ham bo‘lishi mumkin. Impuls va energiyaning saqlanish qonunlari nafaqat klassik mexanikada, balki kvant mexanikasida ham o‘rinli bo‘lgani uchun saqlanish qonunlaridan kelib chiqadigan natijalar alohida ahamiyatga egadir.

Noelastik to‘qnashishlar deb, to‘qnashish natijasida kinetik energiyalarning yig‘indisi o‘zgarmagan to‘qnashishlarga aytiladi. Agar jismlarning kinetik energiyalarining yig‘indisi o‘zgarmasa, bunday to‘qnashish elastik to‘qnashish deyiladi.

Fan va texnika uchun muhim bo‘lgan ko‘plab hodisalar to‘qnashishlar orqali tushuntiriladi. Issiqlik o‘tkazuvchanlik, diffuziya, gazlarning ularda harakatlanayotgan jismlarga qarshilik qilish xususiyati, molekulalarning bir biri bilan ta’siri to‘qnashishlar bilan tushuntiriladi. Gazsimon holatda bo‘lgan moddalarning kimyoviy reaksiyasi molekulalarning noelastik to‘qnashishlari natijasida sodir bo‘ladi. Elektronlarning kristal panjaradagi issiqlik tebranishlari va turlicha defekt(nuqson)lar tufayli bo‘ladigan nobirjinsliliklardagi sochilishlari jismlarning elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatini tushuntirib beradi. Atomlar, atom yadrolari, elementar zarralarning xususiyatlari ularning turli zarrachalar bilan to‘qnashuvlarini tatqiq qilish yo‘li bilan aniqlashga harakat qilinadi.

2. To‘qnashishlarni o‘zaro ta’sirlashuvchi jismlarning massa markazlari bilan bog‘liq koordinatalar tizimi (M-koordinatalar tizimi)da ko‘rib chiqish qulay hisoblanadi. Bunday holatda jismlarning to‘qnashishgacha va undan keyingi impulslarining yig‘indisi nulgacha teng. To‘qnashayotgan jismlar sifatida m_1 va

m_2 massali jismlarni olamiz. Ularning tezliklari laboratoriya koordinatalar tizimida (K-koordinatalar tizimida) mos ravishda v_1 va v_2 ga teng bo'lsin. Ularning tezliklari va impulslarini M-tizimda ifodalaymiz (bunday tizimdagi kattaliklarni «~» belgi bilan belgilaymiz).

Birinchi sharning tezligi

$$\tilde{v}_1 = v_1 - V_c \quad (1)$$

bu erda V_c – massa markazining K- koordinatalar tizimidagi tezligi. Ikkita shar uchun u quyidagiga teng:

$$V_c = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Xuddi shunday ikkinchi sharning tezligi

$$\tilde{v}_2 = v_2 - V_c \quad (1')$$

Endi sharlar impulsini ifodalaymiz::

$$\tilde{P}_1 = m_1 \tilde{v}_1 = m_1 \left(v_1 - \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \right) = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2) = \mu (v_1 - v_2) \quad (3)$$

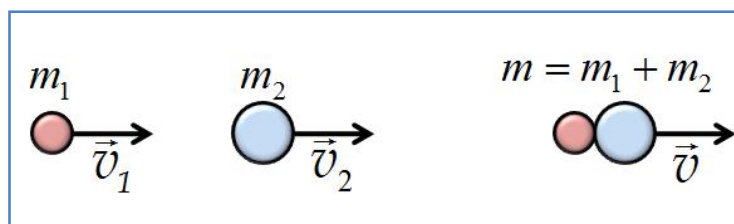
$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ kattalik keltirilgan massa deb ataladi. Xuddi shunday ikkinchi sharning impulsini topamiz:

$$\tilde{P}_2 = \mu (v_2 - v_1) \quad (3')$$

(3) va (3') lardan sharlarning impulsari modul bo'yicha teng va yo'nalishlari qarama-qarshi ekanligini kelib chiqadi. SHuning uchun har bir shar impulsining modulini M- koordinatalar tizimida quyidagicha yozish mumkin:

$$\tilde{P} = \mu \cdot v_{\text{huc}} \quad (4)$$

Bu erda $v_{\text{huc}} = |v_1 - v_2|$ - sharlarning nisbiy tezligi.



Rasm 1

3. Noelastik (aniqrog'i – absolyut noelastik) to'qnashish natijasida, masalan, plastilindan yasalgan sharlar “yopishib” qoladilar va keyin xuddi bitta yaxlit jismdек harakatlanadilar (1-rasm). Agar masala to'qnashishdan keyingi bitta yaxlit bo'lib harakatlanayotgan jismning tezligini topishdan iborat bo'lsa, buni echish uchun impulsning saqlanish qonunidan foydalanish kerak:

$$\tilde{P}_1 + \tilde{P}_2 = \tilde{P} = 0 \quad (5)$$

Keyinchalik faqatgina ikkala shar to‘qnashuvigacha va undan keyin bitta to‘g‘ri chiziq bo‘ylab harakatlanadigan markaziy to‘qnashuv holati bilangina cheklanamiz. SHuning uchun tenglamani skalyar ko‘rinishda yozamiz.

Birinchi shar uchun to‘qnashuvdan keyingi impuls:

$$\tilde{P}'_1 = m_1 \tilde{v}'_1 = \mu \cdot v'_{huc}$$

bu erda $v'_{huc} = 0$, chunki ikkala shar bitta yaxlit jism kabi o‘sha bitta tezlik bilan harakatlanadi. So‘ng (1) formuladan foydalanib, M- koordinatalar tizimidan K-tizimiga o‘tishni amalga oshiramiz:

$$m_1 \tilde{v}'_1 = m_1 (v'_1 - V_C) = 0$$

bu erdan:

$$v'_1 = V_C \quad (6)$$

Ko‘rinib turibdiki, ikkinchi sharning tezligi ham xuddi shunday bo‘ladi. SHunday qilib, sharlarning noelastik to‘qnashuvdan keyingi umumiy tezligi (2) formulani hisobga olgan holda quyidagicha bo‘ladi:

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (7)$$

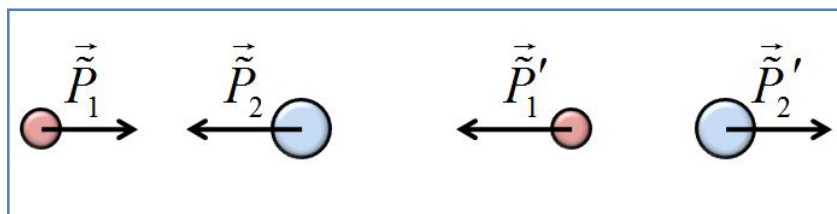
Massalarning additivligidan kelib chiqadiki, sharlarning “yopishishi” natijasida hosil bo‘lgan jismning massasi – sharlar massalarining yig‘indisiga teng.

4. Elastik to‘qnashishda sharlarning summar kinetik energiyasi saqlanishidan:

$$\frac{\tilde{P}_1^2}{2m_1} + \frac{\tilde{P}_2^2}{2m_2} = \frac{\tilde{P}'_1^2}{2m_1} + \frac{\tilde{P}'_2^2}{2m_2} \quad (8)$$

(5) formulaga muvofiq, M-koordinatalar tizimida impulsning saqlanish qonunidan kelib chiqadiki:

$$\tilde{P}_2 = -\tilde{P}_1, \quad -\tilde{P}'_1 = \tilde{P}'_2 \quad (9)$$



Rasm 2.

(8) ifodada \widetilde{R}_2 ni $-\widetilde{R}_1$ ga va $-\widetilde{R}_1$ ni \widetilde{R}_2 ga almashtiramiz va quyidagiga ega bo‘lamiz $-\widetilde{P}'_2 = \widetilde{P}'_1$ (2-rasm).

Bundan kelib chiqadiki, to‘qnashish natijasida har bir sharning tezligi modul bo‘yicha o‘zgarmasdan, faqatgina yo‘nalishini qarama-qarshiga o‘zgartiradi:

$$\tilde{v}_1 = -\tilde{v}'_1, \quad -\tilde{v}_2 = \tilde{v}'_2 \quad (10)$$

Endi sharlarning elastik to‘qnashishdan keyingi tezligini K- koordinatalar tizimida ifodalaymiz.(1) va (10) formulalarni qo‘llaymiz.

Birinchi shar uchun:

$$v'_1 = \tilde{v}'_1 + V_c = -\tilde{v}_1 + V_c = -(v_1 - V_c) + V_c, \quad v'_1 = 2V_c - v_1$$

Ikkinchi shar uchun:

$$v'_2 = \tilde{v}'_2 + V_c = -\tilde{v}_2 + V_c = -(v_2 - V_c) + V_c, \quad v'_2 = 2V_c - v_2$$

Demak, boshqa shar bilan elastik to‘qnashgan sharning tezligini aniqlash uchun ular massalar markazining ikkilangan tezligidan ushbu sharning to‘qnashishgacha bo‘lgan tezligini ayirish kerak.

$$v'_1 = 2V_c - v_1 = \frac{2(m_1v_1 + m_2v_2)}{m_1 + m_2} - v_1 \quad (11)$$

$$v'_2 = 2V_c - v_2 = \frac{2(m_1v_1 + m_2v_2)}{m_1 + m_2} - v_2 \quad (11')$$

Quyidagi xususiy holatlarni mustaqil ravishda ko‘rib chiqish tavsiya etiladi:

- a) m_1 massali shar m_2 massali tinch turgan shar bilan to‘qnashadi;
- b) agar $m_1 > m_2$ bo‘lsa, birinchi shar bilan nima sodir bo‘ladi?
- v) agar $m_1 \ll m_2$ bo‘lsa, birinchi shar bilan nima sodir bo‘ladi?
- g) m_1 va m_2 massali sharlar bir-biri tomon harakatlansa.

EKSPERIMENTNING METODIKASI VA TEXNIKASI

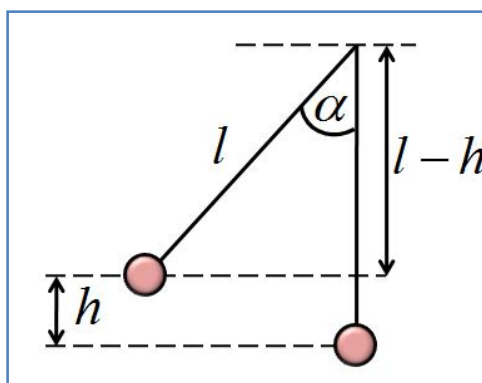
Elastik va noelastik to‘qnashishlarda impuls (harakat miqdori)ning saqlanish qonuni bajarilishi to‘g‘riligiga ishonch hosil qilish uchun eksperimentda sharlarning to‘qnashishgacha va undan keyingi impulslarini aniqlash va olingan natijalarni taqqoslash kerak.

SHarlarning to‘qnashishgacha bo‘lgan impulsi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P = m_1 v_1 \quad (12)$$

bu erda m_1 – urilayotgan sharning osma bilan birga massasi, v_1 – urilayotgan sharning tezligi.

Agar osmaning ishqalanishini hisobga olmasak, urilayotgan sharning tezligi v_1 ni h balandlikdan erkin tushish shartidan aniqlash mumkin (3-rasm).



Rasm 3.

$$v_1 = \sqrt{2gh} ; h = l(1 - \cos \alpha)$$

bu erda l – osmaning uzunligi, α – osmaning vertikal holatdan og‘dirilgan burchagi. h ning qiymatini tezlikning ifodasiga qo‘yib, o‘zgarishlarni amalga oshirib, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$v_1 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha}{2} \quad (13)$$

Urilishni markaziy deb hisoblab, sharlarning elastik to‘qnashishdan keyingi summar (yig‘indi) impulsi quyidagi formuladan topiladi:

$$P' = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (14)$$

bu erda m_2 —urilayotgan sharning osma bilan birgalikdagi massasi, v_2' - urilayotgan sharning to‘qnashuvdan keyingi tezligi.

va tezliklar (13) ga o‘xshash ravishda aniqlanadi:

$$v_1' = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_1'}{2} \quad (15)$$

$$v_2' = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_2'}{2} \quad (16)$$

bu erda α_1' - osmaning urayotgan sharning to‘qnashganidan keyingi og‘ish burchagi, α_2' - esa osmaning urilayotgan sharning to‘qnashganidan keyingi og‘ish burchagi.

SHarlarning noelastik to‘qnashishdan keyingi summar (yig‘indi) impulsi quyidagiga teng:

$$P'' = (m_1 + m_2) v_2'' \quad (17)$$

SHarlarning umumiy tezligi:

$$v_2'' = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\alpha_2''}{2} \quad (18)$$

bu erda α_2'' - to‘qnashishdan keyin “yopishib qolgan” urayotgan va urilayotgan sharlarning og‘ish burchagi.

m_1 – urayotgan sharchaning osma bilan birgalikdagi massasi,

m_2 - urilayotgan sharchaning osma bilan birgalikdagi massasi,

v_1 – urayotgan sharchaning to‘qnashuvgacha tezligi,

v_1' - urayotgan sharchaning to‘qnashuvdan keyingi tezligi,

v_2' - urilayotgan sharchaning to‘qnashuvdan keyingi tezligi,

v_2'' - noelastik to‘qnashuvdan keyingi sharchalarning umumiy tezligi,

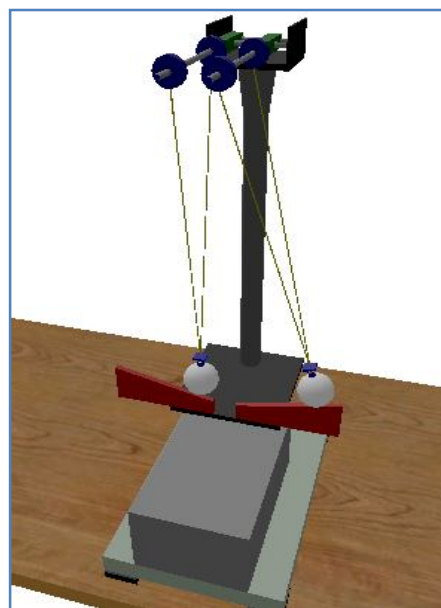
α - osmaning vertikalдан boshlang‘ich og‘dirilish burchagi,

α_1' - osmaning to‘qnashuvdan keyingi vertikalдан og‘ish burchagi,

α_2' - urilayotgan sharcha osmasining to‘qnashuvdan keyingi vertikalдан og‘ish burchagi,

α_2'' - “yopishib qolgan” urayotgan va urilayotgan sharlarning to‘qnashuvdan keyingi og‘ish burchagi,

l – osma uzunligi



Rasm 3. Eksperimental qurilma

1-TOPSHIRIQ. SHarlarning elastik to‘qnashishlarigacha va undan keyingi impulslarini aniqlash

Buning uchun quyidagilarni bajarish kerak:

1. “Elastik to‘qnashuv” (Uprugoe stolknovenie) rejimini tanlang.
2. O‘qituvchining ko‘rsatmasiga ko‘ra qurilmaning parametrlarini (urayotgan va urilayotgan sharchalarning massasi, boshlang‘ich og‘ish burchagi, osmalar orasidagi masofa) bering. “Tatbiq etish” (Primenit) tugmasini bosing.
3. ISHGA TUSHIRISH (PUSK) tugmasini bosing. Tajriba natijalarini yozing (pastdan o‘ngda).
4. TO‘XTATISH(STOP) tugmasini bosing.
5. O‘lchashlarni (2- va 3-b.) 5-7 marta o‘tkazing.

6. v_1, v'_1, v'_2, P, P' kattaliklarning qiymatlarini hisoblang, o'lchashlarning xatoligini baholang va natijalarni standart shaklda taqdim eting.
7. Osmalarning to'qnashuvdan keyingi og'ish burchaklarini jadvalga kiriting.
8. To'qnashishgacha va undan keyingi R va R' impulslarning qiymatlarini taqqoslang va ularning bajarilgan o'lchash xatoliklari oralig'ida mos kelishi (yoki mos kelmasligi) haqida xulosa xulosa qiling.
9. Tajriba natijalarini jadvalga kiriting.

N_0	m_1 (kg)	m_2 (kg)	α	l (m)	α'_1	α'_2	v_1 (m/c)	P $\left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{c}}\right)$	v'_2 (m/c)	v'_1 (m/c)	P' $\left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{c}}\right)$
1											
2											
3											
4											
5											
1											
2											
3											
4											
5											
1											
2											
3											
4											
5											

2-TOPSHIRIQ. SHarlarning noelastik to'qnashishlarigacha va undan keyingi impulslarini aniqlash

1. Parametrlar oynasidan noelastik to'qnashishni o'rnatib, 1- topshiriqdagi 1-4 – bandlarni bajaring.

2. O'lchash ishlarini 5-7 marta bajaring.

3. v_1, v''_2, P, P'' kattaliklarning qiymatlarini 12,13,17, 18 formulalar bo'yichahisoblang, o'lchashlarning xatoligini baholang va natijalarni standart shaklda taqdim eting.

4. To'qnashishgacha va undan keyingi R va R' impulslarning qiymatlarini taqqoslang va ularning bajarilgan o'lchash xatoliklari oralig'ida mos kelishi (yoki mos kelmasligi) haqida xulosa xulosa qiling.

5. Tajriba natijalarini jadvalga kiriting.

N_0	m_1 (kg)	m_2 (kg)	α	l (m)	α_2''	v_1 (m/c)	P $\left(\frac{\kappa z \cdot M}{c}\right)$	v_2'' (m/c)	P'' $\left(\frac{\kappa z \cdot M}{c}\right)$
1									
2									
3									
4									
5									
1									
2									
3									
4									
5									
1									
2									
3									
4									
5									

NAZORAT SAVOLLARI

1. To‘qnashish deb nimaga aytiladi? Qanday to‘qnashishlar elastik to‘qnashishlar deyiladi? Noelastik-chi?
2. Ushbu ishda olingan natijalardan foydalanib, sharlarning elastik va noelastik to‘qnashishlarida mexanik energiyaning saqlanish qonuni bajarilishi (yoki bajarilmasligi) haqida xulosa qiling.
3. SHarlarning noelastik to‘qnashishlarida ichki energiyaning o‘zgarishini hisoblang.
4. SHarlarning elastik to‘qnashishlaridan keyingi v_1 va v_2 tezliklarining nazariy qiymatini aniqlang va ularni eksperimental yo‘l bilan olingan qiymatlar bilan taqqoslang. Eksperiment natijalarining to‘g‘riligi haqida xulosa qiling.
5. Elastik to‘qnashishning davomiyligini bilgan holda, urilish kuchini hisoblang.

5 - laboratoriya ishi

BOG‘LANGAN TIZIMLARNING TEBRANISHINI O‘RGANISH

Ishning maqsadi: Bir-biri bilan o‘zaro prujina bilan bog‘langan ikkita mayatnik misolida bog‘langan tizimlarning tebranishlari bilan tanishish, tizimning normal tebranishlari chastotasini o‘lchash va nazariy hisoblanganlari bilan taqqoslash.

Kerakli asbob va uskunalar: Bog‘langan tizimlarning tebranishlarini tadqiq qilish uchun asbob.

NAZARIY MA‘LUMOTLAR

Ko‘p atomli molekularlar, kristall panjaralari bog‘langan tebranish tizimlarini tashkil qiladi. Bunday tizimning eng sodda modeli bo‘lib oralaridagi bog‘lanish prujina (yoki elastik ip) vositasida amalga oshiriladigan ikkita matematik mayatnik hisoblanadi.

Bog‘lanishning mavjudligi tebranish tizimining xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartirib yuboradi. Bunga ishonch hosil qilish uchun bitta mayatnikni mahkamlab, ikkinchisini biror burchakka og‘dirib, qo‘yib yuborish kifoya. Tebranishni amalga oshirayotgan (tebranayotgan) mayatnikka nafaqat og‘irlik kuchining tashkil etuvchisi, balki bog‘lanishning elastiklik kuchi ham ta’sir etayotgani uchun uning chastotasi xususiy chastotaga teng bo‘lmaydi (u xususiy chastotadan katta bo‘ladi). Va u parsial chastota deb ataladi.

Agar mayatniklardan birini muvozanat holatidan chiqarsak va tizimni o‘z holiga qo‘ysak, birinchi mayatnikdan ikkinchisiga va undan keyin aksincha, ikkinchisidan birinchisiga impuls (harakat miqdori) va energiyanin o‘tishini ko‘rishimiz mumkin. Mayatniklarning o‘zaro “chayqalishi”ni, tebranishlarning “tepki” xarakteriga ega bo‘lishini ko‘rishimiz mumkin. Bunday tebranishlar garmonik bo‘lmaydi.

Bog‘langan tebranish tizimi xususiy (garmonik) tebranishlarga ham ega bo‘ladi. Bu normal tebranishlar deb ataladi, chastotalar esa – normal chastotalar deyiladi. Normal tebranishlar soni tizimningtebranish erkinliklari darajasi soni bilan aniqlanadi.

Faqat bitta tekislikda tebranadigan ikkita bog‘langan mayatnik ikkita erkinlik darajasiga ega. Normal tebranishlarni ikki usul bilan: ikkala mayatnikni bir tarafning o‘ziga yoki qarama- qarshi tomonga bir xil burchakka og‘diribqo‘zg‘atish mumkin. Birinchi holatda mayatniklarni bog‘lab turgan prujina deformatsiyaga uchramaydi. Mayatniklarning bunday (sinfaz) tebranishlari chastotasi parsial chastotadan kam bo‘ladi. Ikkinchi holatda gravitatsiya bilan bog‘liq qaytaruvchi kuchga deformatsiyalangan prujinaningelastiklik kuchi qo‘shiladi. Bu kuch mayatniklarning siljishlari farqiga proporsional bo‘ladi va mayatniklarni “cho‘zishga” intiladi. SHuning uchun tebranishlar chastotasi (uni qarama-qarshi fazali deymiz) parsial chastotadan katta bo‘ladi.

Bogʻlangan tizimning normal chastotasini mayatniklarning uzunliklari bir xil va mos ravishda ularning xususiy chastotalari bir xil boʻlgan holat uchun hisoblab chiqamiz. Buning uchun harakatning tenglamalar tizimini echib chiqamiz:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x_1}{dt^2} &= -\omega_0^2 x_1 - \frac{K}{M} (x_1 - x_2) \\ \frac{d^2 x_2}{dt^2} &= -\omega_0^2 x_2 - \frac{K}{M} (x_2 - x_1) \end{aligned} \quad (1)$$

bu erda M – mayatnikning massasi, x_1 va x_2 – mayatniklarning siljishi, K – qattiqlik.

Echish uchun kompleks amplitudalar usulidan foydalanamiz. x_1 siljishni kompleks sonning haqiqiy qismi deb, x_2 ni esa kompleks sonning haqiqiy qismi deb faraz qilamiz. Bularni tenglamaga qoʻyamiz va $\exp(i\omega t)$ ga qisqartiramiz. Oʻxshash hadlarni guruhlab, quyidagini olamiz:

$$\begin{aligned} \left(\omega_0^2 - \omega^2 + \frac{K}{M} \right) \tilde{x}_1 &= \tilde{x}_2 \frac{K}{M} \\ \left(\omega_0^2 - \omega^2 + \frac{K}{M} \right) \tilde{x}_2 &= \tilde{x}_1 \frac{K}{M} \end{aligned} \quad (2)$$

Haqiqiy amplitudalarga oʻtamiz:

$$\begin{aligned} \left(\omega_0^2 - \omega^2 + \frac{K}{M} \right) A_1 &= A_2 \frac{K}{M} \\ \left(\omega_0^2 - \omega^2 + \frac{K}{M} \right) A_2 &= A_1 \frac{K}{M} \end{aligned} \quad (3)$$

Birinchi tenglamani ikkinchisiga koʻpaytirib, va amplitudalarning hech qaysisi nolga teng emasligini inobatga olib A_1 , A_2 ga boʻlib yuboramiz. Quyidagi kvadrat tenglamani olamiz:

$$\left(\omega_0^2 - \omega^2 + \frac{K}{M} \right)^2 = \left(\pm \frac{K}{M} \right)^2 \quad (4)$$

Natijada birinchi normal chastota (sinfaz tebranishlar uchun) mayatnikning xususiy chastotasi bilan mos keladi:

$$\omega_1^2 = \omega_0^2 \quad (5)$$

Ikkinchi normal chastota (qarama-qarshi fazadagi tebranishlar uchun):

$$\omega_2^2 = \omega_0^2 + \frac{2K}{M} \quad (6)$$

K doimiyning qiymati elastik bog‘lanishning aniq xususiyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanishi mumkin.

EKSPERIMENTNING METODIKASI VA TEXNIKASI

Bog‘langan mayatniklarning normalchastotalarini topish uchun (5) va (6) formulalardan foydalanamiz. Matematik mayatnik uchun:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}, \quad \omega_0^2 = \frac{g}{l} \quad (7)$$

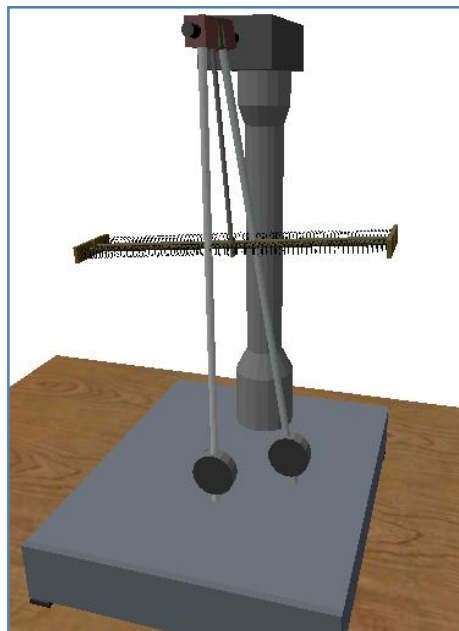
g – og‘irlik kuchi tezlanishi, l – mayatnik uzunligi.

Mayatniklarning sinfaz tebranishlari chastotasining nazariy qiymati shunday bo‘ladi:

$$\omega_0^2 = \frac{g}{l} \quad (8)$$

Qarama-qarshi fazadagi tebranishlar chastotasini (6) formula bo‘yicha hisoblash uchun tebranish tizimining qattiqligi K ni, mayatnikning osilish nuqtasi hamda uning prujina bilan bog‘lanish nuqtasi orasidagi masofa d ni ham hisobga olish kerak. Hisoblash formulasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$\omega_2^2 = g \left(\frac{1}{l} + \frac{2Kd^2}{Mgl^2} \right) \quad (9)$$



1- TOPSHIRIQ . Mayatniklarning sinfaz tebranishlari chastotasini o‘lchash. Buning uchun:

- O'qituvchining ko'rsatmalariga ko'ra qurilmaning parametr (kattalik)larini bering.
- Bir xil og'ish burchagini bering. Qo'llash tugmasini bosing.
- ISHGA TUSHIRISH tugmasini bosing.
- Mayatnikning 10-12 ta tebranishini sanab, STOP (TO'XTATISH) tugmasini bosing.
- Natijani (tebranishlar soni va vaqtini) jadvalga yozing.
- Tebranishlar soni n va vaqti t ni bilgan holda, tebranishlar chastotasini hisoblang:

$$\omega = \frac{2\pi n}{t} \quad (10)$$

- O'lchashlarni (3- 6 bandlar) 5 - 6 marta bajaring.
- Sinfaz tebranishlar chastotasining o'rtacha qiymatini va o'rtachaning o'rtacha kvadratik xatoligini toping.

9. $\omega_0^2 = \frac{g}{l}$ formula bo'yicha chastotaning nazariy qiymatini

hisoblang va olingan natijalar bilan solishtiring.

- Uskuna parametrlarini o'zgartiring va tajribani takrorlang.

- Natijalarni jadvalga kiriting.

N_0	m_1 (kg)	m_2 (kg)	$\alpha_1 = \alpha_2$	l (m)	K (H·m)	n	$t(c)$	ω (rad/c)	$\langle \omega \rangle$ (rad/c)	ω_{meop} (rad/c)
1										
2										
3										
4										
5										
1										
2										
3										
4										
5										
1										
2										
3										
4										
5										

2- TOPSHIRIQ. Mayatniklarning qarama-qarshi fazali tebranishlari chastotasini o'lchash.

O'lchashlar sinfaz tebranish chastotalarini o'lchashdagi kabi olib olib boriladi, farqi shundaki, mayatniklar qarama-qarshi tomonlarga (masalan: 6° va -6°) og'diriladi (2- topshiriq, 1- 9- bandlarga qarang).

1. Qurilma parametrlarini kiriting mayatniklar uzunligi va bikrligini bir xil qiling.
2. Mayatniklarni qarama-qarshi tomonlarga (masalan: 6° va -6°) og'diriladi Tadbiiq etish (Primenit) tugmasi bosiladi.
3. ISHGA TUSHIRISH (PUSK) tugmasini bosing.
4. Mayatnikning 10-12 ta tebranishini sanab, STOP (TO'XTATISH) tugmasini bosing.
5. Natijani (tebranishlar soni va vaqtini) jadvalga yozing.
6. Tebranishlar soni n va vaqti t ni bilgan holda, tebranishlar chastotasini $\omega = \frac{2\pi n}{t}$ hisoblang
7. O'lchashlarni (3- 6 bandlar) 5 - 6 marta bajaring.
8. Qarama-qarshi fazali tebranishla chastotasining o'rtacha qiymatini va o'rtachaning o'rtacha kvadratik xatoligini toping.
9. $\omega_2^2 = g \left(\frac{1}{l} + \frac{2Kd^2}{Mgl^2} \right)$ formula bo'yicha chastotaning nazariy qiymatini hisoblang va olingan natijalar bilan solishtiring.
10. Uskuna parametrlarini o'zgartiring va tajribani takrorlang.
11. Natijalarni jadvalga kiriting.

No	m_1 (kg)	m_2 (kg)	α_1	α_2	l (m)	K (H·m)	n	$t(c)$	ω (pad/c)	$\langle \omega \rangle$ (pad/c)	ω_{meop} (pad/c)
1											
2											
3											
4											
5											
1											
2											
3											
4											
5											
1											
2											
3											
4											
5											

NAZORAT SAVOLLARI VA TOPSHIRIQLAR

1. Garmonik tebranishlarga oid kattaliklarni tavsiflang – siljish, amplituda, chastota, siklik chastota, davr, faza, boshlang'ich faza. Tebranishlarning grafik ko'rinishi qanday bo'ladi?
2. Matematik va fizik mayatniklarni ta'riflang.
3. Qanday tebranishlarga garmonik tebranishlar deyiladi?
4. Prujinali, matematik va fizik mayatniklarning tebranish tenglamalarini keltirib chiqaring. SHu mayatniklarning siklik chastotasi va davri formulalarini, siljishni vaqtga bog'lanish qonuniyatini keltirib chiqaring.
5. Qanday tebranishlar sinfaz qaysilari esa qarama-qarshi fazali deb ataladi?

6- laboratoriya ishi

ADIABATIK-IZOXORIK-IZOTERMİK SIKLNI O'RGANISH. GAZLARNING IZOBARIK VA IZOXORIKISSIQLIK SIG'IMLARINING NISBATINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: adiabatik-izoxorik-izotermik siklni o'rganish. Havo uchun adiabata ko'rsatkichini aniqlash.

Kerakli asbob va uskunalari: yopiq shisha ballon; suyuqlik manometri; qo'l nasosi; termometr.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

Klassik statistik fizikada Bolsman teoremasi, agar statistik tizim T temperaturada issiqlik muvozanati holatida bo'lsa, molekularning o'rtacha kinetik energiyasi erkinlik darajalari bo'yicha tekis taqsimlangan va har bir erkinlik darajasi uchun $\frac{1}{2}kT$ ga teng bo'lganida isbotlanadi.

Erkinlik darajasi deganda jismning fazodagi holatini aniqlash uchun kerak bo'ladigan bir biriga bog'liq bo'lmagan koordinatalar soniga aytiladi. Bir atomli molekulaning holatini Dekart koordinatalar tizimida X, U, Z uchta koordinata bilan aniqlash mumkin, ya'ni bunday molekula uchta ilgarilanma erkinlik darajasiga ega. Mustahkam ikki atomli molekulani og'irlik markazi koordinata boshi bilan mos keladigan gantel ko'rinishida tasavvur qilamiz. Atomlar o'rtasidagi kimyoviy (ximik) bog'lanish hisobiga uchta X, Y, Z o'zaro perpendikulyar yo'nalishlar bo'yicha xuddi yaxlitdek ilgarilanma harakatlanishi, ya'ni uchta ilgarilanma erkinlik darajasiga ega bo'ladi. Bundan tashqari, molekula shu o'qlar atrofida aylanma harakat ham qiladi, bunda X o'qi atrofidagi aylanish tizimning fazodagi holatini o'zgartirmaydi. SHuning uchun ikki atomli molekulaning holatini aniqlash uchun uchta ilgarilanma

harakat erkinlik darajasidan tashqari yana ikkita aylanma harakat erkinlik darajasini berish kerak bo‘ladi (U o‘qi va Z o‘qi atrofidagi aylanish burchagi).

CHiziqli bo‘lmagan uch atomli molekula, shuningdek har qanday ko‘p atomli molekula 6 ta erkinlik darajasiga: uchta - ilgarilanma, uchta- aylanma harakat erkinlik darajasiga ega. 10^3K ga yaqin temperaturada atomlar tebranma harakatlana boshlaydilar, va tebranma harakat erkinlik darajasini ham hisobga olish kerak. Ikki atomli molekula – bitta, uch atomli molekula– uchta, to‘rt atomli molekula – oltita tebranma harakat erkinlik darajasiga ega ekanligini aniqlash qiyin emas.

Molekulalarning tebranma harakat erkinlik darajasi sonini aniqlash uchun quyidagi qoidadan foydalanish mumkin:

$$i_{\text{teb}} = 3N - 6,$$

bu erda N – molekuladagi atomlar soni. Ikki atomli molekula uchun olti emas, beshni ayirish kerak. Energiyaning tekis taqsimlanish qonuni aylanma harakat erkinlik darajasiga ham tegishli. Har bir aylanma harakati erkinlik darajasiga ham $\frac{1}{2}kT$ ga teng energiya to‘g‘ri keladi.

Agar tebranishlar amplitudasi atomlar orasidagi masofadan kichik bo‘lsa, tebranishlarni garmonik deb hisoblash mumkin. Har bir tebranma harakat erkinlik darajasiga kT ga teng ($\frac{1}{2}kT$ kinetik energiya va $\frac{1}{2}kT$ potensial energiya ko‘rinishidagi) energiya mos keladi.

SHunday qilib, molekula energiyasining o‘rtacha qiymati $\frac{i}{2}kT$ ga, bir mol gazning ichki energiyasi esa

$$U_m = N_A \frac{i}{2} kT = \frac{i}{2} RT \quad (1)$$

ga to‘g‘ri keladi, bu erda i –molekula erkinlik darajasi ning soni.

Bu ifodadan ko‘rinadiki, molekulyar gaz bir molining ichki energiyasi molekula erkinlik darajasining soni va gaz temperaturasiga bog‘liq bo‘lib, uning hajmiga bog‘liq emas. Tizimning ichki energiyasi uning holat funksiyalaridan biri hisoblanadi.

Issiqlik sig‘imi deb, jismga uning temperaturasini 1 K (1°S) ga o‘zgartirish uchun unga berilishi (undan olinishi) kerak bo‘lgan issiqlik miqdoriga aytiladi:

$$c = \frac{\delta Q}{dT} \quad (2)$$

Modda birlik massasining issiqlik sig‘imi solishtirma issiqlik sig‘imi (s) deb, bir mol moddaning issiqlik sig‘imi (Sm) esa - molyar issiqlik sig‘imi deyiladi. Molyar

va solishtirma issiqlik sig'irlarining nisbati $c = C \frac{m}{\mu}$ ifoda bilan aniqlanadi, bu erda μ —molyar massa.

Gazni turli usullar bilan isitilishidagi issiqlik sig'irlarini topamiz. Isitish doimiy hajmda va doimiy bosimda sodir bo'lgandagi holatlar eng qiziqarli hisoblanadi.

1. $V = const$ (izoxorik jarayon). Bu holatda

$$\delta A = pdV_m = 0, \quad \delta Q = dU_m.$$

Izoxorik issiqlik sig'imi quyidagiga teng bo'ladi:

$$C_V = \frac{dU_m}{dT} = \frac{d}{dT} \left(\frac{i}{2} RT \right) = \frac{i}{2} R. \quad (3)$$

2. $r = const$ (izobarik jarayon). $\delta Q = dU_m + pdV_m$.

Idel gaz holat tenglamasidan $pdV_m = RdT$. Bunda izobarik issiqlik sig'imi

$$C_p = \frac{dU_m}{dT} + \frac{RdT}{dT} = C_V + \frac{i}{2} R = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R.$$

Bu erda $\frac{pdV_m}{dT} = R$, ya'ni universal gaz doimiysi bir mol gazni bir kelvinga izobarik isitishda bajarilgan ishga teng ekan. C_p ni C_V ga bo'lib, quyidagini olamiz:

$$\frac{C_p}{C_V} = \frac{i+2}{i} = \gamma;$$

γ - adiabata ko'rsatkichi (Puassona ko'rsatkichi) deyiladi.

Turli kimyoviy birikmalar uchun $\frac{C_p}{C_V}$ ni eksperimental ravishda aniqlab,

erkinlik darajasini, bu demak - molekula tuzilmasini aniqlash mumkin.

Klassik nazariyaga ko'ra issiqlik sig'irining qiymati temperaturaga bog'liq bo'lmasligi kerak. Haqiqatda esa, bu faqatgina temperaturaning ma'lum oraliqlari uchungina to'g'ri bo'lib, bundan tashqari, issiqlik sig'imi turli oraliqlarda turli qiymatlarni qabul qiladi.

Ushbu ishda $\frac{C_p}{C_V}$ nisbat adiabatik kengayish usuli bilan aniqlanadi. Adiabatik jarayondi gaz tashqi kuchlarga qarshi ishni ichki energiyasining kamayishi (temperaturaning pasayishi) hisobiga bajaradi:

$$dU_m = C_V dT = -pdV_m. \quad (6)$$

Ideal gaz holat tenglamasidan foydalanib, P o'zgaruvchini yo'qotamiz:

$$C_V dT + \frac{RT}{V_m} dV_m = 0 ;$$

$$\frac{dT}{T} + \frac{R}{C_V} \frac{dV_m}{V_m} = 0 ,$$

ya'ni

$$d \left(\ln T + \frac{R}{C_V} \ln V_m \right) = 0 .$$

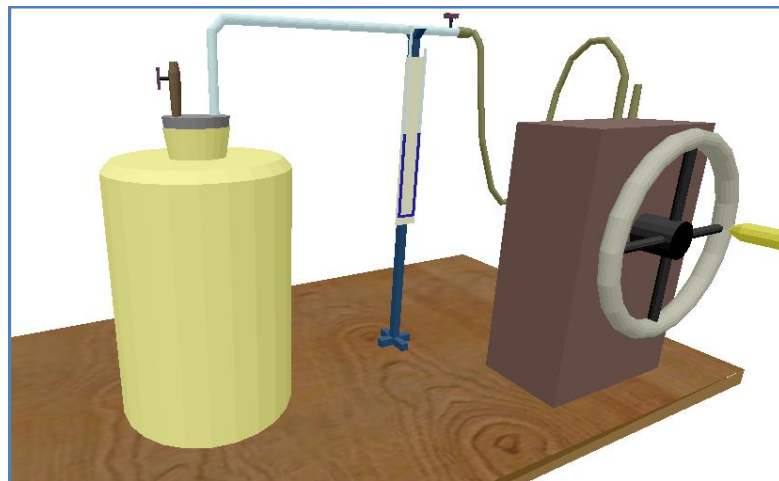
Agar biror ifodadan olingan differensial nolga teng bo'lsa, differensial belgisi ostida o'zgarish kattalikturgan bo'ladi. Demak,

$$\ln T + \frac{R}{C_V} \ln V_m = const .$$

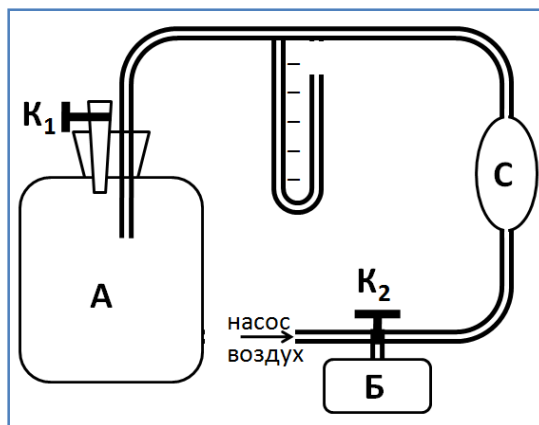
$\frac{R}{C_V} = \frac{C_p - C_V}{C_V} = \gamma - 1$ ekanligini hisobga olib, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$TV^{\gamma-1} = const ; pV^{\gamma} = const . \quad (7)$$

EKSPERIMENTAL QURILMA



Rasm 1. Eksperimental qurilma



Rasm 2. Eksperimental qurilma sxemasi

Qurilma (2-rasm) nasos va manometr bilan bogʻlangan A shisha ballondan iborat (ballonning hajmi etiketkada koʻrsatilgan boʻlishi kerak).

K_1 kran A ballonni va manometrni atmosfera bilan bogʻlaydi (ulaydi). B ballonning ikkita ishchi holati ga ega boʻlgan K_2 krani bor. K_2 kranning bir holatida B ballon havo bilan toʻladi, ikkinchi holatida – havo B ballondagi havo quritish apparati orqali A ballonga kelib tushadi.

Atmosfera havosi N_2 , O_2 , SO , SO_2 gazlaridan va H_2O ning oʻzina miqdori va h.k. dan tashkil topadi, shuning uchun havoni ikki atomli gaz deb hisoblash mumkin. Agar havoning absolyut namligi katta, suv bugʻlari koʻp (qurilmada quritish apparati boʻlmasa) boʻlsa, havoni ikki atomli gaz deb hisoblash mumkin emas. Koʻp miqdordagi suvning mavjudligi natijalarning sezilarli darajada buzilishiga olib keladi, shuning uchun ham A ballonga kelib tushadigan havoni quritish kerak.

EKSPERIMENTNING METODIKAVA TEXNIKASI

Agar nasos yordamida A ballonga asta-sekin (izotermik) havoning biror miqdorini damlasak, bosim $P_1 = P_0 + h_1$ ga teng boʻladi, bu erda P_0 – atmosfera bosimi, h_1 – manometrda suyuqliklar farqi bilan aniqlanadigan qoʻshimcha bosim. Ballondagi gazning holat quyidagi parametrlar bilan aniqlanadi (I holat):

$$p_1 = p_0 + h_1 ; \quad V_1 < V_0 ; \quad t_1^0 = t_0^0$$

K_1 kranni qisqa vaqtga ochamiz, gaz kengayadi, bosim atmosfera bosimigacha kamayadi, bu kengayishni adiabatik deb hisoblash mumkin, chunki jarayon shunday tez roʻy beradiki, ballondagi gaz bilan atrof-muhit orasida issiqlik almashuvi sodir boʻlib ulgurmaydi (II holat):

$$p_2 = p_0 ; \quad V_2 = V_0 ; \quad t_2^0 < t_0^0$$

P va V ning qiymatini Puasson tenglamasiga qo'yib, olamiz:

:

$$(p_0 + h_1)V_1^\gamma = p_0V_2^\gamma$$
$$\text{yoki } \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = \frac{p_0}{p_0 + h_1} \quad (8)$$

Ballondagi kengayishda sovigan gaz ma'lum vaqtdan keyin atrof- muhit bilan issiqlik almashuvi hisobiga t_0^0 gacha isiydi, bunda bosim ortadi va quyidagiga teng bo'ladi.

$$p_3 = p_0 + h_2$$

bu erda h_2 —manometrda baliqliklarning yangi farqi; havo hajmi esa o'zgarmaydi (izoxorik jarayon). Gazning bu holati quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi (III holat);

$$p_3 = p_0 + h_2 ; \quad V_2 = V_0 ; \quad t_3^0 = t_0^0$$

I va III holatlarda havo bir xil temperaturaga ega, demak, bu holatlarga Boyl-Mariott qonunini qo'llash mumkin:

$$(p_0 + h_1)V_1 = (p_0 + h_2)V_2 ,$$
$$\text{yoki } \frac{V_1}{V_2} = \frac{(p_0 + h_2)}{(p_0 + h_1)} \quad (9)$$

Bu ifodaning ikkala tomonini γ darajaga orttiramiz va $\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma$ ni (8) tenglamaga qo'yamiz:

$$\frac{p_0}{p_0 + h_1} = \left(\frac{p_0 + h_2}{p_0 + h_1}\right)^\gamma .$$

Oxirgi tenglamaning ikkala tomonini logarifmlab va γ ga nisbatan echib, quyidagini olamiz:

$$\gamma = \frac{\ln(p_0 + h_1) - \ln p_0}{\ln(p_0 + h_1) - \ln(p_0 + h_2)}$$

P_0, P_0+h_1, P_0+h_2 bosimlar bir-biridan kam farq qilgani uchun, bosimlar logarifmlarining farqini bosimlarning o'zining farqiga proporsional deb qarash mumkin. Unda:

$$\gamma = \frac{(p_0 + h_1) - p_0}{(p_0 + h_1) - (p_0 + h_2)} = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (10)$$

Eksperimentni bajarish uchun:

1. Barcha kranlar yopiqligiga ishonch hosil qiling.
2. Nasosni B ballon bilan ulang va balllonga havo yuboring.
3. B ballonni quritish apparati orqali A ballon bilan ulang. Manometrda suyuqliklar darajasining farqi 100 ... 160 mm ga teng bo'lishiga erishish kerak.
4. K_1 kranni yoping.
5. Suyuqliklar balandligining farqi h_1 ni o'lchang.
6. K kranni tez oching, manometrda suyuqliklar darajasi tenglashishi bilan uni o'sha zahoti yoping.
7. Bosim oxirigacha o'rnatilganida, manometrda darajalar farqi h_2 ni ikkinchi marta o'lchang.
8. γ ning qiymatini hisoblang. Olingan hamma natijalarni jadvalga yozing. O'lchashlarning tasodifiy xatoliklarini kamaytirish uchun, tajribani ko'p marta (7– 10 marta) takrorlash va olingan natijalarning statistik ishlovini amalga oshirish kerak.

tajriba №	h_1, mm	h_2, mm	γ	$\Delta\gamma$	$\gamma \pm \Delta\gamma$
1					
2					
3					
4					
5					

9. Kuzatishlardan birining ma'lumotlariga ko'ra I, II va III holatdagi havoning termodinamik parametrlari (r, V, T) ni aniqlang. (r, V) koordinatalarda adiabatik-izoxorik-izotermik sikl grafisini chizing. (Bosim va hajmning o'zgarishi kam

ekanligidan, izojarayonlarning egri chiziqlarini to'g'ri chiziqqa almashtirish mumkin).

NAZORAT SAVOLLARI

1. Molyar issiqlik sig'implari S_r va S_v larni ta'riflang?
2. Molyar issiqlik sig'imining solishtirma issiqlik sig'imidan, solishtirma issiqlik sig'imi esa to'la issiqlik sig'imidan qanday farq qiladi?
3. Adiabatik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi? SHu jarayon tenglamasini keltiring.
4. Boyl-Mariot qonunini ta'riflang, u qaysi jarayonni tavsiflaydi?
5. p - V koordinatalarda bir xil boshlang'ich holatdan boshlanuvchi izoxorik sovish, izobarik isish, izotermik va adiabatik kengayish jarayonlarini tasvirlang.
6. Biror termodinamik jarayondagi ichki energiyaning cheksiz kichik o'zgarishi va cheksiz kichik ish qanday topiladi?
7. Molyar issiqlik sig'implari S_r va S_v molekulaning erkinlik darajasiz bilan qanday bog'langan? γ ning nazariy qiymati qanday?
8. Puasson tenglamasini yozib bering.
9. Biror miqdordagi xavoning hajmi ikki marta ortsa bosimi qanday o'zgaradi?
10. Adiabatik jarayon tenglamasini keltirib chiqarishda qaysi fizik qonunlar va tushunchalar ishlatilgan?
11. Ideal gazning ichki energiyasi nima va u adiabatik jarayonda qanday o'zgaradi?
12. Klapan 10 sekund davomida ochiq tursa uskunada nima sodir bo'ladi?
13. T temperaturada molekulaning har bir erkinlik darajasiga qanday kinetik energiya to'g'ri keladi?
14. Bir mol gaz uchun $S_r - S_v = R$ ekanligini isbotlang, nima uchun c_p c_v dan katta?
15. Universal gaz doimiysining fizik ma'nosi nima?

7 Laboratoriya ishi

TUSHAYOTGAN SHARHA USULI BILAN SUYUQLIKLARNING DINAMIK QOVUSHQOQLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: jism (sharcha)ning qovushqoq muhitdagi harakatini kuzatish, o'rganilayotgan suyuqlikning dinamik qovushqoqligini aniqlash.

Asbob va uskunalari: eksperimental qurilma, turli diametrli po'lat sharchalar, mikrometr, masshtabli chizgich, termometr, sekundomer.

NAZARIY MA'LUMOTLAR

Jism qovushqoq muhitda harakatlanganida tezlikka bog'liq bo'lgan ichki ishqalanish kuchining ta'sirida bo'ladi. Kichik tezliklarda bu kuchning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$F(v) = 6\pi r\eta \quad (1)$$

bu kuch Stoks kuchi deb nomlanadi nazıvaetsya siloy Stoksa. Proporsionallik koeffitsienti $6\pi r\eta$ sharcha radiusi r va qovushqoqlik η ga bog'liq.

Sharcha harakatining tenglamasi (skalyar shakli);

$$m \frac{dv}{dt} = F_0 - F(v) \quad (2)$$

F_0 kuch doimiy bo'lib u og'irlik kuchidan Arximed kuchining ayirmasiga teng:

$$F_0 = \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_T - \rho) \quad (3)$$

Agar harakat $v_0 = 0$ tezlikdan boshlangan bo'lsa, harakat boshlanganda

ishqalanish kuchi ham nolga teng, tezlanish esa doimiy bo'lgan: $\frac{dv}{dt} = a_0 = \frac{F}{m}$.

Bu erda m - sharcha massasi. Tzlik oshgan sari Stoks kuchi $P(v)$ ham ortib $P(v) = F_0$ bo'lganda tezlanish nolga teng bo'lib qoladi, va sharcha turg'un (o'zgarmas) tezlik v_{ycm} bilan harakatlanadi:

$$v_{ycm} = \frac{F_0}{6\pi r\eta} \quad (4)$$

Tezlikning turg'unlashuvi quyidagi funksiya bilan tavsiflanadi

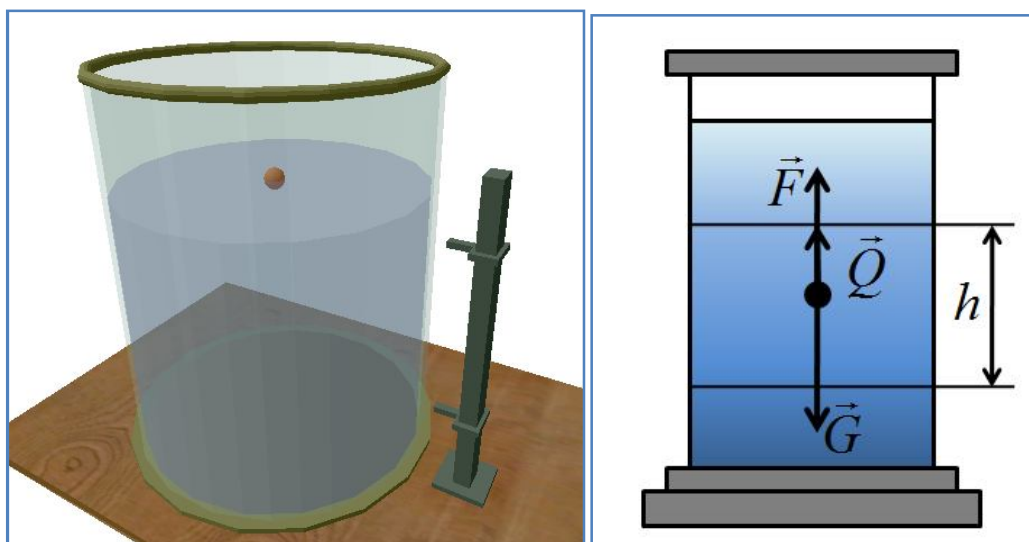
$$v(t) = v_{ycm} \left[1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right] = v_{ycm} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \quad (6)$$

bu erda $\tau = \frac{m}{6\pi r\eta}$ relaksatsiya vaqti (turg'unlashuv vaqti). U (2) tenglamaning echimidir.

Ta'kidlash lozimki turg'un tezlik sharcha massasiga bog'liq emas. Massa faqat turg'unlashish vaqtiga ta'sir qiladi.

EKSPERIMENTAL QURILMA

Dinamik qovushqoqlikni aniqlash qurilmasi o'rganilayotgan suyuqlik (glitserin, vazelin) (rasm.1). bilan to'ldirilgan silindrik idishdan iborat Idish vertikal o'rnatilishi kerak.



Rasm 1.

EKSPERIMENT METODIKA VA TEXNIKASI

Agar sharchaga ta'sir etuvchi kuchlarni vertikal o'qqa proeksiyalasak, harakat turg'unlashganida quyidagi tenglama o'rinli bo'ladi:

$$\frac{4}{3}\pi r^3 g (\rho_T - \rho) - 6\pi r \eta \cdot v_{yem} = 0$$

bundan

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{gr^2}{v} (\rho_T - \rho) = \frac{2}{9} \frac{gr^2 t}{L} (\rho_T - \rho) \quad (7)$$

Dinamik qovushqoqlikni aniqlash uchun sharchaning tekis harakati davomidagi tushish vaqti va yo'lini o'lchash kerak. Ammo (7) tenglama sharchaning cheksiz muhitdagi tushishi uchun o'rinli. Ushbu tajribada esa moslashtiruvchi koeffitsient kiritish lozim:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{gr^2 t}{h} \frac{(\rho_T - \rho)}{1 + 2,4 \frac{r}{R}} \quad (8)$$

(R – silindrik idishning radiusi).

ISHNING BAJARISH TARTIBI

1. O'rganish uchun suyuqlikni tanlang.
2. Sichqoncha ko'rsatkichi yordasida balandlik surgichlarini surib ularning orasidagi masofani kamida 30 sm qiling.
3. Sharcha radiusini 0,1-15 sm oralig'ida tanlang.
4. TADBIQ QILISH (PRIMENIT) tugmasini bosing.
5. ISHGA TUSHIRISH (PUSK) tugmasini bosing va sharcha yuqoridagi balandlik belgisiga etib kelganda sekundomerni ishga tushiring, pastki belgiga etib kelganda esa sekundomerni o'chiring. SHu yo'l bilan sharchaningsuyuqlik ichidagi tushish vaqtini aniqlang.
6. Vaqt o'lchashni 5 marta bajaring.

7. Jadvalga quyidagilarni kiriting: balandalik belgilari orasidagi masofa h , sharcha radiusi r , silindr radiusi R , sharchaning tushish vaqti, jismning zichligi ρ_t va suyuqlikning zichligi ρ .
8. Suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsientini (8) formuladan aniqlang.
9. Xatoliklarni aniqlang.
10. Tajribani sharchaning turli radiuslari uchun bajaring.
11. Tajribani boshqa suyuqlik uchun bajaring.

Suyuqlik 1

$N\phi$	$h(m)$	$r(m)$	$R(m)$	ρ_T ($\kappa\text{z} / \text{M}^3$)	ρ ($\kappa\text{z} / \text{M}^3$)	$t(c)$	η ($\frac{\kappa\text{z}}{\text{M}\cdot\text{c}}$)	$\langle\eta\rangle$ ($\frac{\kappa\text{z}}{\text{M}\cdot\text{c}}$)	$\langle\Delta\eta\rangle$	ε
1										
2										
3										
4										
5										
1										
2										
3										
4										
5										
1										
2										
3										
4										
5										

NAZORAT SAVOLLARI

1. Suyuqlikdagi ko‘chish jarayonlarining mexanizmini tushuntiring.
2. SHarchaning turg‘unlashgan tezligi qaysi tenglama bilan tavsiflanadi? $v = f(t)$ funksiyaning grafigi qanday ko‘rinishga ega?
3. Tajribada ishlatilgan sharchalar uchun tezlikning turg‘unlashish vaqtini aniqlan. Balanlikning yuqori belgisini sharcha turg‘un tezlik bilan o‘tganmi, shuni baholang.
4. Molekulyar tizimlardagi molekulalarning to‘qnashuvi muvozanat o‘rnatilishdagi roli qanday?
5. Molekulaning effektiv diametri va o‘rtacha erkin yugurish yo‘li nima?
6. Ko‘chish xodisalarning mohiyati nimada? Ularning vujudga kelish shartlari?
7. Fik, Fure va Nyutonning empirik tenglamalarini yozing va larni ta’riflang. Ko‘chish koeffitsientlari (qovushqoqlik, diffuziya, issiqlik o‘tkazuvchanlik) ma’nosini tushuntiring.
8. Konsentratsiya (tezlik, temperatura) gradientining kattaligi va yo‘nalishi qanday aniqlanadi?

9. Ko‘chish hodisalari molekulyar-kinetik nazariya tomonidan qanday tushuntiriladi? Gazlarning molekulyar kinetik nazariyasidan ko‘chish hodisalarini keltirib chiqaring.
10. Suyuq va qattiq agregat holatlardagi ko‘chish hodisalarining o‘zigi xosligi nimada.
11. Kovushqoqlik koeffitsienti va issiqlik o‘tkazuvchanlikni aniqlaydigan Stoks, Puazeyl, kalorimetrik metod va temperaturali gradient metodlarini tushuntiring.

ADABIYOTLAR

1. Савельев И. В. Курс физики. М.: КноРус, 2009, т. 1
2. Савельев И. В. Курс физики. М.: КноРус, 2009, т. 2
3. Савельев И. В. Курс физики. М.: КноРус, 2009, т. 3
4. К.П.Абдурахманов, Ў.Эгамов “Физика курси” дарслиги, Тошкент,2010 й.
5. П.А.Типлер, Р.А.Ллуэллин Современная физика (Лучший зарубежный учебник в двух томах) .М.: Мир, 2007, С.496 (1том)
6. П.А.Типлер, Р.А.Ллуэллин Современная физика (Лучший зарубежный учебник в двух томах) .М.: Мир, 2007, С.416 (2том)
7. Трофимова Т.И. Курс физики.М.:Высшая школа, 1999, С.543
8. Трофимова Т.И. Физика в таблицах и формулах. М.: Высшая школа 2002, С.424
9. Абдурахманов К.П., Тигай О.Э., Хамидов В.С. Курс мультимедийных лекций по физике, 2012, С.650

MUNDARIJA

1	KIRISH	3
	VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARINI TASHKIL ETISH VA OLIB BORISH TARTIBI	
2	FIZIK KATTALIKLARNI O'LGASHDAGI XATOLIK TURLARI	5
3	1 - laboratoriya ishi	9
	KLASSIK QATTIQ ROTATORNING AYLANISHINI (OBERBEK MAYATNIGI MISOLIDA)O'RGANISH	
4	2- laboratoriya ishi	17
	JISMLARNING INERSIYA MOMENTLARINI BURALMA TEBRANISHLAR USULIDA O'LGASH	
5	3- laboratoriya ishi	25
	GIROSKOPIK EFFEKTNI O'RGANISH	
6	4- laboratoriya ishi	29
	SHARLARNING TO'QNASHISHINI O'RGANISH	
7	5 - laboratoriya ishi	38
	BOG'LANGAN TIZIMLARNING TEBRANISHINI O'RGANISH	
8	6- laboratoriya ishi	44
	ADIABATIK-IZOXORIK-IZOTERMİK SIKLNI O'RGANISH. GAZLARNING IZOBARIK VA IZOXORIK ISSIQLIK SIG'IMLARINING NISBATINI ANIQLASH	
9	7 Laboratoriya ishi	51
	TUSHAYOTGAN SHARHA USULI BILAN SUYUQLIKLARNING DINAMİK QOVUSHQOQLIGINI ANIQLASH	



Тасдиқлайман
Илмий услубий кенгашининг
2(63)-сонли баённомасига оид
Раис Тешбаев Т.З.
2013 йил 11 октябр

Илмий услубий кенгашининг 2013 йил 11 октябр 2(63)-сонли баённомаси

ҚАРОРИДАН КУЧИРМА

Иштирок этдилар: ИУК нинг барча аъзоси катнашди.

КУН ТАРТИБИ

1“Физика” кафедраси профессор- ўқитувчилари томонидан тайёрланган ўқув- услубий қўлланмаларни тахлили ҳақида.

Эшитилди:

Кун тартибидаги масала буйича ИУК раиси ўринбосари проф.А.А.Абдуазизов сўзга чиқди. У “Физика” кафедраси профессор-ўқитувчилари томонидан:

- 1.Методическое руководство по выполнению виртуальных лабораторных работ по курсу физики, часть 2 (Тигай О.Э., Хамидов В.С., Ахмедова Н.А. , Джалолов Т.А.)
- 2.Физика фанидан виртуал лаборатория ишларини бажаришга оид методик қўлланма, 2 қисм (Тигай О.Э., Хамидов В.С., Ахмедова Н.А. , Джалолов Т.А.)
3. Методическое руководство по выполнению лабораторных работ по курсу физики "Колебания и волны. Оптика. Молекулярная физика" часть 2 (Абдурахманов К.П., Тигай О.Э., Хамидов В.С.).

Махсус сиртқи таълими талабалари учун:

4. Методическое руководство по выполнению виртуальных лабораторных работ по курсу физики для студентов заочного обучения (Абдурахманов К.П.,Очилова О.О.)
 - 5.Fizika fanidan maxsus sirtqi fakultet talabalari uchun virtual laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy qo'llanma (Абдурахманов К.П.,Очилова О.О.)
 - 6.Методические указания и контрольные задания по физике для студентов специального заочного обучения (Абдурахманов К.П., доц. Рахматуллаева М.Ф.)
- ўқув-услубий қўлланмалар тайёрланганлигини айтдиб ўтди.

Ушбу ўқув-услубий қўлланмалар факультетнинг ИУК кўриб чиқилган ва ТАТУ илмий услубий кенгашида кўриб чиқиш учун тавсия этилган.

“Физика” фанидан тайёрланган ўқув-услубий қўлланмалар барча факультетларнинг 1курс талабалари ва махсус сиртқи таълими йўналишидаги талабалар учун тавсия этилади. Ўқув-услубий қўлланмалар талабларга тўлиқ жавоб беради ва режа бўйича давлат стандартлари талабларига риоя қилган ҳолда тайёрланган.

Қарор килдилар:

“Физика” кафедраси профессор- ўқитувчилари томонидан тайёрланган ўқув- услубий қўлланмаларни нашр этишга тавсия этилсин.

ИУК котиби

Х.Х.Шоюсупова