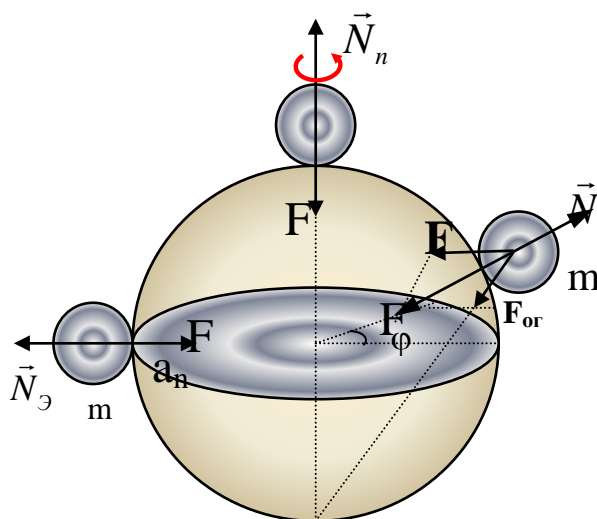


*O'zbekiston Respublikasi  
Oliy va O'rta Mahsus Ta'lim Vazirligi  
Jizzah Politehnika Instituti*

*JIZZAX POLITEXNIKA INSTITUTI*

*«Elektroenergetika va fizika» kafedrası*

*FIZIKA (Mehanika va molekulyar fizika) fanidan  
laboratoriya ishlari bo'yicha uslubiy qo'llanma.*



## **UDK 53**

### ***Jizzah – 2006 yil.***

«Mehanika va molekulyar fizika» bo'yicha laboratoriya ishlari uchun qo'llanma / Jizzax Politexnika Instituti, tuzuvchilar: dots. A.A.Mustafoqulov, dots. A.G.Porsahonov, assistentlar N.M. Jo'rayeva va S.O. Eshbekova.

Mazkur qo'llanma Oliy texnika o'quv yurtlarida bakalavrlar tayyorlash bo'yicha Davlat ta'lim standarti talablariga mos holda tayyorlandi. Qo'llanmada mehanika va molekulyar fizikaga oid laboratoriya ishlarining tavsifi, ularni bajarish uslubi haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

Qo'llanmani chop etish uchun Jizzax Politexnika instituti ilmiy – uslubiy birlashmasining «20 » sentyabr (bayonnoma № 1) 2006 yil qarori bilan ruhsat olingan.

Taqrizchilar: Jizzah Davlat Pedagogika Instituti dotsenti  
J.T.Rasulov. Jizzax Politexnika Instituti dotsenti  
S.A.Sattorov.

Texnik muxarrir: Mustafoqulov A.

## MUNDARIJA

1. Atvud qurilmasi yordamida jismlarning erkin tushish tezlanishini aniqlash.....	4
2. Aylanma harakat dinamikasi qonunlarini o'rganish va Oberbek mayatnigi yordamida jismlarning inersiya momentini aniqlash.....	11
3. Fizik mayatnig yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlash .....	19
4. Trifilyar osma yordamida jismlarning inersiya momentini aniqlash .....	23
5. Halqani tebratish metodi bilan o'irlik kuchi tezlanishini aniqlash .....	28
6. Stoks usuli bilan suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash.....	31
7. Suyuqlikning sirt taranglik kuchini tomchi usuli bilan aniqlash.....	36

### *Virtual laboratoriya ishlari.*

8. Tekis tezlanuvchan harakatni o'rganish .....	40
9. Tekis aylanma harakatni o'rganish .....	43
10. Jismlarning erkin tushishini o'rganish .....	44
11. Jismlarning ishqalanish kuchini o'rganish .....	45
12. Impul's va energiyaning saqlanish qonunini o'rganish..	46

## *Laboratoriya ishi. № 1*

### **ATVUD QURILMASI YORDAMIDA JISMLARNING ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI ANIQLASH.**

***Ishning maqsadi: Jismlarning to'gri chiziqli tekis va tezlanuvchan harakatini o'rganish hamda erkin tushish tezlanishini aniqlash.***

***Kerakli asbob va jihozlar : Atvud asbobi FRM – 02, ikkita yukcha, almashtirish uchun yana qo'shimcha yuklar, Millisekundomer.***

### **Q I S Q A C H A   N A Z A R I Y A.**

Muayyan masalada o'lchamlarini e'tiborga olmasa ham bo'ladigan jism moddiy nuqta deb ataladi. Har qanday jism unga qo'yilgan kuch ta'sirida o'z shaklini ma'lum darajada o'zgartiradi, deformatsiyalanadi. Agar bu o'zgarishni (deformatsiyani) e'tiborga olmaslik mumkin bo'lsa, bunday jism absolyut qattiq jism deyiladi.

Jism yoki uning qismlarini bir – biriga nisbatan siljishiga mehanik harakat deyiladi. Qattiq jismning har qanday harakatini ikki hil harakatga - ilgarilanma va aylanma harakatga ajratish mumkin. Ilgarilanma harakat – shunday harakatki bunda jism bilan bogliq bo'lgan har qanday to'gri chiziq o'ziga paralleligigacha qoladi. Shunday qilib, jismning hamma nuqtalari ilgarilanma harakatda bir hil yo'l bilan harakatlanadi va bunday harakatga moddiy nuqta harakat kinematikasi qonunlarini tadbiiq qilish mumkin.

Ilgarilanma harakatga tekis ( $v = \text{const}$  ;  $a = 0$ ) va tekis o'zgaruvchan ( $v = v_0 \pm at$ ;  $a = \text{const}$ ) harakatlar kiradi. N'yutonning ikkinchi qonuniga asosan m massali jism  $\vec{F}$  kuch ta'sirida  $\vec{a}$  tezlanish oladi.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Doimiy teng ta'sir etuvchi kuch ostida tekis o'zgaruvchan harakat ( $\vec{a} = \text{const}$ ) qilayotgan moddiy nuqtaning ihtiyoriy  $t$  vaqtidagi  $v$  va bosib o'tgan yo'li mos ravishda:

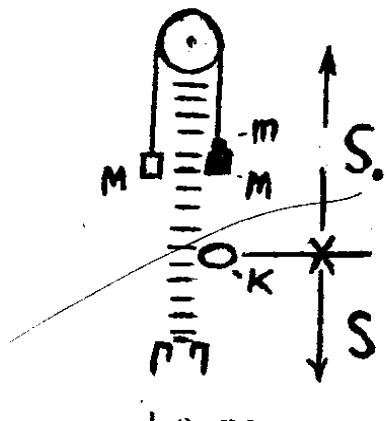
$$v = v_0 + at; \quad S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (2) \text{ ifoda bilan topiladi.}$$

bu yerda:  $v_0$  – boshlangich tezlik.

$v = 0$  bo'lganda jism tezlanuvchan harakatda bo'ladi va jism bosib o'tgan yo'l

$S = \frac{at^2}{2}$  ifoda bilan topiladi. Yuqoridagi (1) va (2) ifodalarni Atvud qurilmasi yordamida tekshirish mumkin.

Atvud qurilmasining ishlashi jismlarning havoda erkin tushish qonunlaridan foydalanishga asoslangan. Podshipnikda eng kam qarshilik bilan aylanuvchi rolik o'rnatilgan va yengil ip bilan ikkita bir hil  $m$  massali yuk tashlab qo'yilgan (1- rasm). Rolikning orqasiga o'rnatilgan elektromagnit bilan yuklarni har hil holatlarda ushlab turish mumkin. Agarda blokning bir tomoniga kichik  $m$  massali qo'shimcha yuk qo'yib elektromagnit o'chirib qo'yilsa, butun sistema harakatga keladi, ogirlik kuchi ta'sirida yuklar tezlanish bilan  $S_0$  masofasini o'tadi. Bu yerda  $S_0$  harakatning boshlanish nuqtasidan  $K$  halqagacha bo'lgan masofa.  $K$  halqada qo'shimcha yuk tutib qolinadi va bu yuklar tekis harakatini davom ettirib  $S$  – yo'lni bosib o'tadi. («kuchlar muvozanatida» harakat tekis bo'ladi) Erkin tushish tezlanishini aniqlaymiz.



1 – rasm.

Har ikkala holda ham yuklar ogirlik va ipning taranglik kuchi  $T$  – ta'sirida harakatga keladi. Bu holda ishqalanish kuchi, rolikning massasi hisobga olinmaydi va ip chuzilmas deb qaraladi. O'ng va chap tomonlardagi yuklar kattaligi va ishorasi bir xil bo'lgan tezlanish bilan harakat qiladi.

N'yutonning ikkinchi qonuniga asosan quyidagi sistemasini yozish mumkin.

$$(M+m) a \uparrow (M+m)g - T \quad (3)$$

$$- m a \uparrow Mg - T \quad (4)$$

(3) – o'ngdagi yuk uchun (4) – chapdagi yuk uchun.

Bu yerda  $a$  – sistemaning tezlanishi.  $g$  – erkin tushish tezlanishi.

Bu tenglamalarning yechimi erkin tushish tezlanishi uchun quyidagi kattalikni beradi:

$$g = a \frac{2M + m}{m} \quad (5)$$

$a$  – tezlanishni topish uchun (Se) yo'l bo'lagi uchun tekis tezlanuvchan harakat tenglamasidan foydalanamiz:

$$2a S_0 = V^2 - V_0^2 \quad (6)$$

bu yerda  $V_0$  – yuklarning boshlangich paytdagi tezligi,

$V$  – halqadagi o'ng yuklarning olgan tezligi.

$V_0 = 0$  bo'lgani uchun

$$2aS_0 = V^2; \quad a = \frac{V^2}{2S_0} \quad (7)$$

yo'lning  $S$  qismida sistema tekis harakatlanadi, shuning uchun bu holda tezlikni quyidagicha topish mumkin:

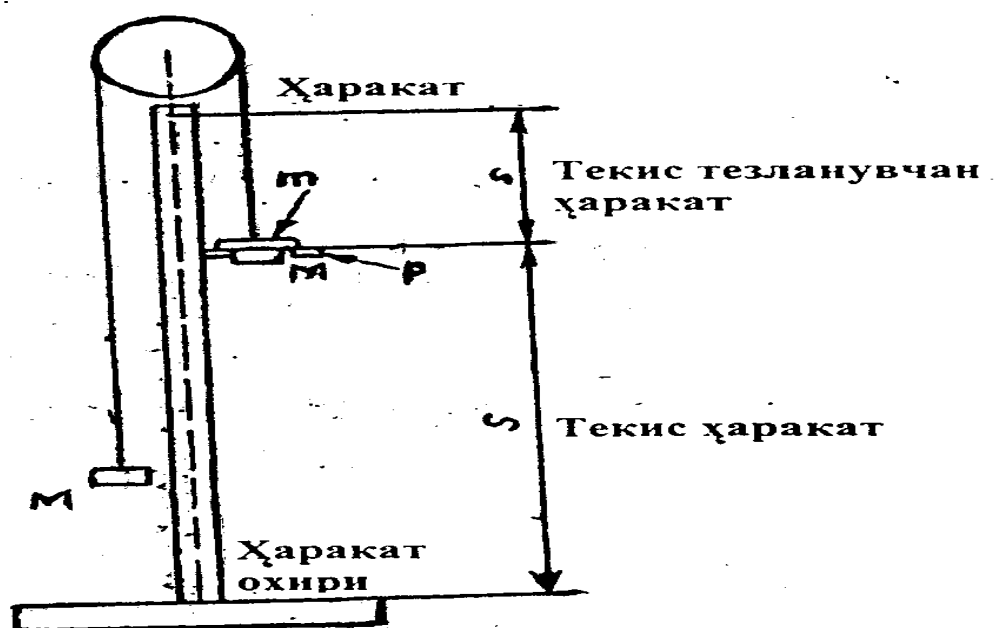
$$V_K = \frac{S}{t} \quad (8)$$

$t - s$  yo'lni bosib o'tish uchun ketgan akt (8) ni (7) ga qo'yib o'uyidagini hosil qilamiz:

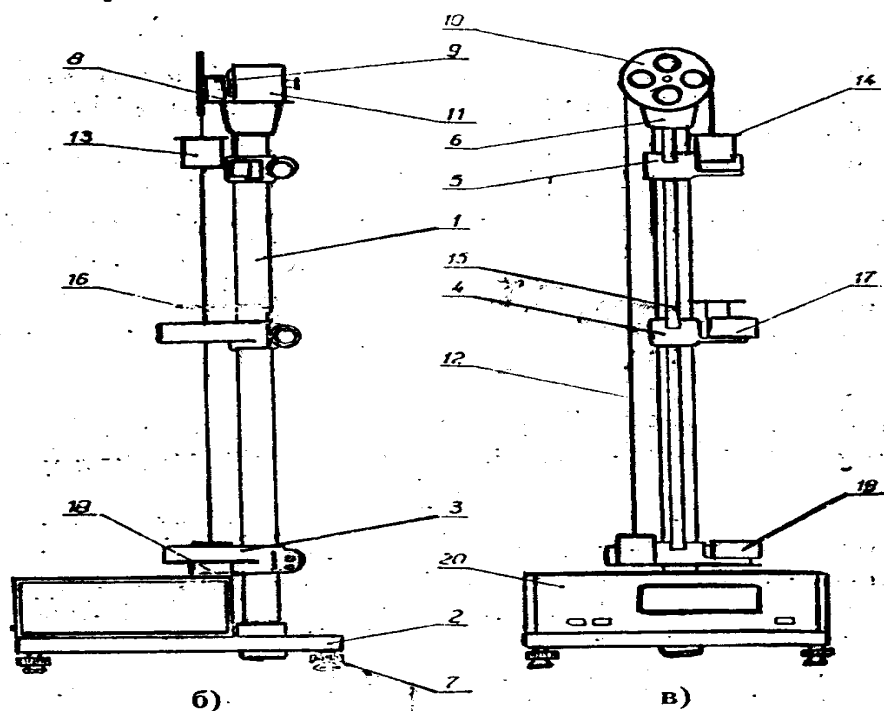
$$a = \frac{S^2}{t^2 2S_0} \quad (9)$$

keyin esa (9) ni (5) ga qo'yib erkin tushish tezlanishi aniqlanadi:

$$g = \frac{2M + m}{m} \cdot \frac{S^2}{2S_0 t^2} \quad (10)$$



a)



2.rasm. a) Atvud mashinasini ishlash prinsipi.

b), v) FRM – 02 Atvud mashinasining umumiy ko'rinishi.

### FRM – 02 Atvud qurilmasining tavsifi.

FRM –02 Atvud qurilmasining tuzilishi 2b va 2v rasmlarda keltirilgan. Asos 2 ga o'rnatilgan 1 ustunga uchta kronshteyn va 6 – yuqoridagi vtulkalar o'rnatilgan. Pastgi kronshteyn – 3 qo'zgalmas, o'rtanchi – 4 va yuqorigi – 5 kronshteynlar qo'zgaluvchadir. Asos rostlanadigan 7 – oyoqchalar yordamida gorizantal holatga keltirilib stol ustiga o'rnatiladi. Yuqorigi vtulkaga yuqorigi disk 8 yordamida rolik podshipnigi – 9, rolik – 10 va elektromagnit 11 lar mahkamlangan. Rolik orqali o'tgan ip – 12 ning uchlariga 13 va 14 yukchalar osilgan. Elektromagnitga iste'mol kuchlanishi berilganda u ishqalanuvchan mufta yordamida yuklarni tinch holatda tutib turadi. Yuqorigi va o'rtanchi kronshteynlarni, qo'zgatish orqali tekis va tekis tezlanuvchan harakat qilib o'tilgan.  $S_0$  va  $S$  masofalar nisbatini o'zgartirish mumkin. Bu masofalar uzunligini o'lchash uchun ustungacha millimetrli shkala – 15 o'rnatilgan. O'rtancha kronshteynga 16 – kronshteyn va 17 – fotoelektrik datchiklar mahkamlangan. 16 – kronshteyn yuqoridan tushayotgan  $M$  massali yuk ustidagi qo'shimcha  $m$  massali yukchani – 13 tutib qolish uchun xizmat qiladi. Shu vaqtda fotoelektrik datchik – 17 tekis tezlanuvchan harakati tugab tekis harakat boshlangani signal beradi. Pastki kronshteyn ikkita qo'shimcha kronshteynlar – 18 va fotoelektrik datchik – 19 bilan jihozlangan. 18 – kronshteynlarda rezina

amortizatorlar bo'lib, yuklarni harakati ohirida yumshoq to'xtashini ta'minlaydi. 19 – fotoelektrik datchik esa yuklarni ma'lum masofalarni o'tib, harakati tugagani haqida signal beradi. Qurilma asosiga millisekundomer - 20 o'rnatilgan. Millisekundomer korpusidagi manbailardan fotoelektrik datchiklar (17, 19) va elektromagnit – 11 larga iste'mol kuchlanishi beriladi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Rolikning ipiga M massali yuklar osib sistemaning absolyut muvozonat holati tekshiriladi.
2. Asbob ustuni o'zgartiriluvchi oyoqlar yordamida vertikal holatlarga keltiriladi.
3. Yuqorigi va o'rtanchi kronshteynlar tanlangan balandlikda shunday suriladiki ogirroq o'ng yuk tushayotganda fotoelektrik datchikning tirqishi orqali o'tsin.
4. Ustunga o'rnatilgan shkala yordamida ogir yukning tekis va tekis tezlanuvchan harakatlarda bosib o'tgan yo'llari o'lchanadi va S va S<sub>0</sub> lar qiymatlari jadvalga yoziladi.
5. «4 pusk » tugmachasi bosilib sistema harakatga keltiriladi. O'rtancha tirsakda qo'shimcha yuk tutib qolinadi va milli – sekundomer o'ng yukning yo'lni bosib o'tgan vaqtini ko'rsatadi. Sistema bu yo'lni bosib o'tganda to'htatiladi va ketgan vaqt o'lchab yoziladi. Tajriba uch marta takrorlanadi.
6. «Sbros» tugmachasi bosilsa raqamlar ko'zgasida nollar paydo bo'ladi.
7. Undagi yuk yuqoriga ko'tariladi va «pusk» tugmachasi bosiladi. Bunda rolik takror blokirovka qilinadi. 6, 7 punktlar S<sub>0</sub> va S larning uch hil qiymatlari uchun takrorlanadi.
8. (10) formula orqali erkin tushish tezlanishi hisoblab topiladi.
9. Nisbiy va absolyut hatolar aniqlanib, jadvalga yoziladi.

### Jadval

№	S(m)	t(c)	$a(\frac{M}{CM^2})$	a <sub>urt</sub>	Δa	Δa <sub>urt</sub>	$g(\frac{M}{CM^2})$	g <sub>urt</sub>	Δg	Δg <sub>urt</sub>	η%
1											
2											
3											

### Sinov savollari.

1. Moddiy nuqtaning tekis, tekis o'zgaruvchan va notekis harakatlariga ta'riflab bering. Bu harakatlar uchun yo'l va tezlik formulalarini yozing.
2. Agarda yuklar harakati davomida ularga qo'shimcha yuk qo'yilsa ipning tarangligi o'zgaradimi?
3. Atvud qurilmasining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.



4. Laboratoriya ishidagi erkin tushish tezlanishini hisoblash formulasini keltirib chiqaring.

### **Adabiyotlar**

1. Opir DJ. Fizika. M., «Mir» - 62 b.
2. Iveronova V.I. «Fizikadan praktikum» T.O'qituvchi–1973. 51–55 b.
3. Mo'minov H. Haydarov H. «Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma » T.O'qituvchi – 1971 51 – 53 b.
4. Ahmadjonov O. «Fizika kursi» T.O'qituvchi – 1987 yil 1 bob.
5. Yuldashev U., Mustofoqulov A va boshqalar «Umumiy fizika » Ma'ruza matnlari 1k. Jizzah - 2000 yil

### **HISOBLASHLAR**



## Laboratoriya ishi № 2

### Aylanma harakat dinamikasi qonunlarini o'rganish va oberbek mayatnigi yordamida jismlarning inersiya momentini aniqlash.

**Ishning maqsadi:** Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunlari bilan tanishish. Jismlarning inersiya momentini tajribada aniqlash va uni nazariy hisoblangan qiymatlari bilan solishtirish.

**Kerakli asbob va jihozlar:** Siljiydigan  $m_1 = 200$  g yukchalari bo'lgan FRM – 06 tipidagi Oberbek mayatnigi, millisekundomer.

### Qisqacha nazariya.

Jismning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb uning  $m$  massasini aylanish o'qidan shu jismgacha bo'lgan masofa  $r$  ning kvadratiga ko'paytmasiga aytiladi.

$$J = mr^2 \quad (1)$$

Bu inersiya momenti jismni tashkil etuvchi ayrim elementar bo'lakchalar (moddiy nuqtalar) ning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentlari yigindisiga tengdir.

$$J = \sum_{i=1}^n \Delta m_i N_i^2 \quad (2)$$

Agar jismning massa markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti  $J_0$  ma'lum bo'lsa, jismni mazkur o'qdan har qanday  $d$  masofadagi, shu o'qqa parallel bo'lgan o'qqa nisbatan ham inersiya momentini aniqlash mumkin. U quyidagicha ifodalanadi va Shteyner teoremasi deb ataladi.

$$J = J_0 + md^2 \quad (3)$$

formulani quyidagicha ifodalash o'rinlidir:

$$J = \int_m N^2 dm = \int_v \rho N^2 dV \quad (4)$$

$$m = \rho V \quad (4.1)$$

Bunda integral jismning butun hajmi bo'yicha olinadi va (4) ni integrallab turli hil shakldagi jismlar uchun inersiya momentlarini hosil qilamiz.

Jismni tashkil etuvchi har bir moddiy nuqta uchun kinetik energiya quyidagicha aniqlanadi:

$$T_i = \frac{m_i V_i^2}{2} \quad (5)$$

Bu yerda:  $m_i$  – moddiy nuqta massasi,  $V_i$  – chiziqli tezlik.  
Chiziqli tezliklarni burchak tezlik –  $\omega$  orqali ifodalaymiz.

$$V_i = WR_i \quad (6)$$

va aylanma harakat kinetik energiyasini quyidagicha aniqlaymiz:

$$T_{a\ddot{u}n} = \sum_{i=1}^n \frac{m_i \omega^2}{2} N_i^2 \frac{\omega^2}{2} \quad \sum_{i=1}^n m_i N_i^2 = \frac{J \omega^2}{2} \quad \text{yoki} \quad T_{a\ddot{u}n} = \frac{J \omega^2}{2} \quad (7)$$

N'yutonning 2 – qonunini aylanma harakatga tatbiq etib aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini hosil qilamiz:

$$M dt = d(J\omega) \quad (8)$$

Bunda M – inersiya momentiga teng bo'lgan jismga qo'yilgan kuch momenti;

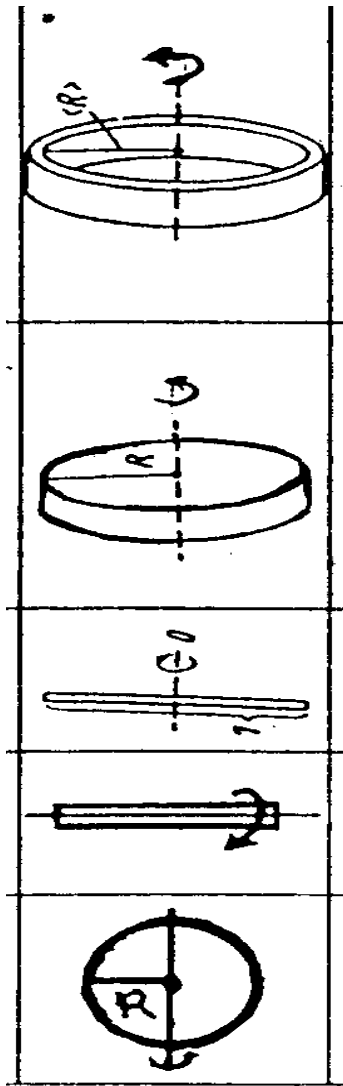
$\omega$  – jism aylanma harakatining burchak tezligi. Agar  $I = \text{const}$  bo'lsa, u vaqtda  $M = J \frac{d\omega}{dt} = JE$  (9) bo'ladi.

bu yerda  $e$  – aylantiruvchi kuch momenti M ning ta'sirida jism olgan burchak tezlanish.

$$E = \frac{dW}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (10)$$

Qurilmaning ishlash prinsipi.

Oberbek mayatnigi yordamida aylanma harakat qonunlarini o'rganish mumkin (1 - rasm). Bu asbob bir hil massali ( $m_1$ ) krestovinadan iborat. Agar bu yuklar aylanish o'qidan bir hil masofalarda joylashtirilsa, u holda aylanish o'qi krestovina markazidan o'tadi. Yuklarni aylanish o'qidan ihtiyoriy masofalarga siljitish uchun shtrihlar qilingan bo'lib, bu sistemaning inersiya momentini o'zgartirishga imkon beradi.



Bu asbob shkivga o'ralgan ipga osilgan  $m_2$  massali yuk yordamida harakatga keladi. Qurilmaning harakati shkivning aylanma va yukning ilgariylanma harakatdan tashkil topgan bo'lib, uning pastki tomon harakati quyidagi tenglamalar sistemasini qanoatlantiradi.

$$\left. \begin{aligned} ma &= mg - T \\ JE &= TN - M_{yuk} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Bu yerda,  $m$  – o'qqa osilgan yuk massasi ipning massasi hisobga olinmaydi (va u shkivga bir qavat o'ralgan deb faraz qilinadi).  $mg$  – o'qqa osilgan yukning ogirlik kuchi,  $T$  – taranglik kuchi, ( $\theta$ -burchak tezlanishi,  $Tr$  – ipning taranglik kuchi momenti,  $M_{yuk}$  – ish alanish kuch momenti.

Shkiv sirtidagi nuqtalarning tangensial tezlanishi burchak tezlanishi bilan quyidagicha boglanishga ega bo'ladi.

$$a_k = EN = a \quad (12)$$

$m$  – yukning massasi 0,2 – 0,4 kg atrofida olinganda ishqalanish kuchini hisobga olmasa ham bo'ladi. U holda (11) quyidagicha o'zgartiriladi.

$$\left. \begin{aligned} T &= mg - ma = m(g - a) \\ T_N &= JE \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$JE = T_N = m(g - a)N$  (14) ni hosil qilamiz.  
Boshlangich tezliksiz ilgarilanma harakat tenglamasi

$$h = \frac{at^2}{2} \quad \text{dan} \quad a = \frac{2h}{t^2} \quad (15) \text{ ni (14) ga qo'yamiz;}$$

$$J = \frac{m(g - a)N}{E} = \frac{m(g - \frac{2h}{t^2})N}{E} \quad (16)$$

(12) formuladan  $E = \frac{a}{N}$  (17) ni va (15) larni (16) ga qo'yamiz.

$$J_T = \frac{m\left(g - \frac{2h}{t^2}\right)N^2t^2}{2h} \quad (18) \text{ formulani hosil qilamiz.}$$

Bu tajribada aniqlangan inersiya momentidir

Nazariy hisoblash bilan topilgan inersiya momenti

$$J_H = J_0 + J_{\text{yo}} + J_{\text{kp}} \quad (19) \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda  $J_0$  – pogonali disk, o'q va krestovina vtulkalarining umumiy inersiya momenti,

$J_{\text{yo}} = 4 m_1 R^2$  – siljiriladigan yuklarning inersiya momenti,

$$J_{\text{kr}} = 4 \frac{m_2 L^2}{3} -$$

yuksiz krestonivaning inersiya momenti,

$R$  – aylanish o'qidan yukkacha bo'lgan masofa,  $m_1$  – siljiydigan yukchalar massasi,  $L$  – krestovina sterjeni uzunligi,  $m_2$  – sterjenning yuksiz holdagi massasi.

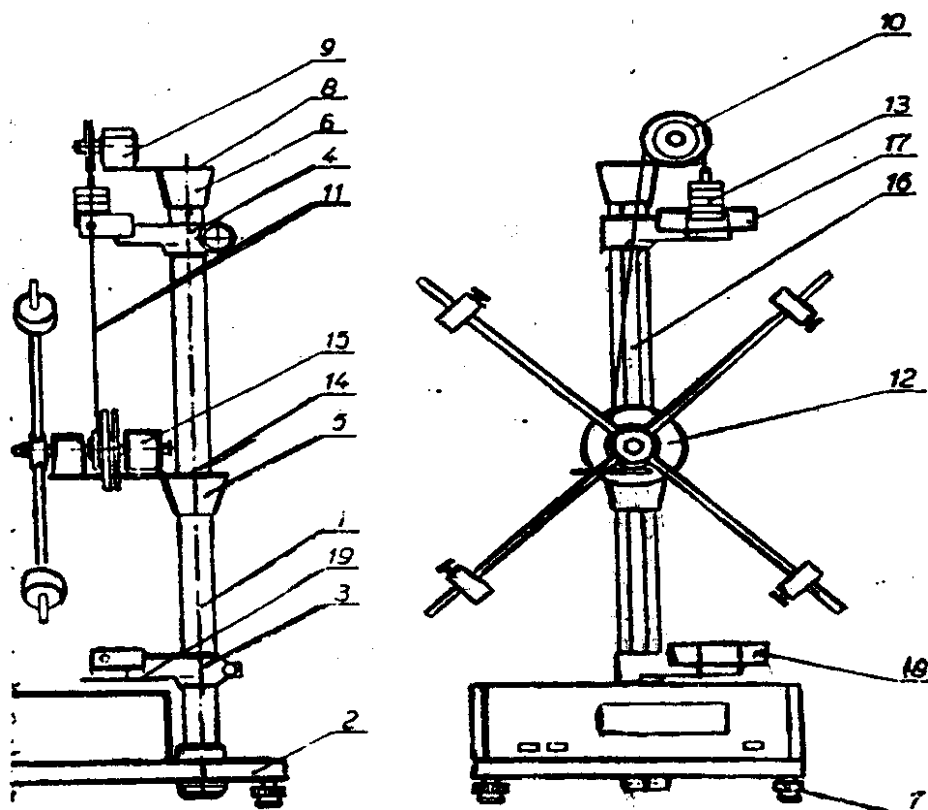
$$J_H = I_0 + 4 m_1 R^2 + 4 \frac{m_2 L^2}{3} \quad (20)$$

### **FRM – 06 tipidagi Oberbek mayatnigining tuzilishi.**

Asos 2 ga tik o'rnatilgan ustun 1 ga pastki qo'zgalmas 3 va yuqorigi qo'zgaluvchan 4 tirsaklar o'rnatilgan (1 - rasm). Bu ustunga qo'zgalmas pastki 5 va yuqorigi 6 vtulkalar ham mahkamlangan. Asos rostlanadigan 7 oyoqchalarga ega. 6 vtulkaga 8 asos yordamida disk 10 orqali 11 ip o'tkazilgan bo'lib, uning bir uchiga 13 –  $m_2$  yuk osilgan, ikkinchi uchi esa pogonali disk 12 ga birlashtirilgan.

Pastki vtulka 5 ga asos 14 yordamida to'xtatuvchi elektromagnit 15 o'rnatilgan. Elektromagnitga kuchlanish berilsa, u friksion muftalar yordamida krestovinani yuklari bilan birga to'xtatib tura oladi. Qo'zgaluvchi 4 tirsakni ustun bo'ylab siljitish orqali tushuvchi yuklar yo'lini o'zgartirib turish mumkin. Yo'l uzunligini o'lchash maqsadida ustunga millimetrli shkala – 16 o'rnatilgan. 4 qo'zgaluvchi tirsakka esa fotoelektrik datchik 17 mahkamlangan. Qo'zgalmaydigan 3 tirsakka esa ikkinchi fotoelektrik datchik – 18 mahkamlangan. U harakat tugagan vaqtda elektr impul'si hosil qilib tormozlovchi elektromagnitni ushlab tura uchun xizmat qiladi. 3 tirsakka yuklarni yumshoq to'xtatish maqsadida rezina amortizatorli 19 tirsak o'rnatilgan. Asosga millisekundomer mahkamlangan.

Mayatnik krestovinasini sterjenlardagi mi – yuklarni siljitish orqali uning inersiya momentini o'zgartirish mumkin. Pogonali diskka o'ralgan ip qo'zgaluvchi tirsakdagi disk orqali o'tkazilib, uning uchidagi P – platformasiga  $m_2$  – yuk ta'sirida diskka o'ralgan ip bo'shaladi va krestovina pastga tekis tezlanuvchan harakat qiladi. Bu harakat davomidagi o'zgaruvchi parametrlarni o'lchash orqali (18) formula yordamida inersiya momentini aniqlash mumkin.



1 – rasm FRM – 06 Oberbek mayatnigining umumiy ko'rinishi.

Qurilmaning asosiy parametrlari.

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| $m_1$ – 200 g                           | $R$ – 2 – 23 sm (1 sm oraliq bilan)  |
| $l$ – 24 sm                             | $m_2$ – 53 g.                        |
| $\Pi$ – 53 g Platforma stolcha massasi. | $m$ – 40 g qo'shimcha yuklar.        |
| $h$ – 50 sm yukni tushish balandligi.   | $r_1$ – kichik disk radiusi          |
| $r_2$ – 2,1 sm.                         | $r_2$ – 4,2 sm – katta disk radiusi. |

$I_0 = 900 \text{ g sm}^2$

### Ishni bajarish tartibi

1. Mayatnik sterjeni uchlariga siljiydigan  $m_1$  yuklarni o'rnatish.
2.  $P = 40 \cdot 2 = 80 \text{ g}$  yuklarni o'rnatish.
3. Yuklarni pastki qirrasini yuqorigi fotodatchik korpusidagi chiziqqa to'g'rilab qo'ying.
4. Millisekundomerni ulash.
5. Yuklarni tushish yo'lini ustundagi shkala orqali o'lchang.  $L = 50 \text{ sm}$ .
6. «Pusk» tugmachasini bosish.
7. O'lchangan tushish vaqti  $t_1$  ni yozib oling.
8. O'lchashlarni kamida besh marta o'tkazib, o'rtachasini toping.

$$t_{\text{ypm}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

9. (18) formula orqali inersiya momentining tajribaviy qiymati hisoblab topiladi.
10. (20) formula orqali inersiya momentining nazariy qiymatini toping.
11.  $\eta = \frac{J_H - J_T}{J_H} \cdot 100\%$  (21) formula orqali nisbiy xatolarni hisoblang.
12. Topilgan barcha qiymatlarni jadvalga yozing.
13.  $m_1$  yukchalarni sterjen o'rtasiga siljitib o'rnatish va 1 – 2 punktlardagi amallarni yana qaytaring.

Siljiydigan $m_1$ yukchalar sterjen uchiga o'rnatilgan hol.						Siljiydigan $m_2$ yukchalar sterjen uchiga o'rnatilgan hol.					
T	$t_1$	$t_{1\text{urt}}$	$J_{T1}$	$J_{H1}$	$\eta\%$	T	$t_2$	$T_{2\text{urt}}$	$J_{T2}$	$J_{H2}$	2 %
№	(c)		$\Gamma \cdot \text{sm}^2$	$\Gamma \cdot \text{sm}^2$		№	(c)		$\Gamma \cdot \text{sm}^2$	$\Gamma \cdot \text{sm}^2$	

### Sinov savollari

1. Jismning inersiya momenti deb nimaga aytiladi?
2. Jismning aylanma harakati kinetik energiyasi qanday aniqlanadi?
3. Shteyner teoremasini tushuntiring.
4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini yozing.
5. Ish formulasini keltirib chiqaring.



## Adabiyotlar

1. Haydarova M.Sh.Nazarov U.K. «Fizikadan laboratoriya ishlari» T. O'qituvchi – 1989 yil 38 – 48 b.
2. Ahmadjonov O. «Fizika kursi» T.O'qituvchi – 1987 yil 84 – 92 betlar.  
Yuldashev U., Mustofoqulov A Xalilov O.K., «Umumiy fizika»  
Ma'ruza matnlari 1q. Jizzax – 2000 yil.
3. Ismoilov M., Habibullayev P., Xaliulin M., «Fizika kursi» T. «O'zbekiston» - 2000 yil 121 – 136 betlar.

## HISOBLASHLAR



### Laboratoriya ishi № 3

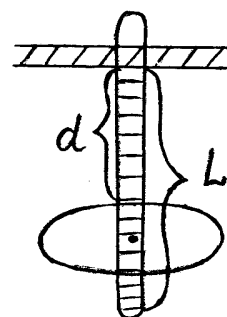
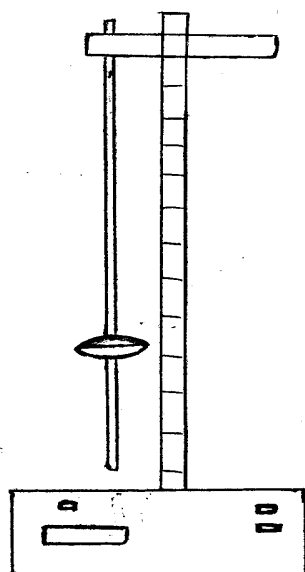
**Fizik mayatnik yordamida erkin tushish tezlanishni aniqlash.**

**Asbob: FPM – 04 markali universal mayatnik.**

**Ishning qisqacha nazariyasi.**

Asbobning tashqi ko'rinishi 1 – rasmda ko'rsatilgan. Asbob kattaliklari:

1. Sterjen massasi  $m_{\text{CT}} = 0,37 \text{ kg}$ .
2. Disk massasi.  $m_{\text{D}} = 1,13 \text{ kg}$
3. Sterjen uzunligi.  $L = 0,52 \text{ m}$ .



Diskning va sterjenning ogirlik markazi mos tushadi. Aylanish o'qi ogirlik markazidan o'tmaydigan gorizontol o'qqa nisbatan tebrana oladigan har qanday qattiq jism fizik mayatnik deyiladi. Fizik mayatnikning tebranma harakatini aylanma harakatning bir qismi deb qarash mumkin

Fizik mayatnikning tebranish davri.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}}, \quad (1).$$

$J$  – inersiya momenti,  $m$  - mayatnik massasi,  $d$  - jismning aylanish o'qidan ogirlik markazigacha bo'lgan masofa,  $g$  – erkin tushish tezlanish.

$$g = 9,81 \text{ m/s}_2$$

Mayatnik massasi:  $m = m_{\text{st}} + m_{\text{d}}$  (2)

Fizik mayatnikning tebranish davri, ya'ni (1) formuladan erkin tushish tezlanish  $g$  ni topamiz.

$$g = \frac{4\pi^2 J}{T^2 m d} \quad (3)$$

Mayatnikning inersiya momenti sterjen va disklarng inersiya momentlarining yigindisidan iborat.

$$J=J_{\text{CT}} + J_{\text{D}}$$

Ogirlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan jismlarning inersiya momentlari ma'lum bo'lsa, bu o'qqa parallel har qanday o'qqa nisbatan inersiya momentini Shteyner teoremasi yordamida aniqlash mumkin.

Shteyner teoremasiga asosan o'qi markazidan o'tmagan sterjenning inersiya momenti

$$J_{\text{CT}}=J_0+m_{\text{CT}} L^2$$

Bunda,  $J_0$  – fizik mayatnik (sterjen) ning ogirlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J_0 = \frac{1}{12} m_{\text{cm}} L^2$$

$L$  – sterjenning uzunligi.

Diskning inersiya momenti diskni hosil qilgan moddiy nuqtalarning inersiya momentlarining yigindisidan iborat. Shuning uchun barcha moddiy nuqtalar  $d$  – barobar uzoqlikda deb hisoblaymiz.

Demak,  $J_{\text{D}} = \sum m_i d^2 = d^2 \sum m_i = m_{\text{D}} d^2$ .

$$\sum_{i=1}^n m_i = m_{\text{D}}$$

Shunday qilib fizik mayatnikning inersiya momenti

$$J = \frac{1}{12} m_{\text{cm}} L^2 + m_{\text{cm}} d^2 + m_{\text{D}} d^2 \quad (4).$$

(2) va ular asosida (3) ni quyidagicha o'zgartirib yozamiz.

Agar fizik mayatnik faqat sterjendan iborat bo'lsa, unda

$$g = \frac{4\pi^2 \left( \frac{1}{12} m_{\text{cm}} L^2 + m_{\text{cm}} d^2 \right)}{T^2 dm_{\text{cm}}} = \frac{\pi^2 (L^2 + 12d^2)}{3T^2 d} \quad (5).$$

$$g = \frac{4\pi^2 \left( \frac{1}{12} m_{\text{cm}} L^2 + m_{\text{cm}} d^2 + m_{\text{D}} d^2 \right)}{T^2 d (m_{\text{cm}} + m_{\text{D}})} = \frac{\pi^2 (L^2 + 12d^2)}{3T^2 d} = \frac{4\pi^2}{T^2} \left[ \frac{m_{\text{cm}} L}{12(m_{\text{cm}} + m_{\text{D}})d} + d \right] \quad (6).$$

Bu laboratoriya ishida 2 ta tajriba o'tkaziladi.

1. Mayatnik sterjendan iborat hol uchun.
2. Mayatnik sterjen va diskdan iborat bo'lgan hol uchun.

### Ishni bajarish tartibi:

1. Ogirlik markazlarini moslab diskni sterjenga biriktirish.
2. Aylanish o'qidani ogirlik markazigacha bo'lgan masofani aniqlash.
3. Mayatnikni 5 – 60 ga burib qo'yib yuborish va sbros knopkasini bosish.
4.  $n = 10 \div 20$  marta aniqlanadi tajriba 3 – 5 marta takrorlanadi.

5. Topilgan qiymatlar jadvalga yoziladi va  $T = \frac{t}{n}$  dan tebranish davri topiladi.  $T_{urt}$  topilib (6) formuladan  $g$  – topiladi.
6. Diskni olib qo'yib, tajriba yana takrorlanadi va (5) formula yordamida  $g$  – topiladi.
7.  $g_{urt}$  – o'rtacha qiymat topilib, absolyut va nisbiy xatolar topiladi.

$$\Delta g = (g_{o'pr} - g_t), \quad g_t = 9,81 \text{ m/c}^2, \quad E = \frac{\Delta g}{g_t} \cdot 100\%$$

**Jadval.**

№	d	L.	T	n	T	T <sub>urt</sub>	g	g <sub>urt</sub>	Δg	Δg <sub>urt</sub>	E
I	0,26	0,52.	1								
			2								
			3								
II	0,26	0,52.	1								
			2								
			3								

### **Sinov savollari.**

1. Fizik mayatnik deb nimaga aytiladi?
2. Mayatnikning tebranish davri formulasini yozing.
3. Mayatnikning inersiya momenti formulasini yozing.
4. Fizik mayatnik uchun Shteyner teoremasini tushuntiring.

### **ADABIYOTLAR:**

1. Haydarova M. Sh., Nazarov U. K. « Fizikadan laboratoriya ishlari» T., «O'qituvchi» 1989 y.
2. Ahmadjonov O. « Fizika kursi» T., « O'qituvchi» 1987 y.
3. Ismoilov M., Habibullayev P., Xaliulin M. « Fizika kursi» T., « O'zbekiston» - 2000 y.

### **HISOBLASHLAR**

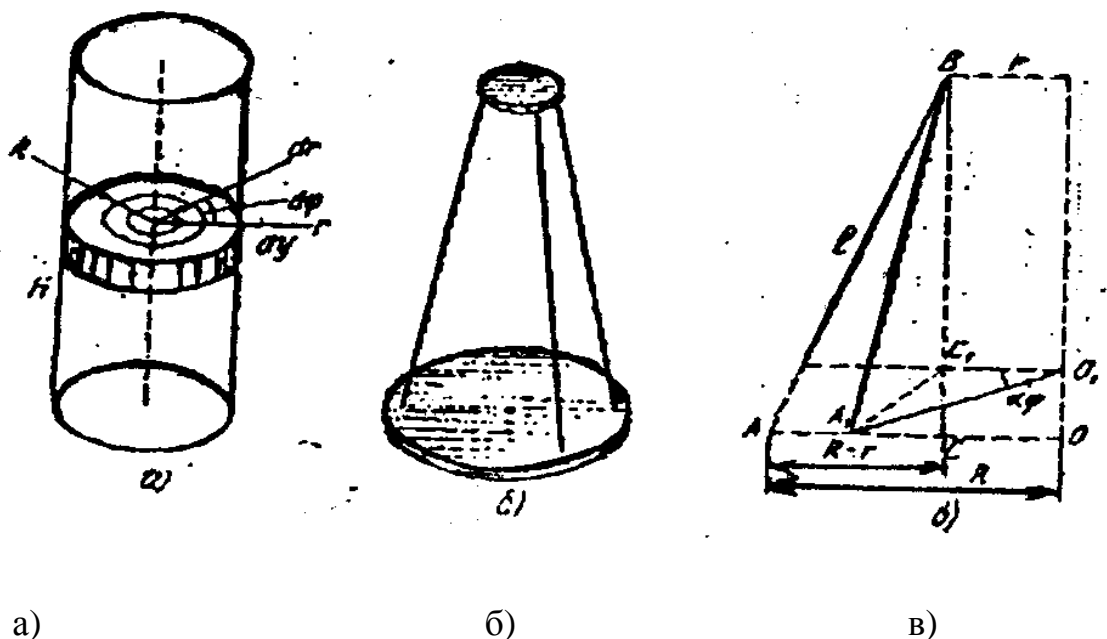


### Laboratoriya ishi. № 4

### Trifilyar osma yordamida jismlarning inersiya momentini aniqlash.

**Ishning maqsadi:** Turli shakldagi jismlarning inersiya momentlarini aniqlash usuli bilan tanishish.

**Kerakli asbob va jihozlar:** Trifilyar osma, sekundomer, shtangenserkul', turli ogirlikdagi namunalar.



1 – rasm. Qattiq jismning inersiya momenti:

### Q i s q a c h a n a z a r i y a

$$J = \int \rho r^2 dv \quad (1).$$

Bu ifoda yordami bilan simmetrik jismlarning inersiya momentlarini hisoblash qulay. Masalan, R radiusli m massali va H balandlikka ega bo'lgan yaxlit bir jinsli silindrning (1 a - rasm) inersiya momenti quyidagicha aniqlanadi. Rasmdagidek dv elementar hajm kattaligi ajratib olinadi:

$$dV = r dr dy d\varphi \quad (2)$$

va silindrning inersiya momenti quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$J = \rho \int_0^R r^3 dr \int_0^H dy \int_0^{2\pi} d\varphi \quad (3)$$

bu ifodada  $\rho\pi R^2 H = m$  - silindrning massasi ekanligini e'tiborga olsak, uning inersiya momenti

$$J = \frac{1}{2} m R^2 \quad (4)$$

bo'ladi. Shakli turlicha bo'lgan jismlarning inersiya momenti buralma tebranma harakat usuli bilan aniqlanadi. Bu usul bilan to'g'ri geometrik shakldagi jismlarning inersiya momentlarini aniqlab natijani (4) ifoda bilan solishtiramiz.

### **Асбобнинг тузилиши ва ишлаш принципи.**

Buralma tebranma harakat qonuniyatlariga asoslanib jismlarning inersiya momentini aniqlashga imkon beruvchi asbob - trifilyar osma mayatnik deb yuritiladi. Bu mayatnik R radiusli doira shaklidagi platformadan iborat bo'lib (1-b rasm), u chetidan simmetrik nuqtalarga boglangan iplar yordamida r – radiusli diskka osilgan. Platforma ogirlik markazidan o'tuvchi o'q atrofida aylanma tebranishga kela oladi. Uning tebranish davri inersiya momentiga bogliq. Agar platformaga qo'shimcha yuk qo'yilsa, tebranish davri o'zgaradi. Massasi m bo'lgan platforma bir tomonga aylanma tebranma harakat qilsa, uning ogirlik markazi h balandlikka ko'tarilib,

$$W_n = mgh$$

potensial energiyaga ega bo'ladi. Platforma teskari tomonga buralsa, uning kinetik energiyasi:

$$W_k = \frac{J\omega_0^2}{2} \quad (6)$$

bu yerda, I – platformaning inersiya momenti,

$\omega_0$  – uning muvozanat nuqtasidan o'tayotgandagi burchak tezligi.

Ishqalanishga sarf bo'lgan energiyani hisobga olmay, energiyaning saqlanish qonunini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{J\omega_0^2}{2} = mgh \quad (7)$$

Platforma tebranishi garmonik tebranish deb qaralsa, uning siljishi:

$$\beta = \alpha \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (8)$$

bu yerda,  $\alpha$  - burilish amplitudasi, T – to'la tebranish davri, t – vaqt.

Burchak tezlik:  $\omega = \frac{e\beta}{ee} = \frac{2\pi\alpha}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t$ .

Tezlikning amplituda qiymati muvozanat nuqtasidan o'tayotgan holatidagi tezlikka tengdir, ya'ni

$$\omega_0 = \frac{2\pi\alpha}{T} \quad (9)$$

(7) va (9) ifodalar solishtirilib quyidagi munosabat hosil qilinadi:

$$mgh = \frac{1}{2} J \left( \frac{2\pi\alpha}{T} \right)^2 \quad (10)$$

Agar trifilyar mayatnik osilgan ipning uzunligi 1 bo'lsa, 1v – rasmdagi uchburchaklar  $A_{VS}$ , va  $A_1CO_1$  dan ogirlik markazining ko'tarish balandligi h ni topish mumkin:



$$h = \frac{Rr\alpha^2}{2l} \quad (11)$$

bu munosabat (10) bilan solishtirilib, platforma inersiya momentini hisoblash formulasi hosil qilinadi:

$$J_0 = \frac{gRr}{4\pi^2 l} m_0 T_0^2 \quad (12) \quad c = \frac{gRr}{4\pi^2 l}$$

Platforma ustiga m massali jism qo'yilgan, uning inersiya momenti:

$$J = \frac{gRr}{4\pi^2 l} (m_0 + m') T^2 \quad (13)$$

Keltirilgan bu ifodalardan tekshirilayotgan jismlar inersiya momentlari quyidagi munosabatdan aniqlanishi ko'rinib turibdi:

$$J_k = J - J_0 = \frac{gRr}{4\pi^2 l} [(m_0 + m') T^2 - m_0 T_0^2] = c [(m_0 + m') T^2 - m_0 T_0^2] \quad (14)$$

- Platforma va jism simmetrik shaklga ega bo'lgani uchun ularning inersiya momentlari (1) ifoda asosida keltirib chiqarilgan formulalardan aniqlanishi mumkin. Xususan platforma yupqa disk ko'rinishida, ya'ni uning radiusi R qalinligi b dan juda katta bo'lsa, u holda platformaning inersiya momenti:

$$J_0 = \frac{1}{4} m R^2 \quad (15) \text{ ifoda, aksincha } R > b \text{ (qalinroq) bo'lsa, } J_0 = \frac{1}{4} m R^2 \quad (15a)$$

ifoda yordamida hisoblanadi.

Simmetrik yuklar qo'yilgan holda ularning inersiya momentlari:

$$I_{\text{yuk}} = I_0 + m'd, \quad (15b)$$

u yerda,  $I_0$  – o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti,  $d$  – platforma ogirlik markazidan yuk ogirlik markazigacha bo'lgan masofa.

Bu usul turli jismlar inersiya momentlarini ham aniqlash imkonini beradi. Inersiya momentlari o'rganilishi kerak bo'lgan jismlar platformaga shunday qo'yiladiki, ularning massa markazlari platforma aylanish o'qiga mos kelsin.

### Ishni bajarish tartibi

1. Disk radiuslari, ip uzunligi, platforma massasi o'lchanadi. ( $m_0=130$  g). (12) dagi S hisoblab qo'yiladi. Platforma 5 – 60 ga burib aylanma – tebranma harakatga keltiriladi.
2. 50 marta tebranishga ketgan vaqt aniqlanib, tebranish davri hisoblanadi.
3. (12), (15) yoki (15a) ifodalardan foydalanib, yuksiz platforma inersiya momenti aniqlanadi va turli usul bilan topilgan qiymatlari taqqoslanadi.
4. m massali jism platformaga joylashtiriladi va 2 punkt takrorlanadi. Jism o'qi platforma o'qiga mos qilib o'rnatiladi.
5. (13) ifodadan foydalanib, jism qo'yilgan yukli platforma inersiya momenti hisoblanadi.
6. (14) ifoda yordamida platformaga qo'yilgan yuk jismning inersiya momenti aniqlanadi.
7.  $m_2, m_3, \dots, m't$  massali jismlar uchun 4,5 va 6 – punktlar takrorlanadi.

8. Tajriba xatolari  $\Delta_i = \pm \frac{J_{\text{IOK}} + J_x}{J_x} \cdot 100\%$  va  $\Delta_0 = \frac{J_0 - J_x}{J_x} \cdot 100\%$  bunda, I – o'rganilayotgan jismlarning tartib nomeri, Ie – tajriba natijalari asosida, Ix – jismning geometrik o'lchamlaridan foydalanib aniqlangan qiymatlar.
9. O'lchangan va hisoblangan kattaliklar jadvalga yoziladi:

### J A D V A L

№	m <sub>0</sub> (kg)	m'(kg)	R(m)	r(m)	T (c)	J <sub>x</sub> (kg·m <sup>2</sup> )	J <sub>0</sub> (kgm <sup>2</sup> )	Δi(%)	Δ <sub>0</sub> (%)

### S I N O V   S A V O L L A R I .

1. Inersiya momenti nima? Turli jismlarning inersiya momentlarini aniqlashning qanday usullarini bilasiz?
2. Mexanik kattaliklarning o'lchov birliklarini aytib bering.
3. Bir vaqtning o'zida ham aylanma, ham ilgarilanma harakatda ishtirok etayotgan jismning harakat energiyasi qanday aniqlanadi?
4. Gravitatsion maydon haqida nima bilasiz?
5. Mexanik energiya saqlanish qonunining bajarilish shartlarini ayting?

#### A D A B I Y O T L A R :

1. Iveronova V. I. « Fizikadan praktikum », 99 – 100 bet.
2. Yuldashev U., Mustofoqulov A., « Umumiy fizika » ma'ruza matnlari 1 q. Jizzax – 2000 yil.
3. Ahmadjonov O. « Fiziki kursi » 1 q. T., O'qituvchi – 1987 y.

### H I S O B L A S H L A R



## Laboratoriya ishi. № 5

### *Xalqani tebratish metodi bilan ogirlik kuchi tezlanishini aniqlash.*

**Kerakli asboblari:** Gorizantal o'qqa osilgan xalqa, shtangensirkul' yoki lineyka, sekundomer.

Nazariy ma'lumotlar.

Qattiq jismni aylanma harakatga keltirish uchun aylanma harakatga keltirish uchun aylanish o'qiga parallel bo'lmagan va aylanish o'qidan o'tmaydigan  $F$  kuch bilan tashqaridan jismning biror nuqtasiga ta'sir ettirish kerak. Masalan,  $F$  kuch o'qqa perpendikulyar bo'lgan tekislikda bo'lsin. Bu vaqtda aylanma harakat kuch kattaligi va kuch yelkasi « $l$ » bilan xarakterlanadi. Kuchning kuch yelkasiga ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalikka aylanishga nisbatan kuch momenti deyiladi.

$$M = F \cdot l$$

Jismning inersiya momenti faqat massasiga bogliq bo'lmay, aylanish o'qiga nisbatan jism joylashishiga ham bogliqdir. Shuning uchun turli jismlarning inersiya momentlari aylanish o'qi turiga qarab har xil bo'ladi.

1).  $J = m \cdot l^2$  - moddiy nuqtaning biror aylansh o'qiga nisbatan inersiya momenti.

2)  $J = \frac{1}{2} ml^2$  - yaxlit silindr (disk) ning inersiya momenti.

3)  $J = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2)$  - ichki radiusi  $R_1$  va tashqi radiusi  $R_2$  bo'lgan kovak silindr (gardish) ning o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti.

Agar biror jismning ogirlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti  $J_0$  ma'lum bo'lsa, Shteyner teoremasi bo'yicha  $d$  masofadagi shu o'qqa parallel bo'lgan o'qqa nisbatan ham inersiya momentini aniqlash mumkin.

$$J = J_0 + md^2 \quad (2)$$

Bunda,  $m$  – jism massasi,  $d$  – ogirlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Jismga ta'sir etuvchi kuch momenti bilan jism inersiya momentlari o'zaro bogliqdir, ya'ni

$$M = J \cdot E \quad (3).$$

bu yerda,  $E$  – jismning burchak tezlanishi,  $J$  – inersiya momenti.

(3) tenglama aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini ifodalaydi.

Agar ixtiyoriy shakldagi jismni gorizantal o'qqa ilib muvozanat holatidan chetga chiqarsak, kuch momenti ta'sirida tebranadi. Ogirlik kuchi  $P = m_g$  ni normal  $P_n$  va  $P_e$  tashkil etuvchilarga ajratsak, jism bu kuchlar ta'sirida muvozanat vaziyati tomon harakatlanadi

$$P_r = P \sin \alpha = mg \sin \alpha \quad (4) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Kuch momenti  $M$  ta'sirida tebranma harakatlanadigan, inersiya markazi bilan ustma – ust tushmaydigan, ixtiyoriy qo'zgalmas nuqta atrofida tebranma oladigan qattiq jism fizik mayatnik deyiladi. Kichik burchakka ogdirilgan fizik mayatnik tebranish davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgr}} \quad (5) \quad \text{formuladan topiladi.}$$

(5) dan ogirlik kuchi tezlanishini topamiz.

$$g = \frac{4\pi^2(3R_1^2 + R_2^2)m}{2R_1T^2} = \frac{2\pi^2(3R_1^2 + R_2^2)}{R_1T^2};$$

$R_1$  – xalqaning ichki radiusi,  $R_2$  – xalqaning tashqi radiusi.

$T$  – tebranish davri  $T$  q  $\frac{t}{n}$ ;

### Ishni bajarish tartibi.

1. Sirkul' yoki lineyka bilan xalqaning ichki  $R_1$  va tashqi  $R_2$  radiuslari topiladi.
2.  $n$  ta tebranish uchun ketgan vaqt aniqlanib, tebranish davri topiladi.
3. Xalqaning radiusi va tebranish davri hisoblanib o'rtachalari olinadi.
4. Tajriba 3 marta o'tkazilib 1 – jadvalga yoziladi.
5. Absolyut va nisbiy xatolar topiladi.

$\tau/p$	$R_1$	$R_2$	$N$	$t$	$T$	$T_{urt}$	$g$	$g_{urt}$	$\Delta g$	$\Delta g_{urt}$	$E_n\%$
1											
2											
3											

### Sinov savollari.

1. Ogirlik kuchi nima?
2. Jismning inersiya momenti deb nimaga aytiladi?
3. Shteyner teoremasini tushuntiring.
4. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini yozing.
5. Fizik mayatnik deb nimaga aytiladi?
6. Ish formulasini keltirib chiqaring.

### ADABIYOTLAR:

1. O'lmasova M. X., Toshxonova J. A. va boshqalar « Fizikadan praktikum» T., O'qituvchi 1996 y.
2. Savel'yev I. V. « Umumiy fizika kursi» 1 tom. T., O'qituvchi 1973 y.
3. O. Ahmadjonov « Fizika kursi» 1 q.

## **HISOBLASHLAR**

## *Labaratoriya ishi № 6*

**Mavzu: Stoks usuli bilan suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash.**

**Ishning maqsadi: Suyuqlik ichida jismlarning harakati bilan bogliq bo'lgan hodisalarni kuzatish va ichki ishqalanish koeffitsiyentni aniqlash.**

Kerakli asbob va jihozlar: Balandligi 40-50 sm bo'lgan shisha silindr, sekundomer, 0.5-1 mm radiusli po'lat sharcha, mikrometr, o'lchov chizgichi, tekshirilayotgan suyuqlik, pinset, cho'mich.

### **QISQACHA NAZARIYA**

Ma'lumki suyuqlik molekulalarning zichligi gaz molekulalarnikiga qaraganda bir necha barobar katta. Molekulalar orasidagi masofa taxminan bitta molekula diametriga teng bo'ladi, deb faraz qilish mumkin. Binobarin, suyuqlik molekulalari gazlarniki kabi erkin harakat qila olmaydi. Ular qo'shni molekulalar orasida tebranma harakat qilib, "o'troq" xayot kechiradi, vaqti – vaqti bilan tartibsiz ravishda o'z o'rinlarini o'zgartirib turadi. Suyuqlik molekulalarining bunday tabiati ichki ishqalanish hodisasiga ham ta'sir qiladi. Suyuqliklarda ichki ishqalanish vaqti-vaqti bilan o'z o'rnini o'zgartirib, bir qatlamdan ikkinchi qatlamga impul's olib o'tadigan molekulalar hisobiga sodir bo'ladi. Molekulalarning bunday "sakrab" o'tishi kamroq sodir bo'lgani uchun suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyenti gazlarnikiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Past temperaturalarda, ayniqsa, bu farq sezilarlidir. Temperatura ko'tarilishi bilan "sakrab" o'z holatini o'zgartiradigan molekulalarning soni ortadi. Ichki ishqalanish koeffitsiyenti temperatura oshishi bilan tez kamayadi. Tezliklari har-xil bo'lgan ikki qo'shni qatlam orasidagi ishqalanish kuchi:

$$F = -\eta \frac{dv}{dx} \cdot S, \quad (1)$$

bunda  $\eta$  - ichki ishqalanish koeffitsiyenti,  $\frac{dv}{dx}$  -tezlik gradiyenti, S- ishqalanish kuchi ta'sir qilayotgan qatlam yuzi, minus ishora kuch, impul'sining kamayishini tomonga yo'nalganligini ko'rsatadi. Yuqorida ko'rsatilgan  $m$  – massali suyuqlik ishqalanish koeffitsiyentidan tashqari uning hajm birligidagi nisbati bilan belgilanadigan kinematik ishqalanish koeffitsiyenti ham ishlatiladi, u quyidagicha yoziladi.

$$v = \frac{\eta}{\rho} \quad (2)$$

Suyuqliklarning ichki ishqalanish koeffitsiyentlari viskozimetrlar yordami bilan o'lchanadi. Shuningdek, ishqalanish bilan bogliq bo'lgan yana bir necha usullardan foydalanib ichki ishqalanish koeffitsiyenti tajribada aniqlash mumkin. Ulardan biri kichik sharchalarning suyuqliklardagi harakatiga asoslanadi. Ma'lumki sharcha suyuqlikda vertikal harakatlansa, unga bir vaqtning o'zida uchta kuch ta'sir qiladi. Sharchaning ogirlik kuchi  $R$ , Arximed kuchi  $F_A$  va suyuqlikning ichki ishqalanish kuchi  $F_{ishk}$  teng ta'sir etuvchi kuch bu kuchlarning vektor yigindisiga teng.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_{ishk} \quad (3)$$

Harakat yo'nalishidagi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi (1-rasm)

$$F = P - (F_A + F_{uuK}) \quad (4)$$

bilan mos tushadi. Harakat boshida  $P > F_A + F_{ishq}$  bo'lib, jism tezlanuvchan harakat qiladi. Sharchaning tezligi orta borgan sari ishqalanish kuchi orta boradi.

Bu kuch Stoks qonuni asosida aniqlanadi. Suyuqlikda xarakatlanayotgan shar shaklidagi jismlar uchun suyuqlikning qarshilik kuchi xarakat tezligiga, shar radiusiga va suyuqlikning ishqalanish koeffitsiyentiga proporsional.

$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F}_{ishq}$$

$$F = P - (F_A + F_{ishq}) = 0$$

$$F_{ishq} = 6\pi\eta v r \quad (5)$$

Harakat yo'nalishidagi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi (1-rasm)

$$P - (F_A + F_{ishq}) = 0 \quad (6)$$

Shu vaqtdan boshlab sharchaning tezligi o'zgarmay qoladi, u to'g'ri chizikli tekis harakat qiladi. Bunday harakat kiladi. Bunday harakat ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlash imkoniyatini beradi (6) tenglikga Arximed kuch

$$F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_c g$$



ogirlik kuchi 
$$P = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_w g$$

va Stoks kuchi (5) qiymatlarni qo'yib ichki ishqalanish koeffitsiyenti aniqlanadi:

$$\eta = \frac{2}{9} (\rho_w - \rho_c) \frac{g r^2}{\nu} = \frac{1}{18} (\rho_w - \rho_c) \frac{g d^2}{\nu} \quad (9)$$

bu yerda  $r$ -sharchaning radiusi,  $\rho_c$  va  $\rho_w$  mos ravishda suyuqlik va sharcha materialining zichliklari,  $d$ -sharchaning diametri.

Sharcha  $l$  masofani vaqtda bosib o'tsa, uning o'zgarmas tezligi  $\nu = \frac{l}{t}$  bo'ladi, u holda (9) ifoda quyidagicha yoziladi:

$$\eta = \frac{1}{18} (\rho_w - \rho_c) \frac{g d^2 t}{l} C d^2 \cdot t \quad (10)$$

bu yerda 
$$C = \frac{1}{18} (\rho_w - \rho_c) \frac{g}{l} \quad (11)$$

### *O'lchash natijalarni hisoblash*

1. Shisha idish devorlarga qo'yilgan belgilar orasidagi masofa cho'zgich yordamida o'lchanadi, sharcha va suyuqlikning zichligi qurilmadan yozib olinadi.
2. (11) ifodadan muayyan tajribaga bogliq doimiy "S" hisoblanadi.
3. Suyuqlikka tushiriladigan sharchaning diametri 0.01mm aniqlikda o'lchanadi, bu sharcha pinsent yordamida mumkin qadar silindr o'qiga va suyuqlik sirtiga yaqin holatda tashlanadi.
4. Sharchaning suyuqlikdagi belgilar orasidagi masofani o'tish vaqti aniqlanadi.
5. Tajriba 8-10 ta sharcha uchun takrorlanadi.
6. (10) ifodadan ichki ishqalanish koeffitsiyenti hisoblanadi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

№	$l,$ $\mathcal{M}$	$d,$ $\mathcal{M}$	$t,$ $\mathcal{C}$	$\eta,$ $\frac{kg}{\mathcal{C} \cdot \mathcal{M}}$	$\bar{\eta},$ $\frac{kg}{\mathcal{C} \cdot \mathcal{M}}$	$\Delta\eta,$ $\frac{kg}{\mathcal{C} \cdot \mathcal{M}}$	$\Delta\bar{\eta},$ $\frac{kg}{\mathcal{C} \cdot \mathcal{M}}$	$\frac{\Delta\eta}{\eta} \cdot 100\%$

9.  $\delta = \frac{\bar{\eta} - \eta_{\mathcal{K}}}{\eta_{\mathcal{K}}} \cdot 100\%$  ifodadan tajriba xatoligi hisoblanadi.  $\eta_{\mathcal{K}}$  -ichki ishqalanish koeffitsiyentining jadvaldan olingan qiymati.

### SINOV SAVOLLARI

1. Ichki ishqalanish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini aniqlashda Stoks usulining mohiyatini tushintiring.
3. (10) formulani keltirib chiqaring.
4. Ichki ishqalanish koeffitsiyentini qanday parametr ga bogliq?

### ADABIYOTLAR

1. Mo'minov M., Haydarova X. "Fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma"  
T.O'qituvchi – 1971 yil 72-74betlar.
2. Ismoilov M., Xabibulayev P., Xaliulin M. "Fizika kursi" T.O'zbekiston-  
2000 yil 173-176 betlar.
3. Haydarova M.Sh. Nazarov U.K. "Fizikadan laboratoriya ishlari"  
T.O'qituvchi-1989 yil 76-79 betlar.

### HISOBLASHLAR



## Laboratoriya ishi № 7

### Mavzu: Suyuqlikning sirt taranglik kuchini tomchi usuli bilan aniqlash

Ishning maqsadi: Suvning sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlash.

Asbob uskunalari: Shtativ, bir uchi ingichka byuretki, qisqich, stakan, tekshirilayotgan suyuqlik, tarozi, sekundomer.

#### QISQACHA NAZARIYA

Suyuqliklarda molekularning tortishish kuchlari va molekularning xarakatchanligi sirt taranglik kuchlarining namoyon bo'lishiga bogliq.

Suyuqlik ichida bitta molekulaga unga qo'shni bo'lgan molekular tomonidan ta'sir qiladigan tortishish kuchlari o'zaro kompensatsiyalanadi. Suyuqlikning sirtida joylashgan va qanday molekula suyuqlik ichida joylashgan molekular bilan tortishib turadi.

Bu kuchlar ta'sirida molekular suyuqlik sirtidan suyuqlik ichiga kiradi va suyuqlik sirtidagi molekular soni suyuqlikning erkin sirti shu sharoitda mumkin bo'lgan minimal qiymatlarga erishmaguncha kamayib boradi. Shu xajmdagi jismlar ichida minimal sirtini shar egallaydi. Shuning uchun boshqa kuchlar bo'lmaganda yoki ular hisobga olinmas darajada kichik bo'lganda suyuqlik sirt taranglik kuchlari ta'sirida shar shaklini oladi. Suyuqlik erkin sirtining qisqarish hossasiga asosan suyuqlik, go'yoki qisqarish intiluvchi yupqa chizilgan elastik plyonka bilan toplangandek ko'rinadi. Suyuqlikning sirti bo'ylab bu sirtini chegaralovchi chiziqqa perpendikulyar holda ta'sir qiluvchi va bu sirtini minimumgacha qisqartirishga intiluvchi kuch sirt taranglik kuchi deyiladi.

I – uzunlikdagi sirt qatlami chegarasiga ta'sir qiluvchi sirt taranglik kuchi modulining shu uzunlikka nisbati uzunlikka bogliq bo'lmagan o'zgarmas kattalikdir. Bu kattalik sirt taranglik koeffitsiyenti deyiladi va grek xarfi «sigma» bilan belgilanadi.

$$G = \frac{F_T}{l} \quad (1).$$

Sirt taranglik koeffitsiyenti metriga N'yuton  $\left[ \frac{H}{M} \right]$  bilan ifodalanadi. Agar suyuqlik molekularining qattiq jism sirtiga tortishish kuchlari kichik bo'lsa u holda suyuqlik qatlamining sirti qo'llanadi. Agar suyuq va qattiq jism molekularining

o'zaro ta'sir kuchlari suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro tortishish kuchlaridan katta bo'lsa, u holda suyuqlik qattiq jism sirtini qo'llamaydi.

Pastki uchi ingichka nayda (1 - rasm) suyuqlik sekin oqib chiqayotganda tomchilar hosil bo'lishiga sabab sirt taranglik kuchi bir tomchini hosil qiluvchi va uni tushirmasdan ushlab turuvchi kuchlarni bilsak, tekshirilayotgan sirt taranglik koeffitsiyenti  $G$  aniqlash mumkin.

Kapilyar naychadan tomchi uzilgan paytida sirt taranglik kuchi ogirlik kuchiga teng bo'ladi:

$$P = F_T; P = m_T g; F_T = Gl = T2\pi R; l = 2\pi R; m_T g = G2\pi R \quad (2)$$

bu yerda:  $m_T$  – tomchi massasi

$R$  – naycha radiusi.

Bu formuladan sirt taranglik koeffitsiyenti aniqlanadi.

$$G = \frac{m_T g}{2\pi R} \quad (3).$$

### Ishni bajarish tartibi

1. Naychaga suv solinadi va kran yordami bilan 1 tomchi/sek tezlikka erishiladi.
2. Shisha stakanni tarozi yordami massasi aniqlanadi. Kapillyarni radiusi o'lchanadi. Natijalar I – jadvalga yoziladi.
3. Shisha stakanga  $n = 20$  tomchi tomizilib suvli stakanning massasiga  $m_0$  tarozi bilan o'lchanadi. Tajriba kamida 4 marta takrorlanadi va

bitta tomchining massasi aniqlanadi.  $m_n = \frac{m_{\text{cy6}}}{n} \quad (4) \quad m_{\text{cy6}} = m_0 - m_{\text{cm}}$

(5). (3) formula yordamida sirt taranglik koeffitsiyenti aniqlanadi.

4. Jadval qiymatlari bilan solishtirilib nisbiy xato topiladi

$$\eta = \frac{|\sigma_{\text{жад}} - \sigma_{\text{амал}}|}{\sigma_{\text{жад}}} 100\% \quad (4)$$

1 – jadval.

$m_{\text{cm}}$	$R$	$2\pi R$	$m$	$m_{\text{cy6}} = m - m_{\text{cm}}$	$n$	$m_n = m_{\text{cy6}} / n$	$\sigma_a$	$\sigma_{\text{жс}}$	$\eta$

### SINOV SAVVOLLARI.

1. Sirt taranglik koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
2. Sirt taranglikni keltirib chiqaruvchi sabablarni tushintiring?
3. Sirt taranglik koeffitsiyentini aniqlovchi formulani keltirib chiqaring.
4. Kapilyarlik hodisaning mohiyati va ahamiyatini tushuntiring.

### ADABIYOTLAR

1. Parpiyev K.G va «Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum» T. O'qituvchi 1978 yil 175 – 187 betlar.
2. Xaydarov M.Sh Nazarov U.K «Fizikadan laboratoriya ishlari» T. O'qituvchi 1989 y 82-86 b.
3. O'lmasova M.X, Toshxonava J.A. va boshqalar. T. O'qituvchi – 1986 y, 170-179 betlar.

## **HISOBLASHLAR**



## VIRTUAL LABORATORIYA ISHLARI

### Laboratoriya ishi № 8

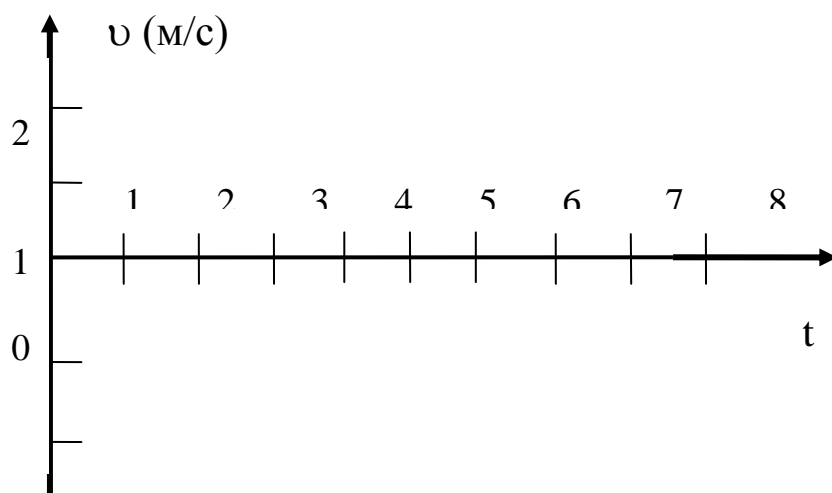
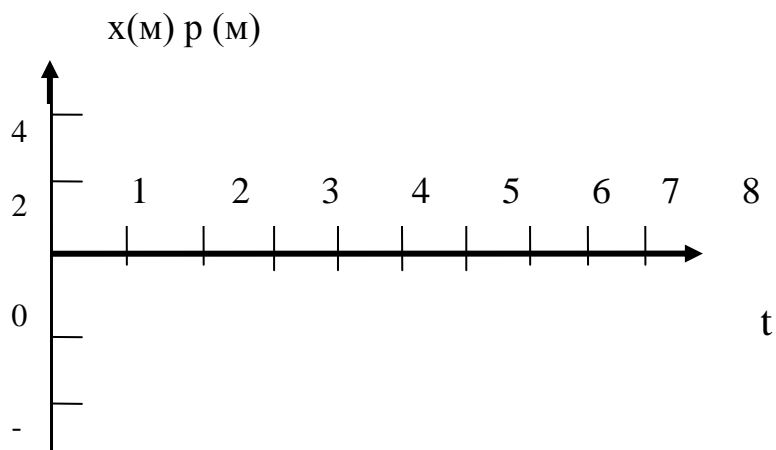
#### Tekis tezlanuvchan harakatni o'rganish.

1 – Mashq.

Komp'yuter eksperimentida berilgan kattaliklardan foydalanib, harakat rejimini yasang va grafigini chizing.

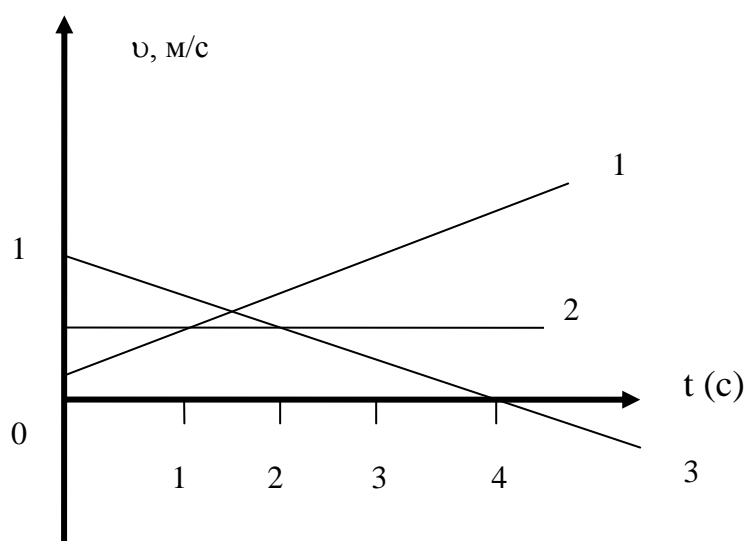
- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| a) $v_0 = 0,2 \text{ m/c}$ , | $a = 0 \text{ m/c}^2$ .    |
| б) $v_0 = 0 \text{ m/c}$ ,   | $a = -0,5 \text{ m/c}^2$ . |
| c) $v_0 = 1 \text{ m/c}$ ,   | $a = 0,1 \text{ m/c}^2$ .  |
| д) $v_0 = 1 \text{ m/c}$ ,   | $a = -0,1 \text{ m/c}^2$ . |





2-mashq.

Rasmda ko'rsatilgan grafiklar uchun tezlanishlar qiymatini toping.  
Komp'yuterda shu harakat rejimini yasang.



$$\mathcal{G}_1 = \omega_1 R_1; \omega_1 = \frac{\mathcal{G}}{R_1};$$

$$\mathcal{G}_1 = \omega_2 R_2;$$

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\frac{\nu}{R_2}}{\frac{\nu}{R_1}} = \frac{R_2}{R_1} 2$$

***HISOBLASHLAR***

## ***Laboratoriya ishi № 9.***

### ***Tekis aylanma harakatni o'rganish.***

1 – Mashq.

Tezlik o'zgarmagan holda radius 2 martaga kamaytirilsa, aylanish chastotasi qanday o'zgaradi. Chiziqli tezlik, burchak tezlik va radius orasidagi boglanish quyidagicha  $v = \omega R$ . Shu holni komp'yuterda bajaring.

2 – Mashq

Agar  $v_1$ ,  $R$  berilgan bo'lsa markazga intilma tezlanishni toping va shu berilgan qiymatlar uchun tajribani komp'yuterda bajaring.

## HISOBLASHLAR

### *Laboratoriya ishi № 10* *Jismlarning erkin tushishini o'rganish.*

#### *1 – Mashq*

$h$  balandlikdan boshlangich gorizontal ( $0$  tezlik bilan tushayotgan jismning  $r$  o'qi bo'ylab siljishi  $x$  ni, tushish vaqtini hisoblang. Erkin tushish tezlanish  $\mu = 9,8$  m/c. Olingan natijani komp'terda tekshirib ko'ring.

$h = v_0 t$

$\Delta x - ?$

$\Delta t - ?$

2 – Mashq.

Oldingi masalaning sharti bo'yicha jismning yerga urilish momentidagi tezligini quyidagi formuladan foydalanib toping.

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

3 – Mashq.

Ikki jism balandlikdan tushmoqda. Birinchi jismning balandligi  $h_1=100$  m. Tezligi esa  $v_1 = 6\text{m/s}$ . Ikkinchi jismning balandligi 60 m. Tezligi esa ( $v_2 = 12\text{m/s}$ ). Ulardan qaysi biri uzoqroqqa borib tushadi. Yerga urilish vaqtida qaysi birining tezligi katta bo'ladi. Olingan natijani komp'yuterda tekshirib ko'ring.

## HISOBLASHLAR

### *Laboratoriya ishi № 11.*

#### *Jismning ishqalanish kuchini o'rganish.*

##### *1 – Mashq.*

Agar ishqalanish koeffitsiyenti  $\mu$  berilgan bo'lsa, qiya tekislik burchagi qanday bo'lganda brusok sirpanib tushib ketadi?  $\alpha = ?$

##### *2 – mashq.*

Agar ishqalanish koeffitsiyenti  $\mu$  va  $F_{vn}$  (qo'shimcha kuch) qiymatlari berilgan bo'lsa, qiya tekislikning brusok tushib ketadigan burchagini toping.

$\alpha = ?$

## HISOBLASHLAR

### *Laboratoriya ishi № 12.*

#### *Impul's va energiyaning saqlanish qonunini tekshirish.*

1 – Mashq.

Massalari  $m_1$   $m_2$  bo'lgan sharlarning har xil urilish masofalarida elastik to'qnashishini tekshiring. Har safar sharlarning urilishdan keyingi yo'nalishlari orasidagi burchak  $90^\circ$  bo'lishiga ishonch hosil qiling.

2 – Mashq.

Ekkranda berilgan sonli qiymatlardan foydalanib, har bir urilishda energiya va impul's saqlanish qonunini tekshiring.

$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$

$$P_1 = m_1 v_1$$

$$P_2 = m_2 v_2$$

3 – Mashq.

Urilish masofasi  $d = 0$  bo'lganda tajriba o'tkazing va sharlar massasi teng bo'lganda, ular o'zaro impul's almashishlariga ishonch hosil qiling.

## HISOBLASHLAR

Bosishga ruxsat etildi. 9.11.05. Kupaytirishga ruxsat etildi 11.11.06 Bichimi 60x84 1/16  
Shartli bosma tabogi \_\_\_\_\_. Adadi 150 dona. Buyurtma № 312  
Jizzax Politexnika Instituti qoshidagi «Politexnik»  
kichik bosmaxonasida rizografiya usulida ko'paytirildi.  
Jizzax sh. Xalqlar Do'stligi ko'chasi. 2006yil