

## 4-ma'ruzamashg'uloti

### Mavzu: Qattiqjismaylanmaharakati.

#### Reja:

1. Qattiqjismaylanmaharakatdinamikasingasosiy tenglamasi.
2. Kuchmomenti.
3. Aylanish o'qiganisbatan jismning impul'smomenti.
4. Impul'smomentining o'zgarish va saqlanish qonuni.

#### 1. Qattiqjismaylanmaharakatdinamikasingasosiy tenglamasi

Shu vaqtgacha aylanabo'ylab harakat tenglamalarini chiziqli tezlik orqali ifodalangan edik. Endi shu ifodalarni burchak tezlik va burchakli tezlanish

$$\frac{d\omega}{dt} = \beta$$

Orqali ifodalaymiz.

1. Impul'smomenti.

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = [\vec{r} \cdot m \cdot \vec{v}] = m[\vec{r} \cdot \vec{v}]$$

Chiziqli tezlik burchak tezlik bilan quyidagicha bog'langan  $\vec{v} = \omega \vec{r}$ , u holda

$$L_z = m[\vec{r} \cdot \omega \vec{r}] = mr^2 \cdot \omega$$

$\vec{L}_z$  - moddiy nuqta impulsining z o'qqanisbatan impulsmomentidir.

Moddiy nuqta impulsining z aylanish o'qiganisbatan inertsia moment uning massasining aylanish radiusi kvadratiga ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikdir:

$$I_z = \frac{\vec{L}_z}{\omega} = mr^2,$$

Qattiq jismning z aylanish o'qiga nisbatan impuls momenti -  $\vec{L}_z$  shu o'qqa nisbatan inertsia momenti  $I_z$  - ning burchak tezlikka ko'paytmasiga tengdir:

$$L_z = I_z \cdot \omega$$

Endi impulsmomentining o'zgarishini aniqlaymiz:

$$\frac{d\vec{L}_z}{dt} = \frac{d(I_z \omega)}{dt} = \vec{M}_z,$$

$$\frac{dL_z}{dt} = I_z \cdot \frac{d\omega}{dt} = I_z \cdot \beta = \vec{M}_z, \quad (1.1)$$

Shunday qilib, qattiqjismning z aylanish o'qiganisbatan inertsia momentining burchakli tezlanishga ko'paytmasi, tashqi kuchning shu o'qqanisbatan tashqi kuchmomentiga teng bo'ladi.

(1) - ifoda qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasidir, u  $\vec{F} = m\vec{a}$  tenglamaga o'xshash bo'lgani uchun ba'zan uni qattiq jism aylanma harakati uchun Nyutonning ikkinchi qonuni deb ataladi.

Agar aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga tashqi kuchlar ta'sir qilmasa

$$\vec{M}_z = 0$$

$$d\vec{L}_z = \vec{M}_z dt = 0 \text{ yoki } d\vec{L}_z = d(I_z \cdot \omega) = \vec{M}_z dt = 0$$

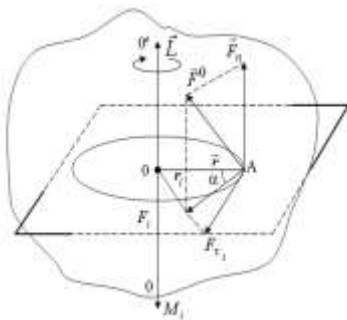
$$L_z = I_z \omega = \text{const}, \quad (1.2)$$

Bu ifoda impulsmomentining saqlanish qonunidir.

Aylanisho'qiga egabo'lgan qattiq jismga tashqi kuchlarga sirtmasayoki ularning aylanisho'qiga nisbatan kuch moment nolga teng bo'lsa, qattiq jismning aylanisho'qiga nisbatan impuls moment miqdori va yo'nalishi jihatidan o'zgarmay qoladi.

## 2. Kuch momenti

Qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy kattaliklari - impuls momenti va kuch momenti tushunchalari bir-biri bilan chambarchas bog'liqdir. Kuch momenti nuqtaga nisbatan bo'lsa, impuls momenti o'qqa nisbatandir. Shuning uchun ularni bir-biri bilan almashtirish mumkin emas. Har qanday vektorning biror nuqtaga nisbatan moment vektorkattalik bo'lgani uchun, kuch momenti ham vektorkattalikdir. Impuls momentiesao'q uzunligiga nisbatan bo'lgani uchun vektorkattalik emas.



### 1- rasm. 00' aylanish o'qiga o'rnatilgan qattiq jismga ixtiyoriy tashqi kuch ta'siri

Endi qattiq jismning biror 0 nuqtasiga nisbatan kuch vektori  $\vec{F}$  ning yoki impuls vektori  $\vec{P}$  ning momentini qarab chiqaylik (1-rasm). Bu nuqta *bosh nuqta* yoki *qutb* deb ataladi.

Massa markazidan o'tgan 0 o'qqa mahkamlangan jismning, shu o'qdan  $r$  masofaga joylashgan qandaydir A nuqtasiga istalgan yo'nalishda  $\vec{F}^0$  kuch qo'yamiz.  $\vec{F}^0$  - kuch vektori bilan ustma-ust tushgan chiziqli kuchning ta'sir chizig'i deb ataladi.

Aylanisho'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotuvchi kuchning  $\vec{F}_i$  tashkilotuvchisi jismning aylanishiga sabab bo'lishi mumkin.

$\vec{F}_n$  - tashkilotuvchisi esa, 0 o'qbo'ylabilgari lanmaharakatni vujudga keltiradi.

Kuchning  $\vec{F}_{\tau}$  - tangentsial tashkilotuvchisi ta'sirida,  $m$  massali A nuqta  $\vec{r}$  radiusli aylanani chizishi mumkin.

$\vec{F}_i$  kuchning aylantirish effekti

00' o'q bilan kuchning ta'sir chizig'iga o'rtasidagi masofa katta bo'lishi bilan o'rtaboradi.

Radius vektor  $\vec{r}$  ning  $\vec{F}_i$  kuchga vektorko'paytmasi kuchning ixtiyoriy qo'zg'almas 0 o'qqa nisbatan kuch momenti deb ataladi.

$$\vec{M}_i = [\vec{r}_i \cdot \vec{F}_i] \quad , \quad (2.1)$$

Kuch momentining moduli quyidagigateng

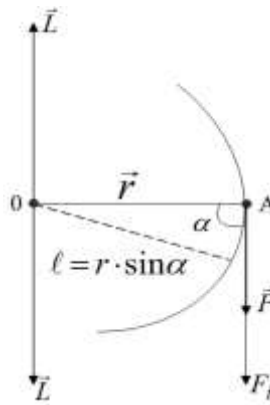
$$|\vec{M}_i| = [|\vec{r}_i \cdot \vec{P}|] = M_i = F_i \cdot r \sin \alpha$$

Uchta  $\vec{r}_i$ ,  $\vec{F}_i$ ,  $\vec{M}_i$  vektorlar o'ngparma qoidasiga bo'ysungan uchun kuch momentining yo'nalishi 00' o'qbo'yicha yo'nalgan bo'ladi.

### 3. Aylanisho'qiga nisbatan jismning impuls momenti.

Massa simgateng bo'lgan moddiy nuqta  $\vec{U}$  tezlik bilan harakatlanayotganda  $\vec{P}$  impuls ga egabo'ladi.  $\vec{r}$  - radius - vektorning  $\vec{P}$  impuls ga vektorko'paytmasi *impuls moment* deb ataladi.  $\vec{L}$  - impuls momentining vektori yo'nalishi parma qoidasi asosida aniqlanadi (2-rasm).

$\vec{r}$  - radius - vektor va  $\vec{P}$  - impuls vektori yotgan tekislikka perpendikulyar



**2-rasm. Moddiy nuqta impuls momentivektorining yo‘nalishi**

$\vec{r}$  - radius - vektor va  $\vec{P}$  - impuls vektori yotgan tekislikka perpendikulyar ravishda 0 nuqtaga joylashtirilgan parma dastasining aylanma harakat yo‘nalishi impuls yo‘nalishi bilan mos tushganda, parmaning ilgarilanma harakat yo‘nalishi impuls momenti  $\vec{L}$  ning yo‘nalishini ko‘rsatadi:

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = [\vec{r}(m \cdot \vec{v})] = m[\vec{r} \cdot \vec{v}] \quad (3.1)$$

Impulsmomentining moduli quyidagigatengdir:

$$[\vec{L}] = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = r \cdot P \sin \alpha$$

#### 4. Impul'smomentining o'zgarish va saqlanish qonuni.

Moddiy nuqta impuls momenti o'zgarish qonunini impuls momentining vaqt bo'yicha hosilasi orqali topamiz:

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{L}}{dt} &= \frac{d}{dt} [\vec{r} \cdot \vec{P}] = \left[ \frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{P} \right] + \left[ \vec{r} \cdot \frac{d\vec{P}}{dt} \right] \\ \frac{d\vec{L}}{dt} &= [\vec{v} \cdot \vec{P}] + [\vec{r} \cdot \vec{F}] \end{aligned}$$

$\vec{v}$  va  $\vec{P}$  vektorlar parallel, kolleniar vektorlarning ko'paytmasi bo'lgani uchun  $[\vec{v} \cdot \vec{P}] = 0$  gatengbo'ladi, u holda

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{r} \cdot \vec{F}] = \vec{M}_c$$

ya'ni

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}_c \quad (4.1)$$

Moddiy nuqta impulsining biror nuqtaga nisbatan o'zgarishi, shu moddiy nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch momentiga tengdir.

Agar  $\vec{M} = 0$  bo'lsa, impuls momentining saqlanish qonunini ifodasiga ega bo'lamiz.

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = 0, \quad \vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = [\vec{r} \cdot m \cdot \vec{v}] = \text{const}$$

Ixtiyoriy o'q atrofida aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqtaga tashqi kuch momenti ta'sir etmasa, u o'zining impuls momentini miqdor va yo'nalishi jihatdan o'zgarmas holda saqlaydi.

## TEST SAVOLLAR

1. Koriolis formulasini ko'rsating

A)  $\vec{F}_k = 2m[\vec{\omega} \cdot \vec{\omega}]$

B)  $\vec{F} = m\vec{g}$

C)  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

D)  $\vec{F} = -k\vec{r}$

2. Shteyner teoremasi formulasini ko'rsating

A)  $I_J = I_c + md$

B)  $I_J = I_c + md^2$

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

D)  $I = \int_0^\infty r^2 dm$

3. Aylanma harakatdagi elementar ishning ifodasini aniqlang

A)  $A = M\beta$

B)  $dA = Md\varphi$

C)  $A = \frac{M}{\beta}$

D)  $A = \frac{M}{\varphi}$

4. Yaxlit sharning, uning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating

A)  $I = mR^2$

B)  $I = \frac{1}{2}mR^2$

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

D)  $I = \frac{2}{3}mR^2$

5. Yupqa uzukning, uning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating.

A)  $I = mR^2$

B)  $I = \frac{1}{2}mR^2$

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

D)  $I = \frac{2}{3}mR^2$

8. Yaxlit diskning, uning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating.

A)  $I = mR^2$

B)  $I = \frac{1}{2}mR^2$

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

D)  $I = \frac{2}{3}mR^2$

6. Bir jinsli sterjenning, uning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating.

A)  $I = \frac{1}{12}mL^2$

B)  $I = \frac{1}{2}mR^2$

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

D)  $I = \frac{1}{3}mL^2$

7. Bir jinsli sterjenning, uning chetidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti formulasini ko'rsating..

A)  $I = \frac{1}{12}mL^2$

B)  $I = \frac{1}{2}mR^2$

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

D)  $I = \frac{1}{3}mL^2$

8. Odam vertikal o'q atrofida inersiya bilan aylanayotgan charxpalakning markazida, qo'llarida uzun sterjenni o'rtasidan ushlagan holda o'tiribdi. Agar u sterjenni gorizontal holatdan vertikal holatga keltirsa, u holda aylanish chastotasi...

A) o'zgarmaydi

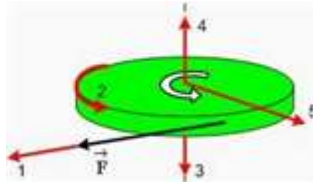
B) ortadi

C) kamayadi

9. G'ildirak rasmda ko'satilgan oqstrelkade kaylanadi.

G'ildirak chetiga urinmabo'ylab yo'nalgan kuch qo'yilgan. ...

burchak tezlanish vektorini to'g'ri tasvirlaydi.



A) 1

B) 2

C) 3

D) 4

10. Ko'proq qaysi formula aylanma harakat dinamikasi qonunining umumiy ifodasi hisoblanadi A)

$\vec{F} = m\vec{a}$

B)  $\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$

C)  $\vec{L} = J\vec{\omega}$

D)  $\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

11. Qattiq jism inersiya momenti nimaga bog'liq?

- A) Kuch momenti va burchak tezlanishga
- B) Impuls momenti va burchak tezlikka
- C) Massa, jism shakli va aylanish o'qining tanlanishiga.
- D) Ta'sir etuvchi kuch va uning elkasiga.

12. Impuls momenti saqlanish qonunini to'g'ri ta'rifini toping.

- A) Tizim impuls momenti - bu o'zgarmas kattalik
- B) Tizimga kiruvchi barcha jismlarning to'liq impuls momentlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi
- C) Yopiq tizim moddiy nuqtalarining impuls momentlari yig'indisi o'zgarmaydi

13. Keltirilgan formulalardan qaysi biri impuls momentining saqlanish qonunini ifodalaydi?

- A)  $W_k + W_n = const$
- B)  $m_1 \vec{g}_1 + m_2 \vec{g}_2 + \dots + m_n \vec{g}_n = const$
- C)  $\frac{m_1 g_1^2}{2} + \frac{m_2 g_2^2}{2} + \dots + \frac{m_n g_n^2}{2} = const$
- D)  $J_1 \vec{\omega}_1 + J_2 \vec{\omega}_2 + \dots + J_n \vec{\omega}_n = const$

14. Dumaloq gorizontal platformada erkin aylanayotgan odam qo'llarini yon tomonga uzatdi. Bu holda: inersiya momenti  $J$ , burchak tezlik  $\omega$ , impuls momenti  $L$  qanday o'zgaradi?

- A)  $J \uparrow \omega \uparrow L \uparrow$
- B)  $J \downarrow \omega \downarrow L \downarrow$
- C)  $J \downarrow \omega \uparrow L = const$
- D)  $J \uparrow \omega \downarrow L = const$

15. Ikkita bir xil massali moddiy nuqtalar  $R_1=2R_2$  radiusli aylanalar bo'ylab bir xil burchak tezlik bilan harakatlanmoqdalar. Bunda nuqtalar impuls momentlarining nisbati  $L_1/L_2...$  ga teng.

- A) 2
- B) 4
- C) 1
- D) 1/2

16.

Birxil massavaradiuslarga egabo'lganyaxlitvatrubkalisilindrlartepaliktomonsirpanishsizyumalatil moqda. Agar jismlarning boshlang'ich tezliklaritengbo'lsa, u holda ...

- A) trubkalisilindryuqoriroqqako'tariladi.
- B) yaxlitsilindryuqoriroqqako'tariladi.
- C) ikkalajisimbirxilbalandlikkako'tariladi.

17. Poezd g'ildiraklarining ishqalanish kuchi  $F(x)=0.2x$  qonun bo'yicha o'zgaradi. Ishqalanish kuchining ishi  $1 \text{ km}$  yo'lda ... ga teng.

- A) 100kJ
- B) 10kJ
- C) 200J
- D) 200kJ

18. Aylanayotgan jismning impuls momenti o'qqa nisbatan quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

- A)  $= I\omega$
- B)  $= \frac{d}{dt}(I\vec{\omega})$
- C)  $= \frac{I\omega^2}{2}$   
 $= I\omega^2$

D)

19. Inersiya momentining o'lchov birligi:

- A)  $N$
- B)  $N \cdot m$

C)  $N \cdot m^2$  D)  $kg \cdot m^2$

20. Kuch momentining o'lchov birligi:

A)  $N$  B)  $N \cdot m$

C)  $N \cdot m^2$  D)  $kg \cdot m^2$

21. Keltirilgan ifodalardan qaysi biri aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi hisoblanadi:

A)  $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$  B)  $\vec{M} = \frac{d}{dt}(I\vec{\omega})$

C)  $[\vec{r}\vec{P}]$  D)  $\frac{g^2}{R}\vec{n}$

22. Mexanik tizim massa markazi holatini aniqlovchi formulani ko'rsating

A)  $\frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$  B)  $\sum_i m_i \vec{v}_i$

C)  $\frac{\sum_i \vec{P}_i}{\sum_i m_i}$  D)  $\sum_i m_i \vec{r}_i$

23. Dinamikaning asosiy qonunini integral ko'rinishi

A)  $g(t) = g(t_0) + \frac{1}{m} \int_{t_0}^t \vec{F}(t) \cdot dt$

B)  $m \frac{d\vec{g}}{dt} - \vec{u} \frac{dm}{dt} = \vec{F}$

C)  $(f') = \frac{1}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} f(x) \cdot dx$

D)  $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$

24. Quyida keltirilgan aylanma harakat dinamikasi tenglamalaridan qaysi biri noto'g'ri berilgan ( $M$  -kuch momenti,  $L$  -impuls momenti,  $I$  -inersiya momenti,  $W$  -aylanma harakat energiyasi):

A)  $M = I(d\omega / dt)$

B)  $dL / dt = M$

C)  $L = I\omega$

D)  $M = I(d^2\omega / dt^2)$

E)  $W = I\omega^2 / 2$

### 3-AMALIY MASHG'ULOT

#### Aylanmaharakatdinamikasi

**1-masala.** Massali moddiy nuqta biror kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli harakatlanmoqda. Uning harakat tenglamasi  $x = V_0 t + \frac{1}{2} D t^2$  ko'rinishga ega. Bu erda  $V_0$ ,  $S$ ,  $D$  — o'zgarmas kattaliklar.  $t_1$  vaqt davomida kuch qanday  $A$  ish bajaradi?  $t_2$  vaqt davomida moddiy nuqta qanday  $R$  quvvatga erishadi?  $A = f(t)$  va  $R = f(t)$  bog'lanish grafigini chizing.

| Topshiriq raqami | m,kg | B,m | C,m/s | D,m/s <sup>2</sup> | t <sub>1</sub> ,s | t <sub>2</sub> ,s |
|------------------|------|-----|-------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1                |      |     |       |                    | 5                 | 2                 |
| 2                | 2    | 10  | -2    | 1                  | 10                | 4                 |
| 3                |      |     |       |                    | 15                | 6                 |
| 4                |      |     |       |                    | 20                | 8                 |
| 5                |      |     |       |                    | 1                 | 0,5               |
| 6                | 3    | 5   | 8     | 2                  | 2                 | 1                 |
| 7                |      |     |       |                    | 3                 | 1,5               |
| 8                |      |     |       |                    | 4                 | 2                 |
| 9                |      |     |       |                    | 2                 | 1                 |
| 10               | 1,5  | -4  | -1    | 5                  | 4                 | 2                 |
| 11               |      |     |       |                    | 6                 | 3                 |
| 12               |      |     |       |                    | 8                 | 4                 |
| 13               |      |     |       |                    | 2,5               | 0,5               |
| 14               | 2,5  | -9  | 3     | 2                  | 5                 | 1                 |
| 15               |      |     |       |                    | 7,5               | 1,5               |
| 16               |      |     |       |                    | 10                | 2                 |
| 17               |      |     |       |                    | 1                 | 1                 |
| 18               | 1    | 7   | -4    | 3                  | 1,5               | 1,5               |
| 19               |      |     |       |                    | 2,                | 2                 |
| 20               |      |     |       |                    | 2,5               | 2,5               |
| 21               |      |     |       |                    | 2                 | 0,4               |
| 22               | 0,5  | -8  | -3    | 4                  | 4                 | 0,6               |
| 23               |      |     |       |                    | 6                 | 0,8               |
| 24               |      |     |       |                    | 8                 | 1                 |
| 25               |      |     |       |                    | 10                | 5                 |
| 26               | 4    | 6   |       | -1                 | 20                | 10                |
| 27               |      |     |       |                    | 30                | 15                |
| 28               |      |     |       |                    | 40                | 20                |

**2-masala.** Massali moddiy nuqta konservativ kuch ta'sirida koordinatasi  $x_1$  nuqtadan koordinatasi  $x_2$  bo'lgan nuqtaga ko'chdi.  $x$  o'qi bo'yicha kuchning tashkil etuvchisi  $F_x$  koordinata bilan  $F_x = f(x)$  qonunga binoan bog'langan. Moddiy nuqtani ko'chirishda kuchning bajargan ishini toping. Bajargan ishning ko'chish kattaligiga bog'liqlik grafigini tuzing.

| Topshiriq raqami | m,kg | Tashkil etuvchi kuch-ning o'zgarish qonuni $F_x=f(x),H$ | B, | C, | x <sub>1</sub> ,m | x <sub>2</sub> ,m |
|------------------|------|---------------------------------------------------------|----|----|-------------------|-------------------|
|------------------|------|---------------------------------------------------------|----|----|-------------------|-------------------|



|    |     |                             |                       |                     |      |      |
|----|-----|-----------------------------|-----------------------|---------------------|------|------|
| 1  |     | $F_x = \frac{Bm}{x^2} + C$  |                       |                     | 2    | 4    |
| 2  | 0,5 |                             | $4m^3/s^2$            | 0,2 H               | 4    | 6    |
| 3  |     |                             |                       |                     | 6    | 8    |
| 4  |     |                             |                       |                     | 8    | 10   |
| 5  |     | $F_x = B + C_{mx}$          |                       |                     | 0,2  | 0,4  |
| 6  |     |                             |                       |                     | 0,4  | 0,6  |
| 7  | 1   |                             | 2,5 N                 | $1,5 \text{ 1/s}^2$ | 0,6  | 0,8  |
| 8  |     |                             |                       |                     | 0,8  | 1    |
| 9  |     | $F_x = \frac{B}{x} + C$     |                       |                     | 1    | 2    |
| 10 |     |                             | $2N \cdot m$          | 0.5 N               | 2    | 3    |
| 11 |     |                             |                       |                     | 3    | 4    |
| 12 |     |                             |                       |                     | 4    | 5    |
| 13 |     | $F_x = Bm + C$              |                       |                     | 0    | 0,5  |
| 14 | 2   |                             | $0.3 \text{ H/kg}$    | 1H                  | 0    | 1    |
| 15 |     |                             |                       |                     | 0    | 1,5  |
| 16 |     |                             |                       |                     | 0    | 2    |
| 17 |     | $F_x = -Bx + C$             |                       |                     | 0,1  | 0,2  |
| 18 |     |                             |                       |                     | 0,2  | 0,3  |
| 19 |     |                             | $5 \text{ H/m}$       | 0,6 N               | 0,3  | 0,4  |
| 20 |     |                             |                       |                     | 0,4  | 0,5  |
| 21 |     | $F_x = B \frac{m}{x^2} + C$ |                       |                     | 0,5  | 1    |
| 22 |     |                             |                       |                     | 0    | 1,5  |
| 23 | 1   |                             | $1,5 \text{ m}^3/s^2$ | $4 \text{ N/m}$     | 1,5  | 2    |
| 24 |     |                             |                       |                     | 2    | 2,5  |
| 25 |     | $F_x = B + Cx^2$            |                       |                     | 0    | 0,25 |
| 26 |     |                             | $1 \text{ H}$         | $3 \text{ N/m}^2$   | 0,25 | 0,5  |
| 27 |     |                             |                       |                     | 0,5  | 0,75 |
| 28 |     |                             |                       |                     | 0,75 | 1    |

**3-masala.** m massali jism gorizont bilan  $\alpha$ burchak hosil qilgan qiya tekislikda harakatlanmoqda. Yo'lining s ga teng qismida unga harakat yo'nalishida F doimiy kuch ta'sir qiladi. Yo'lining shu qismidagi kinetik energiyaning o'zgarishi  $\Delta W_k$ , ishqalanish koeffitsienti — k. Jadvaldan topshiriq raqami bo'yicha noma'lum kattaliklarni toping.

| Topshiriq raqami | m,kg | $\alpha$ ,grad | s,cm | F,H  | $\Delta W_k$ ,J | k    |
|------------------|------|----------------|------|------|-----------------|------|
| 1                | ?    | 10             | 16   | 1,5  | 0,29            | 0,16 |
| 2                | 1,2  | 20             | ?    | 2,07 | 0,3             | 0,28 |
| 3                | 2,5  | 30             | 50   | ?    | 9,98            | 0,07 |
| 4                | 0,08 | 40             | 4    | 3,12 | 0,14            | ?    |
| 5                | ?    | 20             | 60   | 4,48 | 6,4             | 0,14 |
| 6                | 1,8  | 25             | ?    | 2,35 | 3,6             | 0,05 |
| 7                | 0,15 | 30             | 20   | ?    | 0,56            | 0,34 |
| 8                | 0,2  | 35             | 15   | 1,12 | 0,3             | ?    |
| 9                | ?    | 15             | 45   | 1,34 | 0,9             | 0,24 |
| 10               | 4    | 24             | ?    | 8,64 | 6,3             | 0,1  |
| 11               | 0,06 | 35             | 5    | ?    | 0,2             | 0,18 |
| 12               | 0,25 | 40             | 18   | 1,9  | 0,54            | ?    |
| 13               | ?    | 18             | 32   | 4,3  | 2,56            | 0,06 |
| 14               | 1,3  | 26             | ?    | 3,42 | 0,75            | 0,35 |

|    |      |    |      |      |      |      |
|----|------|----|------|------|------|------|
| 15 | 0,3  | 34 | 25   | ?    | 0,6  | 0,2  |
| 16 | 2,2  | 42 | 55   | 6,38 | 11   | ?    |
| 17 | ?    | 14 | 6    | 1,53 | 0,12 | 0,2  |
| 18 | 0,8  | 18 | ?    | 2,44 | 0,36 | 0,25 |
| 19 | 2,4  | 22 | 45   | ?    | 4,95 | 0,12 |
| 20 | 0,2  | 26 | 12   | 1,17 | 0,18 | ?    |
| 21 | ?    | 20 | 40   | 5,66 | 5,4  | 0,08 |
| 22 | 0,5  | 28 | ?    | 0,58 | 0,38 | 0,32 |
| 23 | 0,1  | 34 | 71,6 | ?    | 1,1  | 0,26 |
| 24 | 0,15 | 40 | 10   | 2,19 | 0,3  | ?    |
| 25 | ?    | 12 | 35   | 0,8  | 0,49 | 0,15 |
| 26 | 0,4  | 24 | ?    | 1,7  | 0,4  | 0,36 |
| 27 | 2,5  | 36 | 42   | ?    | 6,51 | 0,22 |
| 28 | 0,12 | 48 | 8    | 2,85 | 0,28 | ?    |

**4-masala.**  $v_0$  boshlang'ich tezlik bilan vertikal yuqoriga otilgan  $m$  massali jism harakatining  $t_1$  va  $t_2$  vaqt oralig'idagi kinetik, potentsial, va to'la energiyalarining qiymatlarini toping. Kinetik, potentsial va to'la energiyalarning vaqtga bog'liqlik grafiklarini tuzing.

| Topshiriq<br>raqami | $m, \text{ m/s}$ | $v_0, \text{ m}$ | $t_1, \text{ c}$ | $t_2, \text{ c}$ |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1                   |                  |                  | 0,1              | 0,9              |
| 2                   | 0,5              | 4,9              | 0,2              | 0,8              |
| 3                   |                  |                  | 0,3              | 0,7              |
| 4                   |                  |                  | 0,4              | 0,6              |
| 5                   |                  |                  | 0,4              | 3,6              |
| 6                   | 0,2              | 19,6             | 0,8              | 3,2              |
| 7                   |                  |                  | 1,2              | 2,8              |
| 8                   |                  |                  | 1,6              | 2,4              |
| 9                   |                  |                  | 0,25             | 2,25             |
| 10                  | 0,4              | 12,25            | 0,5              | 2                |
| 11                  |                  |                  | 0,75             | 1,75             |
| 12                  |                  |                  | 1                | 1,5              |
| 13                  |                  |                  | 0,05             | 0,45             |
| 14                  | 0,6              | 2,45             | 0,1              | 0,4              |
| 15                  |                  |                  | 0,12             | 0,35             |
| 16                  |                  |                  | 0,2              | 0,3              |
| 17                  |                  |                  | 0,3              | 2,7              |
| 18                  | 0,3              | 14,7             | 0,6              | 2,4              |
| 19                  |                  |                  | 0,9              | 2,1              |
| 20                  |                  |                  | 1,2              | 1,8              |
| 21                  |                  |                  | 0,2              | 1,8              |
| 22                  | 0,25             | 9,8              | 0,4              | 1,6              |
| 23                  |                  |                  | 0,6              | 1,4              |
| 24                  |                  |                  | 0,8              | 1,2              |
| 25                  |                  |                  | 0,5              | 4,5              |
| 26                  | 0,1              | 24,5             | 1                | 4                |
| 27                  |                  |                  | 1,5              | 3,5              |
| 28                  |                  |                  | 2                | 3                |

### 3 –Laboratoriyaishi

#### Yertortishkuchiningtezlanishinimatematikmayatnikyordamidaaniqlash

##### Ishningmaqsadi:

mayatnikningtebranishdavrierkintushishte tezlanishigabog'irligigaasoslanganmayatnikmetodibilan erkintushishte tezlanishinianiqlash.

**Kerakli asbobvaqurilmalar:** matematikmayatnik, sekundomer, lineykavashtangensirkul.

##### Nazariy qism

Matematikmayatnikdeb, vaznsizvacho'zilmaydiganipgaosilganmoddiynuqtagaaytiladi. Mayatnikbilantanishishda uni uzunligi  $\ell$ , massasi  $m$  bo'lganmoddiynuqtadaniboratmatematikmayatniktushiniladi(1-rasm). Muvozanatholatidan  $\alpha$  burchakka (2-rasm) og'dirilganmoddiynuqtagaikkita kuch: 1) og'irlikkuchi  $\vec{p} = m \cdot \vec{g}$ ; 2) ipningtaranglikkuchi  $\vec{F}$  ta'sir qiladi.

Bizgama'lumkimatematikmayatnikning  $\alpha$  - og'ishburchagijudakichikbo'lsa, tebranishdavri  $T$  ningqiymatini quyidagi formuladantopamiz;

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

bunda:  $l$  - matematikmayatnikninguzunligi,  $g$  - og'irlikkuchiningtezlanishi.

Agar tajribanatijasida  $T$  va  $\ell$  nianiqlabolsak:  $g$  ningqiymatini (1) formuladantopishimiz mumkin. (1) ningikkilatomoninikvadratgako'taramiz:

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

bundan

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

buyerdan  $T = \frac{t}{n}$  (4). (3) ifodaga (4) ni quyamiz, natijada "g"

ni hisoblash uchun asosiy formulani hosil qilamiz

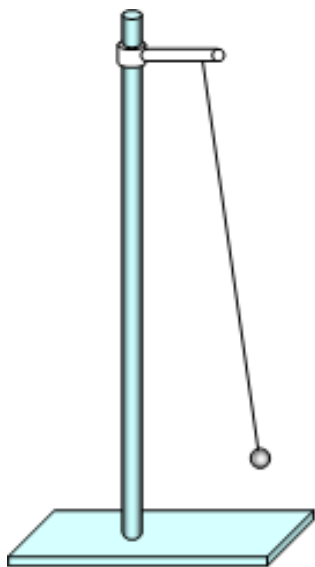
$$g = \frac{4\pi^2 \ell n^2}{t^2} \quad (5)$$

bunda:  $l$  - matematikmayatnikninguzunligi,  $g$  - og'irlikkuchiningtezlanishi.

Agar tajribanatijasida  $T$  va  $\ell$  nianiqlabolsak:  $g$  - ningqiymatini (1) formuladantopishimiz mumkin. (1) - ningikkilatomoninikvadratgako'taramiz:

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

bundan,



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

buyurda:

$$T = \frac{t}{n} \quad (4)$$

(3) ifodani (4) ifodaga quyamiz, natijada “g” ni hisoblash uchun asosiy formulani hosil qilamiz

$$g = \frac{4\pi^2 \ell n^2}{t^2} \quad (5)$$

### Ishni bajarish tartibi

1. Avval o millimetr lichizg'ich bilan mayatnik ipining OB orasidagi  $\ell$  uzunligini o'lchab, rasmdagidek qurilmayig'iladi.

2. Sharchaning diametrishtangentsirkulyordamida qayta-qayta o'lchanib, o'rtacha qiymati topiladi va radiusi aniqlanadi. U vaqtda mayatnik uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$L = \ell + \frac{d}{2} \text{ yoki } L = \ell + r \quad (6).$$

3. Mayatnik tebranish davrini topish uchun, sharchani birtomonga taxminan  $5-6^\circ$  burchakka og'dirib, sekingina qo'yib yuborilib tebrantiriladi. Shu paytning o'zida sekondomerni ham ishlatib yuboramiz. Tebranish uchun ketgan vaqt aniqlanadi.

4. Mayatnikning tebranish davrini topish uchun, mayatnik tebranishini kamida uch martatakrorlash kerak va (4) formuladan hisoblanadi.

Bu ma'lumotlarning o'rtachasi ni jadvalga kiritamiz:

| №     | r<br>(mm) | l<br>(mm) | n | t<br>(s) | T<br>(s) | g<br>(mm/s <sup>2</sup> ) | $\Delta g$<br>(mm/s <sup>2</sup> ) | $\varepsilon$<br>(%) |
|-------|-----------|-----------|---|----------|----------|---------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 1.    |           |           |   |          |          |                           |                                    |                      |
| 2.    |           |           |   |          |          |                           |                                    |                      |
| 3.    |           |           |   |          |          |                           |                                    |                      |
| 4.    |           |           |   |          |          |                           |                                    |                      |
| 5.    |           |           |   |          |          |                           |                                    |                      |
| O'rt. |           |           |   |          |          |                           |                                    |                      |

### Sinov savollari

1. Fizika matematika mayatnik nima?
2. gning fizika ma'nosi?
3. Erkintushishte zlanishini mava u nimalarga bog'liq?
4. Davr, chastotava amplitudahaqidatushunchabering?
5. Ishni bajarish tartibi aytibbering?
6. Ishchi formulani keltiribchiqaring?