

5 - Ma'ruza mashg'uloti

Reja:

1. Mexanik ish
2. Quvvat
3. Mexanik tizimning kinetik energiyasi va uning tashqi va ichki kuchlar bajargan ishi bilan bog'liqligi. Kinetik energiya
4. Potensial energiya
5. Potensial energiyaning ish va kuch bilan bog'liqligi
6. Mexanikada energiyaning saqlanish qonuni.

Tayanch iboralar: Energiya, mexanik ish, joul, quvvat, vatt, kinetik energiya, ichki kuchlar, bajarilgan ish, potensial energiya, potensial maydonlar, konservativ kuchlar, dissipativ kuchlar.

1. Mexanik ish

Energiya – barcha turdagi moddalarning harakati va o'zaro ta'sirining universal miqdoriy o'lchovidir.

Modda harakatining shakliga qarab, energiyaning har xil turlariga ega bo'lamiz: mexanik energiya, issiqlik energiyasi, elektromagnit energiya, quyosh energiyasi va h.k.

Ayrim hodisalarda moddaning harakat shakli o'zgarmaydi, (masalan, qizigan jism sovuq jismni isitadi) boshqa hodisalarda harakat boshqa shaklga o'tadi (mexanik ishqalanishda mexanik harakat energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi).

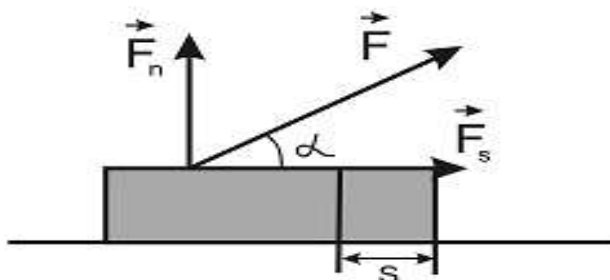
Ammo, barcha hollarda boshqa jismga uzatilgan energiya, ikkinchi jism olgan energiyaga teng bo'ladi.

Jism mexanik harakatining o'zgarishi unga boshqa jismlar tomonidan ta'sir etgan kuchlar hisobiga bo'ladi. Shu sababli, o'zaro ta'sirlashayotgan jismlar orasidagi energiya almashuvi miqdorini baholash uchun, kuzatilayotgan jismga qo'yilgan kuchning bajargan ishi ko'rib chiqiladi.

Agar, jism to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan bo'lsa va unga ko'chish yo'nalishi bilan α burchak hosil qilgan doimiy $\vec{F}$ kuch ta'sir etsa, shu kuchning bajargan **ishi** kuchning harakat yo'nalishiga proyeksiyasini kuch qo'yilgan nuqtaning siljishiga ko'paytmasiga tengdir (1 - rasm).

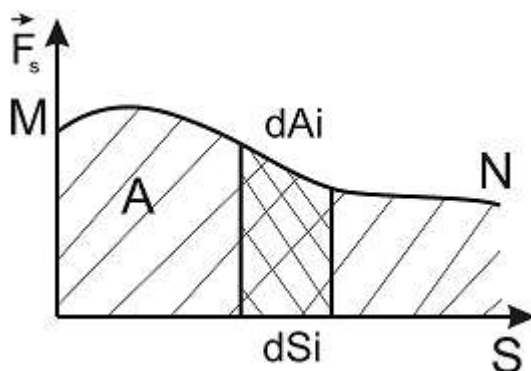
$$A = F_s \cdot S = F \cdot S \cdot \cos \alpha \quad (1.1)$$

Umumiy hollarda, kuch moduli va yo'nalishi bo'yicha o'zgarib turishi mumkin.



1 - rasm. F kuch ta'sirida to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismning ko'chishi

O'zgaruvchan kuch bajargan ishini aniqlash uchun, bosib o'tilgan yo'lni shunday kichik bo'lakchalarga bo'lamizki, ularning har birini to'g'ri chiziqdan iborat va ulardagi ta'sir kuchni o'zgarmas deb hisoblaymiz (2-rasm).



2 - rasm. O'zgaruvchi tashqi kuch ta'sirida jismning ko'chishda bajargan ishi

U holda elementar ish

$$dA_i = F_{S_i} dS_i = F_i dS_i \cos \alpha_i \quad . \quad (1.2)$$

O'zgaruvchan kuchning MN ko'chishida bajargan ishi

$$A = \int_M^N F_S dS_i = \int_M^N F_i dS_i \cos \alpha_i \quad , \quad (1.3)$$

ga teng bo'ladi. Bu integralni hisoblash uchun F_S kuchning S trayektoriya bilan bog'liqligini bilish zarur. Bu kuchning bajargan ishi S trayektoriya ostidagi maydon yuziga tengdir.

Agar jism to'g'ri chiziqli harakat qilsa, ta'sir etuvchi kuch va α - burchak o'zgarmas bo'ladi.

Shu sababli

$$A = F \cos \alpha \int_M^N dS = F \cdot S \cos \alpha$$

ga ega bo'lamiz. Bu yerda S – jismning bosib o'tgan yo'li.

(1.1) - ifodadan:

$\alpha < \frac{\pi}{2}$ bo'lganda, kuchning bajargan ishi musbat bo'ladi,

$\alpha > \frac{\pi}{2}$ bo'lganda, kuchning bajargan ishi manfiy,

$\alpha = \frac{\pi}{2}$ bo'lganda, kuchning bajargan mexanik ishi nolga teng bo'ladi.

“XB” da ish birligi – **jouldan** iborat:

$$1 \text{ Joul} = 1 \text{ Nyuton} \cdot 1 \text{ metr}$$

1 Joul deb 1 Nyuton kuchning 1 metr masofada bajargan ishiga aytiladi.

“SGS”da ish birligi – **ergdan** iborat:

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ dina} \cdot 1 \text{ sm}$$

1 erg 1 dina kuchning 1 sm masofada bajargan ishiga aytiladi.

$$1 \text{ Joul} = 10^7 \text{ erg}$$

Ishning tizimga kirmagan o'lchov birligi **kaloriya**:

$$1 \text{ kal} = 4,2 \text{ Joul} \quad \text{yana}$$

$$1 \text{ kilovatt} \cdot \text{soat} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ joul}$$

2. Kuvvat

Bajarilayotgan ishning jadalligini tavsiflash uchun quvvat tushunchasidan foydalaniladi.

N – **quvvat** deb, ΔA bajarilgan ishning, shu ishni bajarish uchun ketgan Δt vaqtga nisbatiga teng fizik kattalikka aytiladi.

$$N = \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Agarda jism $\vec{F}$ kuch ta'sirida $\vec{v}$ o'zgarmas tezlik bilan harakatlansa, quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$N = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F_s \cdot \Delta S}{\Delta t} = F_s \cdot v$$

va kuchning harakat yo'nalishiga proyeksiyasi F_s ni jismning tezligiga ko'paytmasiga teng bo'ladi.

Quvvat o'zgaruvchan bo'lganda oniy quvvat tushunchasidan foydalaniladi:

$$N = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt}$$

Agarda oniy quvvat o'zgaruvchan bo'lib Δt vaqt noldan sezilarli farq qilsa, u holda o'rtacha quvvat tushunchasi o'rinli bo'ladi:

$$\langle N \rangle = \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

Quvvat birligi “XB”da – **Vatt** bilan o'lchanadi

$$1 \text{ Vatt} = 1 \text{ Joul} / 1 \text{ sek.}$$

1 Vatt deb 1 sekunda 1 Joul ish bajaradigan jismning quvvatiga aytiladi.

“SGS”da quvvat birligi – **erg / sek.**

3 Mexanik tizimning kinetik energiyasi va uning tashqi va ichki kuchlar bajargan ishi bilan bog'liqligi

Kinetik energiya jism mexanik harakatining o'lchovidir va bu harakatni vujudga keltirish uchun bajarilgan ish bilan baholanadi.

Agar $\vec{F}$ kuch tinch turgan jismga ta'sir etib, unga $\vec{v}$ harakat tezligini bersa, u holda u ish bajarib jismning harakat energiyasini shu bajarilgan ish miqdoriga

oshiradi. Shunday qilib, bu bajarilgan ish jismning kinetik energiyasining oshishiga olib keladi.

$$dA = dW_k$$

Nyuton II qonunining skalyar formasidan foydalansak

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

bajarilgan ishni kuyidagicha ifodalashimiz mumkin.

$$dA = F \cdot dS = m \frac{dv}{dt} \cdot dS$$

$v = \frac{dS}{dt}$ bo'lgani uchun;

$$dA = mdv \cdot \frac{dS}{dt} = mv \cdot dv = dW_k$$

To'la kinetik energiya ifodasi esa

$$W_k = \int_0^v mv \cdot dv = m \cdot \int_0^v v \cdot dv = \frac{mv^2}{2}$$

ga teng bo'ladi.

Shunday qilib v - tezlik bilan harakatlanayotgan, m – massali jismning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{mv^2}{2}, \quad (3.1)$$

ga teng ekan. Kinetik energiya m – massaga bog'liq bo'lishi bilan harakat tezligi funksiyasi hamdir.

4 Potensial energiya

Potensial energiya - umumiy mexanik energiyaning bir qismi bo'lib, jismlarning bir-biriga nisbatan qanday holatda turishi va ular orasidagi ta'sir kuchlarining xarakteriga bog'liqdir.

Agarda jismlarning o'zaro ta'siri kuch maydonlari orqali bajarilsa (masalan, elastik kuch maydoni, gravitasiya kuchi maydoni, elektr ta'sir kuchi maydoni) bu holda jismni ko'chishida bajarilgan ish, bir nuqta bilan ikkincha nuqta orasidagi trayektoriyaga bog'liq bo'lmay, jismning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liqdir. Bunday ish bajaradigan maydonlar **potensial maydonlar** deb ataladi va ularda ta'sir qiluvchi kuchlar **konservativ kuchlar** deb ataladi.

Agarda kuch bajargan ish harakat trayektoriyasiga bog'liq bo'lsa, bunday kuchlar **disippativ kuchlar** deb ataladi.

Kuchning potensial maydonida turgan jism W_n - potensial energiyaga ega bo'ladi.

Odatda jismning ma'lum bir holatdagi potesial energiyasini nol deb hisoblab, hisob boshini belgilashadi. Boshqa holatdagi energiya hisob boshidagi holatga nisbatan aniqlanadi. Shuning uchun ayrim vaqtlarda potensial energiyalar farqi degan tushunchadan foydalaniladi.

5. Potensial energiyaning ish va kuch bilan bog'liqligi

Jismga qo'yilgan konservativ kuchlar bajargan ish, shu jism potensial energiyasini o'zgarishiga tengdir.

$$dA = -dW_n, \quad (5.1)$$

Bunda potensial energiya **sarf bo'lishi natijasida ish bajarilgani uchun** minus ishora paydo bo'ldi. Bajarylган ish $dA = Fdr$ bo'lgani uchun

$$Fdr = -dW_n. \quad (5.2)$$

Agarda $W_n(r)$ - funksiya aniq bo'lsa, kuchning moduli va yo'nalishini aniqlash mumkin.

$W_n(r)$ funksiyaning aniq ko'rinishi kuch maydonining xarakteri bilan aniqlanadi. Masalan, Yer sirtidan h balandlikka ko'tarilgan jismning potensial energiyasi

$$W_n = \int dW_n = \int_0^h Pdh = mgh, \quad (5.3)$$

ga tengdir.

Bu yerda potensial energiya h balandlikdan tushayotgan m massali jismning bajargan ishiga tengdir.

Tizimning to'liq energiyasi, doimo mexanik harakat va o'zaro ta'sir energiyalarning yig'indisidan iboratdir.

$$W = W_k + W_n. \quad (5.4)$$

6. Mexanikada energiyaning saqlanish qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni – ko'pgina tajribaviy ma'lumotlarning umumlashgan natijasidir. Bu qonunni miqdor jihatdan nemis vrachi Yu.Mayer va nemis tabiatshunosi G.Gelmgol'slar ifodalab berishgan.

Massalari $m_1, m_2, \dots, m_n$, va $v_1, v_2, \dots, v_n$ tezlik bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtalardan iborat bo'lgan yopiq tizimni olaylik.

Har bir moddiy nuqtaga $f_1, f_2, \dots, f_n$ teng ta'sir etuvchi ichki konservativ kuchlar va $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ teng ta'sir etuvchi tashqi kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsin.

$v \ll c$ bo'lganda, moddiy nuqtalar massalari o'zgarmaganligi sababli, ularga Nyutonning II qonunini tadbiiq etish mumkin:

$$\begin{aligned}
m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt} &= \vec{f}_1 + \vec{F}_1 \\
m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt} &= \vec{f}_2 + \vec{F}_2 \\
&\dots\dots\dots \\
m_n \frac{d\vec{v}_n}{dt} &= \vec{f}_n + \vec{F}_n
\end{aligned}$$

Barcha nuqtalar qandaydir dt vaqt oralig'ida $dx_1, dx_2, \dots, dx_n$ masofalarga ko'chgan bo'lsin. Shu ko'chishlarni tezlik orqali, skalyar ko'rinishda ifodalasak, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned}
m_1(v_1 dv_1) - (f_1 + F_1)dx_1 &= 0 \\
m_2(v_2 dv_2) - (f_2 + F_2)dx_2 &= 0 \\
&\dots\dots\dots \\
m_n(v_n dv_n) - (f_n + F_n)dx_n &= 0
\end{aligned}$$

Yopiq tizim uchun, uning moddiy nuqtalariga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar yig'indisi nolga tengdir

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$$

Shu sababli yuqoridagi tenglamalarni jamlasak, quyidagiga ega bo'lamiz

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i dv_i - \sum_{i=1}^n f_i \cdot dx_i = 0$$

Bu yerda

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i dv_i = \sum_{i=1}^n d\left(m_i \frac{v_i^2}{2}\right) = dW_k, \quad (6.1)$$

dW_k – tizim kinetik energiyasining cheksiz kichkina o'zgarishidir

$-\sum_{i=1}^n f_i \cdot dx_i = 0$ yopiq tizim ichida moddiy nuqtalarning ichki konservativ

kuchlarga qarshi bajargan ishidir va u tizim potensial energiyasini o'zgarishiga tengdir

$$dA = -dW_n$$

Butun yopiq tizim uchun

$$dW_k + dW_n = 0$$

ga teng. Demak yopiq tizimning to'liq mexanik energiyasi

$$W_k + W_n = W = \text{const} \quad , \quad (6.2)$$

ga ega bo'lamiz.

(6.2) – ifoda **mexanik energiyaning saqlanish qonunidir.**

Jismlarning yopiq tizimida faqat konservativ kuchlar ta'sir etsa, mexanik energiya saqlanib qoladi yoki vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'ladi.

Qaytarish uchun nazorat savollari

1. Qanday mexanik energiya turlarini bilasiz?
2. Energiya va uning turlarini aytib bering.
3. Mexanik ish deb nimaga aytiladi?
4. Ishning o'lchov birliklarini aytib bering.
5. Quvvat deb nimaga aytiladi?
6. Quvvat o'lchov birliklarini aytib bering.
7. Jismning kinetik energiyasi qanday topiladi?
8. Potensial energiya deb nimaga aytiladi?
9. Konservativ va dissipativ kuchlar qanday kuchlar?
10. Nima uchun tortishish kuchlar maydoni potensial maydon deyiladi?
11. Mexanik energiyani saqlanish qonunini aytib bering.
12. Mexanik energiyani saqlanish qonuni qanday tizimlar uchun to'g'ri bo'ladi?

TEST SAVOLLARI

1. Keltirilgan holatlarning qaysi birida jismni ko'chirishda bajarilgan ishni $A = F \cos \alpha$ formula orqali aniglash mumkin

- A) $\vec{F} = \text{const}$; $\alpha = f(S)$;
- B) $\vec{F} = \vec{f}(t)$; $\alpha = \text{const}$;
- C) $\vec{F} = \text{const}$; $\alpha = f(t)$;
- D) $\vec{F} = \text{const}$; $\alpha = \text{const}$;

2. Moddiy nuqta aylana radiusi bo'ylab tekis aylanmoqda. Bir marta aylanishdagi markazga intilma kuchning bajarilgan ishini toping.

- A) $A = M\varphi$
- B) $A = \frac{J\omega^2}{2}$
- C) $A = \frac{m\varrho^2}{R} - 2\pi R$
- D) 0

3. Keltirilgan ifodalanalishlardan qaysi biri mexanik energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi?

- A) Tizim energiyasi paydo bo'lmaydi ham, yo'qolmaydi ham. U faqat bir jismdan boshqasiga uzatiladi.
- B) Nokonservativ tizimda to'liq mexanik energiya o'zgarmaydi.
- C) Faqat konservativ kuchlar ta'sir qilayotgan jismlar yopiq tizimining to'la mexanik energiyasi o'zgarmaydi.
- D) Yopiq tizimda barcha jismlarning energiyasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi

4. Absolyut elastik to'qnashish. Bu to'qnashishda bajariladi

- A) faqat mexanik energiyaning saqlanish qonuni
- B) faqat impulsning saqlanish qonuni
- C) impulsning saqlanish qonuni va mexanik energiyaning saqlanish qonuni

5. Absolyut noelastik to'qnashish. Bu to'qnashishda ... bajariladi.

- A) faqat mexanik energiyaning saqlanish qonuni
- B) faqat impulsning saqlanish qonuni
- C) impulsning saqlanish qonuni va mexanik energiyaning saqlanish qonuni

6 Quvvat bu:

- A) Yo'ling bir qismida kuchning bajarilgan ishi
- B) Vaqtning so'nggi oralig'ida o'zgaruvchan kuchning ishi
- C) Vaqt birligi ichida bajarilgan ish
- D) Jism kinetik energiyasini o'zgarishi

7. Qaysi kuchlar konservativ hisoblanadi: 1) **gravitatsion**; 2) **elastik**; 3) **ishqalanish**

- A) 1,2
- B) 2
- C) 3
- D) 1

8. Qaysi kuchlar dissipativ hisoblanadi: 1) **gravitatsion**; 2) **elastik**; 3) **ishqalanish**

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 2,3

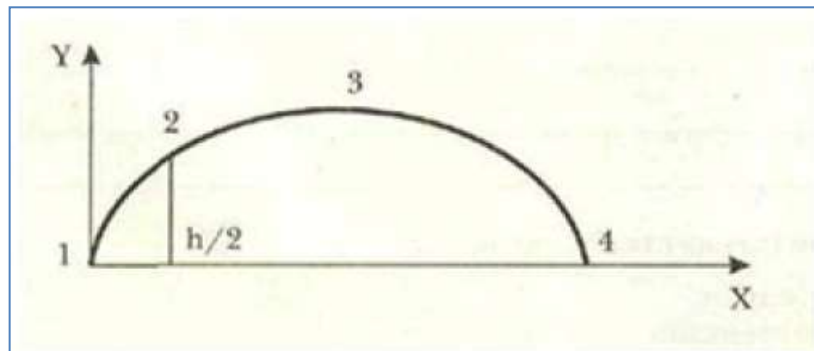
9. **XBT (SI)** tizimida ifodalangan kinetik energiyaning o'lchov birligini toping

- A) $1 \text{ kg} \cdot m$
- B) $1 \text{ kg} \cdot m/s$
- C) $1 \text{ kg} \cdot m^2/s^2$
- D) $1 \text{ kg} \cdot m/s^2$

10. **XBT (SI)** tizimida ifodalangan quvvatning o'lchov birligini toping .

- A) $1 \text{ kg} \cdot m^2/s^2$
- B) $1 \text{ kg} \cdot m^2/s$
- C) $1 \text{ kg} \cdot m$
- D) $1 \text{ kg} \cdot m^2/s^3$

11. Rasmda gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakat traektoriyasi ko'rsatilgan. Traektoriyaning qaysi nuqtasida kinetik energiya minimal qiymatga ega bo'ladi?



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

12. Jism tortishish maydonida yopiq traektoriya chizadi. Tortishish maydonida natijaviy A ish uchun qaysi ifoda o'rinli.

- A) $A=0$
- B) $A<0$
- C) $A>0$
- D) $A\gg 0$

13. Konservativ kuchlar deb kuchlarga aytiladi

- A) zarrachani bir nuqtadan ikkinchisiga ko'chirishda bajarilgan ish yo'lining shakliga bog'liq bo'lmagan
- B) maydonning barcha nuqtalarida yo'nalishlari bir hil bo'lgan
- C) bajargan ishi yo'l shakliga bog'liq bo'lgan
- D) maydonning barcha nuqtalarida kattaligi va yo'nalishi bir xil, yo'nalishi qo'zg'almas markaz orqali o'tgan, kattaligi esa bu markazgacha bo'lgan masofaga bog'liq bo'lmagan

4-AMALIY MASHG'ULOT.

Impuls, impuls momenti va energiyaning saqlanish qonunlari

1-masala. Massasi m bo'lgan moddiy nuqta radiusirbo'lgan aylana bo'ylab ϑ chiziqli va ω burchak tezlik bilan harakatlanmoqda. Moddiy nuqtaning aylana markazidan o'tuvchi va tekislikka perpendikulyar bo'lgan o'qqa nisbataninersiya momenti J , shu o'qqa nisbatan impuls momenti L . Jadvaldan topshiriq raqami bo'yicha noma'lum kattaliklarni toping.

Topshiriq raqami	m, g	r, sm	$\vartheta, m/s$	$\omega, rad/s$	$J, kg \cdot m^2$	$L, kg \cdot m^2/s$
1	?	?	2	?	$1,35 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$
2	?	12,5	2,5	?	?	$4,375 \cdot 10^{-2}$
3	240	?	3	?	$2,16 \cdot 10^{-2}$	?
4		?	3,5	7	$1,25 \cdot 10^{-2}$	?
5	?	?	1,8	?	$5 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$
6	?	17	3,4	?	$5,78 \cdot 10^{-3}$	?
7	100	?	3,8	20	?	?
8	?	30	?	8	?	$5,04 \cdot 10^{-2}$
9	?	?	3,6	22,5	?	$6,912 \cdot 10^{-2}$
10	?	35	2,8	?	$4,9 \cdot 10^{-2}$	?
11	150	12	?	?	?	$5,4 \cdot 10^{-2}$
12	?	20	1,9	?	$9,6 \cdot 10^{-3}$	?
13	?	?	2,2	11	$6 \cdot 10^{-3}$	?
14	200	?	?	?	$4,05 \cdot 10^{-2}$	0,324
15	400	18	1,62	?	?	?
16	160	?	3,5	?	?	$5,6 \cdot 10^{-2}$
17	?	15	?	?	$5,625 \cdot 10^{-3}$	0,1125
18	60	?	?	7,5	?	$2,592 \cdot 10^{-2}$
19	220	40	?	6	?	?
20	80	?	4,2	12	?	?
21	?	22	?	9	?	$6,97 \cdot 10^{-2}$
22	250	?	?	10	?	0,169
23	140	30	3,6	?	?	?
24	50	?	2,52	?	$1,62 \cdot 10^{-3}$	?
25	?	25	?	16	$6,25 \cdot 10^{-3}$	?
26	120	?	1,82	?	?	$3,058 \cdot 10^{-2}$
27	?	?	2,64	?	$1,267 \cdot 10^{-2}$	0,1394
28	70	16		15	?	?

2-masala. Massasi M bo'lgan platforma uning markazidan o'tgan vertikal o'q atrofida aylanmoqda. Platforma markazidan r_1 masofada massasi m bo'lgan odam turibdi. Agar odam platforma markazidan r_2 masofaga ko'chsa, platformaning aylanish chastotasi n marta o'zgaradi. Jadvaldan topshiriq raqami bo'yicha noma'lum kattaliklarni toping (platformani R radiusli bir jinsli disk, odamni nuqtaviy massa deb qarang).

Topshiriq raqami	M, kg	R, m	m, kg	r_1, m	r_2, m	N
1	?	15	60	14	6,17	1,6
2	95	?	76	12	4,63	2,1
3	155	10	?	9	5,08	1,45
4	130	7,5	88	?	5,3	1,3
5	125	9	84	8,5	?	2
6	160	14	75	13	0,98	?

7	?	10,5	66	10	2	2
8	100	?	62	8	4,57	1,5
9	145	11	?	10,5	1,42	1,85
10	80	13,5	68	?	8,88	1,35
11	75	7	82	6,5	?	1,75
12	105	9,5	71	8,5	4,5	?
13	?	13	78	12	5,44	1,9
14	140	?	70	10	8	1,2
15	110	8,5	?	7,5	1,83	1,7
16	70	15,5	83	?	2,2	2,8
17	85	12,5	65	11	?	2,05
18	135	6	86	5,5	3,68	?
19	?	16,5	90	16	2,32	2,6
20	65	?	72	8	1,44	3
21	120	6,5	?	6	2,58	1,6
22	135	12	92	?	7,25	1,3
23	90	16	64	15	?	1,75
24	74	8	80	7,5	3,65	?
25	?	14,5	66	12,5	,23	2,2
26	60	?	7,4	9,5	3,43	2,5
27	115	11,5	?	11	4,7	1,8
28	150	5,5	85	?	3,74	1,4

Nazorat savollari

- 13.Qanday mexanik energiya turlarini bilasiz?
- 14.Energiya va uning turlarini aytib bering.
- 15.Mexanik ish deb nimaga aytiladi?
- 16.Ishning o'lchov birliklarini aytib bering.
- 17.Quvvat deb nimaga aytiladi?
- 18.Quvvat o'lchov birliklarini aytib bering.
- 19.Jismning kinetik energiyasi qanday topiladi?

3-MUSTAQIL BAJARISH UCHUN TOPSHIRIQLAR

1. Massasi 10 kg, tezligi $v_1 = 4$ m/s bo'lgan shar massasi 4 kg va tezligi $v_2 = 12$ m/s bo'lgan shar bilan to'qnashadi. Toqnashishini to'g'ri chizik bo'ylab va noelastik deb ikki hol uchun to'qnashishdan keyingi tezliklarni toping: a) bir xil yo'nalishda harakatlanayotgan kichik shar kattasiga yetib oladi va to'qnashadi; b) sharlar bir-biriga qarama-qarshi harakatlanganda.
2. $m_1 = 240$ kg massaga ega bo'lgan lodkada $m_2 = 60$ kg bo'lgan odam turibdi. Lodkaning tezligi $v_1 = 2$ m/s. Odam lodkadan gorizontal holda $v = 4$ m/s tezlik bilan sakradi (lodkaga nisbatan). Lodkaning harakatini va tezligini odam sakragandan keyin 2 holat uchun toping: 1) odam qayiqning harakati bo'yicha sakradi, 2) unga qarama-qarshi tomonga sakradi.
3. Temir yo'l platformasida to'p o'rnatilgan. To'p bilan platforma massasi $m_1 = 15$ t. To'p yuqoriga yo'l yo'nalishga $\alpha = 60^\circ$ burchak ostida o'q otadi. Agar o'qning massasi $m_2 = 20$ kg va tezligi $v_2 = 600$ m/s bo'lsa, platforma qanday v_1 tezlik bilan harakatlanadi?
4. Massasi $m = 10$ kg bo'lgan snaradning trayektoriyasini eng yuqori nuqtasini $v = 200$ m/s tezlik bilan egalladi. Bu nuqtada u ikki qismga bo'linib ketdi. Massasi $m_1 = 3$ kg bo'lgan kichik qismi tezligi $v_1 = 400$ m/s bo'lib oldingi yo'nalishda harakatni davom ettirdi. Ikkinchi, katta qismni ajralishdan keyingi v_2 tezligi topilsin.
5. Ikkita chang'i uchuvchilar massalari $m_1 = 80$ kg va $m_2 = 50$ kg, bir-biriga qarama-qarshi turib, uzun shnurni o'ziga tomon tortadi, uning tezligi $v = 1$ m/s. Ular qanday U_1 va U_2 tezliklar bilan harakat qiladi? Qarshilik kuchini e'tiborga olmang.
6. O't o'chiruvchi suvni olovga to'g'rilaydi. Suvning tezligi $v = 16$ m/s. Shlang yuzasi $S = 5$ sm². Brandspoitni ushlab turuvchi o't uchiruvchini kuchini toping.
7. Relslarda platforma turibdi, unga gorizontal holda siljimaydigan qurilma qo'yilgan. To'pdan o'q otiladi. O'qning massasi $m_1 = 10$ kg. Uning tezligi $v = 1$ km/s. Platformani o'q bilan birga massasi $M = 2 \cdot 10^4$ kg. Agar ishqalanish koeffitsiyenti $\mu = 0.002$ bo'lsa platforma qancha masofaga siljiydi?
8. Stvolining massasi $m_1 = 500$ kg bo'lgan to'p gorizontal yo'nalishda otadi. Snaradning massasi $m_2 = 5$ kg va uning boshlang'ich tezligi $v_0 = 460$ m/s. O'q otilgandan keyin stvol orqaga $S = 40$ sm masofaga siljiydi. O'rtacha tormozlanish kuchi F topilsin.
9. Harakatlanuvchi m_1 massali jism m_2 massali tinch turgan jismga uriladi. Markaziy elastik urilishda 1-jismning tezligi 1.5 marta kamayishi uchun, m_1/m_2 nisbati nimaga teng bo'lishi kerak?
10. Tinch turgan vodorod atomi bilan geliy atomi elastik urilganda geliy atomining tezligi qanchaga kamayadi? Vodorod atomining massasi geliy atomining massasidan 4 marta kam.
11. Sharcha devorga $m = 200$ g tezlik bilan urildi va shu tezlik bilan qaytdi. Sharchaning tezligi $v = 10$ m/s. Agar sharcha devor tekisligiga $\alpha = 30^\circ$ ostida urilgan bo'lsa, devordan olingan impuls hisoblansin.
12. $m_1 = 2$ kg bo'lgan gorizontal uchayotgan o'q massasi $m_2 = 10^3$ kg bo'lgan platformadagi qumga kelib tushadi va botib qoladi. Agar platforma $v = 1$ m/s bilan harakat qilgan bo'lsa, o'q qanday tezlik bilan uchib kelgan?
13. Massasi $m = 250$ g, tezligi $v = 50$ m/s bo'lgan koptok vertikal devorga elastik urilib orqaga qaytadi. Devor $p = 2.2$ kg·m/s impuls qabul qiladi. Tushish burchagi va koptokka berilgan kuch topilsin. Urilish vaqti $\Delta t = 0.02$ s deb olinsin.
14. Molekula $\alpha = 60^\circ$ burchak ostida $v = 400$ m/s tezlik bilan devorga elastik urilib qaytadi. Devordan olingan kuch Impulsini aniqlang. Molekula massasi $m = 3 \cdot 10^{-23}$ g.
15. O'q massasi $m_1 = 2$ kg, $v_1 = 300$ m/s tezlik bilan nishonga tushadi. Uning massasi $m_2 = 100$ kg. O'q tushgandan keyin nishon qaysi yo'nalishda va qanday v tezlik bilan harakatlanadi? 2 xil hol uchun: 1) nishon tinch holatda, 2) nishon o'q bilan bir xil yo'nalishda $v_2 = 72$ km/soat tezlik bilan harakatlanadi.
16. O'q massasi $m_1 = 2$ kg, $v_1 = 300$ m/s tezlik bilan qumli nishonga tushadi. Uning massasi $m_2 = 100$ kg. Agar nishon o'qqa yuzma-yuz $v_2 = 72$ km/soat tezlik bilan harakatlanib

kelayotgan bo'lsa, o'q tushgandan keyin nishon qanday tezlik bilan va qaysi yo'nalishda harakatlanadi?

17. Gorizont $v = 600$ m/s tezlik bilan uchib ketayotgan o'q 2 ta zarraga ajralib ketadi. Zarralardan birining massasi ikkinchisidan 2 marta katta. M katta bo'lgan zarracha vertikal yerga tushadi, m kichigi esa gorizontga $\alpha = 60^\circ$ ostida tushadi. Ikkinchi zarrachaning v_2 tezligi topilsin.
18. Massasi $m = 20$ kg, boshlang'ich tezligi $v_0 = 200$ m/s va gorizont bilan $\alpha = 60^\circ$ burchakni tashkil qilgan (snaryad) o'q uchib bormoqda. U eng baland cho'qqiga ko'tarilganda nishonga tegdi va $t = 0.02$ s da tezligini to'la yo'qotdi. O'rtacha to'qnashuv kuchi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
19. Massasi 10g bo'lgan po'lat sharcha 1 m balandlikdan po'lat plita ustiga tushib 0.8 m masofaga sakrab ketdi. Shar Impulsining o'zgarishini toping.
20. Massasi 250g bo'lgan raketani 50g portlovchi moddasi bor. Agar portlovchi modda birdaniga portlaydi deb faraz qilsak, bu holda hosil bo'lgan gazning tezligi 300 m/s bo'ladi. Raketaning eng yuqori ko'tarilgan holatdagi potensial energiyasi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.
21. Gorizont tekislikda $v_1 = 3$ m/s tezlik bilan harakatlanayo'tgan aravacha ustida odam turibdi. Odam aravacha harakati yo'nalishiga teskari bo'lgan tomonga sakradi. Bu holda aravachaning tezligi ortib $v_1 = 4$ m/s bo'lib qoladi. Odamning aravachaga nisbatan sakrashdagi tezlikni gorizont tashkil etuvchisi v_2 ni toping. Aravachaning massasi $m_1 = 210$ kg, snaryadning massasi $m_2 = 70$ kg.
22. Temir yo'l platformasiga qattiq o'rnatilgan pushkadan temir yo'l bilan $\alpha = 30^\circ$ hosil qiladigan qilib o'q uzildi. Agarda snarad $v_1 = 430$ m/s tezlik bilan otilib chiqsa platformani orqaga qaytib yurish tezligi v_2 topilsin. Platformani pushka va snarad bilan birgalikdagi massasi $m_1 = 18$ kg, snaryadning massasi $m_2 = 60$ kg.
23. Massalari bir xil $m = 200$ kg dan (qayiq, yuk va odamlarni massalari kiradi) bo'lgan ikkita qayiq bir-biriga qarab bir xil tezlik bilan harakatlanmoqda. Qayiqalar tenglashganda biridan ikkinchisiga va ikkinchisidan birinchisiga bir xil massali $m_1 = 20$ kg yuk irg'atilgan. Yuk qo'yilgandan keyingi qayiqning tezligi v_1 va v_2 topilsin.
24. Massasi $m = 300$ g va tezligi $v = 8$ m/s bo'lgan sharcha devorga 30° burchak ostida kelib urilganda devorning olgan impulsi hisoblansin. Devorga bo'lgan urilish elastik deb hisoblansin.
25. Uzun taxtaga engil g'ildiraklar o'rnatilib aravacha qilingan. Taxtaning bir uchida odam turibdi. Uning massasi $m_1 = 60$ kg. Agar odam taxtada (taxtaga nisbatan) $v = 1$ m/s tezlik bilan harakat qilsa, taxta polga nisbatan qanday tezlik bilan harakatlanadi? Ishqalanish kuchi va g'ildirakning massasi e'tiborga olinmasin.
26. $v = 400$ m/s tezlik bilan harakatlanayo'tgan snarad ikkiga bo'linib ketdi. Snarad massasini 40% tashkil qiladigan kichik massali bo'lakcha tezligi $u_1 = 150$ m/s bo'lgan tezlik bilan harakat yo'nalishiga teskari tomon harakatlandi. Katta massali burchakning tezligi u_2 topilsin.
27. Qayiq uchida turgan odam qayiqning oxiri tamon yuradi. Agarda qayiqning massasi $m = 120$ kg, odamning massasi $m = 60$ kg, qayiqning uzunligi 3m bo'lsa, qayiq qanday masofaga siljiydi? Suvning qarshiligi e'tiborga olinmasin.
28. Yoqilg'isiz massasi $m_1 = 400$ g bo'lgan raketa yoqilg'i yonishi natijasida $h = 125$ m balandlikka ko'tarilgan. Yoqilg'ining massasi $m_2 = 50$ g. raketani yonilg'isi birdaniga hammasi yonadi deb hisoblab, raketadan chiqayotgan gazning tezligini hisoblang.
29. m massali havoda muallaq turgan ayrostatga uzunligi k bo'lgan arqonli narvon ulangan. Narvonning eng pastida turgan odam arqonni eng tepasiga chiqqanida uning Yerga nisbatan siljishi $S = 0.9$ m bo'lsa, odamning og'irligi qancha bo'ladi?
30. Uzunligi $l = 10$ m va massasi $m = 400$ kg bo'lgan plot suvda muallaq turibdi. Plot uchlarida turgan va massalari $m_1 = 60$ kg, $m_2 = 40$ kg ikkita bola bir xil tezlik bilan bir-

biriga qarab yuradi va plotni biror yerida uchrashadi. Plotni qanday masofaga surilgani topilsin.

31. Ikkita jism bir-biriga qarab bir xil tezlik $v = 3 \text{ m/s}$ bilan harakatlanadi. To'qnashishdan keyin esa birgalikda harakatlanadi. $v = 1.5 \text{ m/s}$. Bu jismlar massalarining nisbati topilsin. Ishqalanish e'tiborga olinmasin.
32. Massasi $m_1 = 20 \text{ t}$ bo'lgan temir yo'l platformasi $v_1 = 9 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanmoqda. Platforma ustiga o'rnatilgan pushkadan, pushkaga nisbatan massasi $m_2 = 25 \text{ kg}$, tezligi $v_2 = 700 \text{ m/s}$ bo'lgan snarad otilgan. O'q otilgandan keyin platformaning tezligi: 1) o'q platforma harakatlanayotgan yo'nalishda; 2) o'q platforma harakatiga teskari yo'nalishda topilsin.
33. Moddiy nuqtaning harakati $x = 5 - 8t + 4t^2$ tenglama bilan berilgan. Uning massasi $m = 2 \text{ kg}$ bo'lsa, $t = 2 \text{ s}$ dan $t = 4 \text{ s}$ o'zgarganda moddiy nuqtaning impulsini va bu o'zgarishni yuzaga keltiruvchi kuchni toping.
34. Massasi $m = 1 \text{ kg}$ bo'lgan moddiy nuqta aylana bo'ylab $v = 10 \text{ m/s}$ tezlik bilan tekis harakat qilmoqda. Davrning to'rtidan bir qismida, yarim davrda va to'la bir davr mobaynida impulsni o'zgarishini toping.
35. Avtomatning massasi $m_1 = 3.8 \text{ kg}$, o'qning massasi $m_2 = 7.9 \text{ g}$. O'q uchun ishlatilgan poroxning massasi $m_3 = 16 \text{ g}$, o'qning avtomatdan uchib chiqish tezligi 715 m/s . Porox gazining tezligi o'qning uchish tezligining yarmiga teng deb hisoblab, avtomatni orqaga tepkili harakat tezligi topilsin.
36. Massasi $m_1 = 750 \text{ t}$ bo'lgan kema ustidagi pushkadan harakat yo'nalishiga teskari, lekin gorizont bilan $\alpha = 60^\circ$ burchak ostida o'q uzilgan. Massasi $m = 30 \text{ kg}$ bo'lgan snarad $v = 10^3 \text{ m/s}$ tezlik bilan otilgan bo'lsa, kemaning tezligi qanchaga o'zgargan?
37. Gorizontga nisbatan biror burchak ostida uchirilgan raketa trayektoriyasining eng yuqori nuqtasi $h = 400 \text{ m}$ da ikki qismga ajralib ketdi. Portlashdan $t = 2 \text{ s}$ o'tganda parchaning bir bo'lagi raketa uchirilgan yerdan $S = 1 \text{ km}$ masofaga tushgan bo'lsa, ikkinchi bo'lagi qanday masofaga tushadi?
38. Massasi $M = 1000 \text{ kg}$ harakat tezligi $v_1 = 171 \text{ m/s}$ bo'lgan ikki bosqichli raketadan massasi $m = 400 \text{ kg}$ bo'lgan ikkinchi bosqichi ajralganda uning tezligi $v_2 = 185 \text{ m/s}$ ga o'zgargan. Raketaning birinchi bosqich tezligini toping.
39. Ko'lda muallaq holda qayiq turibdi. Qayiqning uchida va oxirida baliqchilar o'tiribdi. Ular orasidagi masofa $\ell = 5 \text{ m}$. Qayiqning massasi $m = 50 \text{ kg}$, baliqchining massasi $m_1 = 90 \text{ kg}$ va $m_2 = 60 \text{ kg}$. Agarda baliqchilar o'rinlarini almashsalar qayiq qanday masofaga siljiydi, suvning qarshiligi hisobga olinmasin.
40. Massasi $m_1 = 120 \text{ kg}$ bo'lgan telejka gorizont tekislikda inersiya bo'yicha $v = 6 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanmoqda. Gorizont tekislikda harakat yo'nalishi bilan $\alpha = 30^\circ$ burchak hosil qiluvchi yo'nalishda massasi $m_2 = 80 \text{ kg}$ bo'lgan odam sakrab tushib qolgan. Bu holda telejkaning tezligi $v_1 = 5 \text{ m/s}$ gacha kamaygan. Yerga nisbatan sakragan odamning tezligi qanday bo'lgan?
41. Daryoning ustidagi silliq muz ustida turgan konkilik odam tosh otadi. Tosh $t = 2 \text{ s}$ da $S = 20 \text{ m}$ masofani o'tib narigi qirg'og'iga etadi. Agar odamning massasi $M = 60 \text{ kg}$ bo'lsa, konkichi qanday tezlik bilan harakat qiladi? Ishqalanish e'tiborga olinmasin.
42. Massalari $m_1 = 70 \text{ kg}$ va $m_2 = 80 \text{ kg}$ bo'lgan odamlar g'ildirakli konkida bir-birini ro'parasida turibdi. Birinchi odam ikkinchisiga tezligining gorizont tashkil etuvchisi $v = 5 \text{ m/s}$ va massasi 10 kg bo'lgan yuk otadi. Yukni otgandan keyin birinchi odamni tezligini va ikkinchi odam yukni qabul qilgandan keyingi tezliklari topilsin. Ishqalanish e'tiborga olinmasin.
43. Massasi $m_1 = 9 \text{ kg}$ qum solingan yashik $v = 6 \text{ m/s}$ tezlik bilan absolut silliq tekislikda harakat qilmoqda. Boshlangich tezligi nolga teng va massasi $m_2 = 1 \text{ kg}$ bo'lgan tosh $h = 10 \text{ m}$ balandlikdan qum ustiga tushadi. Tosh tushgandan keyin yashikning tezligini toping.
44. Massasi $M = 350 \text{ kg}$ bo'lgan va havoda muallaq turgan aerostatdan osma arqon yordamida odam tushishi kerak. Odamning massasi 70 kg . Yerdan aerostatgacha bo'lgan masofa $S =$

10 m. Odam narvonni oxirgi pog'onasidan yerga qadam qo'yish uchun aerostatga qanday minimal uzunlikdagi arqon ulashi kerak?

45. Silliq relsda telejka turibdi. Odam telejkani bir uchidan ikkinchi uchiga o'tsa, telejka qanday masofaga siljiydi? Odamning massasi $m_1 = 60$ kg. Telejkaning massasi $m_2 = 120$ kg, uzunligi $\ell = 3$ m.
46. Asosidagi burchagi $\alpha = 45^\circ$ bo'lgan qiya tekislikdan massasi $m_1 = 10$ kg va tezligi $v = 1$ m/s bo'lgan qum solingan yashik tushib kelmoqda. Yashikning massasi $m_2 = 10$ g bo'lgan, gorizontol uchib kelayotgan o'q tegsa u to'xtab qoladi. O'qning uchish tezligini toping.
47. Asosi bilan hosil qilgan burchagi $\alpha = 45^\circ$ ponadan $h = 20$ m balandlikdan massasi $m_1 = 0.5$ kg bo'lgan jism tushmoqda. Pona absolut silliq sirtida yotibdi. Jism pona asosiga tushganda pona qanday masofaga siljiydi? Ponaning massasi $m_2 = 1.5$ kg.
48. Massasi $m_1 = 300$ g bo'lgan jism $N = 10$ m balandlikdan erkin tushadi $h = N/2$ balandlikda jismga massasi $m = 10$ g, tezligi 400 m/s bo'lgan gorizontol uchib ketayotgan o'q tegib jism ichida qolib ketadi. To'qnashishdan keyin jism tezligini va tezlikning gorizontol tashkil etuvchisi hosil qilgan burchakni toping.
49. Ikkita qayiq bir-biriga qarab inersiya bo'yicha parallel yo'nalishlar bo'yicha harakatlanmoqda. Qayiqlar tenglashganda biridan ikkinchisiga massasi $m = 25$ kg yuk olib qo'yilgan. Shundan keyin yuk qo'yilgan qayiq to'xtab qolgan. Yuksiz qayiq esa $v = 8$ m/s tezlik bilan harakatni davom ettirgan. Agarda yuk qo'yilgan qayiyning massasi $M = 1$ t bo'lsa, qayiqlar uchrashguncha qanday v_1 va v_2 tezliklar bilan harakatlangan?
50. Massasi $m_1 = 500$ t bo'lgan poyezd gorizontol yo'nalish bo'ylab tekis harakat qiladi. Poyezddan massasi $m = 20$ t bo'lgan vagon ajralib qoldi. Poyezdlar to'xtaganda ular orasidagi masofa $S = 500$ m bo'lgan. Agarda harakatga qarshilik qiluvchi kuch og'irlik kuchiga proporsional bo'lsa va u harakat tezligiga bog'liq bo'lmasa, vagon to'xtaguncha qancha yo'l yurgan?
51. Radiusi $R = 1.5$ m va massasi $m_1 = 180$ kg disksimon platforma inersiya tufayli $v = 10$ ayl/min vertikal o'q bo'yicha aylanma harakat qilmoqda. Platformani markazida $m_2 = 60$ kg massali odam turibdi. Agarda odam platforma uchiga qarab yursa, xonani poliga nisbatan u qanday chiziqli tezlikka erishadi?
52. Massasi $m = 60$ g bo'lgan sharcha uzunligi $\ell_1 = 1.2$ sm ipga bog'langan bo'lib, gorizontol tekislik bo'ylab $v_1 = 2$ ayl/s chastota bilan aylanmoqda. Sharchani aylanish o'qiga yaqinlashtirib, ipning uzunligini $\ell_2 = 0.6$ m gacha kamaytirilgan bo'lsa, sharcha qanday chastota bilan aylanadi?
53. Disk shaklidagi $R = 1$ m radiusli platforma $v = 6$ ayl/min chastota bilan aylanma harakat qiladi. Platformani chekkasidagi massasi $m = 80$ kg bo'lgan odam turibdi. Agarda odam platforma markaziga o'tsa, u qanday chastota bilan aylanadi? Platformaning inersiya momenti $I = 120$ kg·m² (odamning inersiya momenti moddiy nuqtasinikiga teng deb olinsin).
54. Jukovski skameykasida odam turibdi va massasi $m = 0.4$ kg bo'lgan $v = 20$ m/s tezlik bilan gorizontol yo'nalishda kelayotgan to'pni ilib oldi. To'pni trayektoriyasi aylanish vertikal o'qidan $l = 0.8$ m masofada o'tadi. Jukovski skameykasida turgan, to'p tutgan odam qanday burchakli ω tezlik bilan aylanadi? Odam bilan skameykani birgalikdagi inersiya momenti $I = 6$ kg·m².
55. Qo'lida vertikal o'q yo'nalishda sterjenni ushlab turgan odam Jukovski skameykasida turibdi. Skameyka odam bilan birgalikda $\omega_1 = 1$ ayl/s burchakli tezlik bilan aylanmoqda. Agarda sterjenni gorizontol yo'nalishga o'zgartirilsa skameyka odam bilan birga qanday ω_2 burchakli tezlikda aylanadi? Odam bilan skameykani birgalikdagi inersiya momenti $I = 6$ kg·m². Sterjenning uzunligi $l = 2.4$ m massasi $m = 8$ kg.
56. Disksimon platforma inersiya bo'yicha $v = 15$ ayl/min bilan vertikal o'q atrofida aylanmoqda. Platformaning chekkasida odam turibdi. Odam platforma markaziga o'tganda, u $v_2 = 25$ ayl/min bilan aylangan. Odamning massasi $m = 70$ kg. Platformani M massasi topilsin. Odamning inersiya momenti moddiy nuqtaniki kabi deb olinsin.

57. Radiusi $R = 2\text{ m}$ bo'lgan disksimon gorizontal plftorma chekkasida odam turibdi. Platformani m massasi topilsin. Odamni inersiya momenti moddiy nuqtaniki kabi deb olinsin.
58. Diametri $d = 2\text{ m}$ bo'lgan disksimon platforma vertikal o'q atrofida inersiya bo'yicha $v_1 = 8\text{ ayl/min}$ chastota bilan aylangan. Odamning inersiya momenti moddiy nuqtaniki deb, platforma massasi m topilsin.
59. O'z o'qi atrofida aylana oladigan gorizonatal disk ustiga radiusi $R_1 = 50\text{ sm}$ bo'lgan o'yinchoq temir yo'li o'rnatilgan. Diskning massasi $m_1 = 10\text{ kg}$ radiusi $R_2 = 60\text{ sm}$. Tinch turgan diskdagi temir yo'l ustiga massasi $m = 1\text{ kg}$ bo'lgan o'yinchoq burama parovoz qo'yib yuborildi. Parovoz relsga nisbatan $v = 0.8\text{ m/s}$ tezlik bilan harakat qilmoqda. Disk qanday burchakli tezlik bilan harakat qilishi topilsin.
60. Odam Jukovskiy skameykasida o'tiribdi. Qo'lida aylanish o'qiga vertikal holda aylanish o'qi bo'ylab joylashgan sterjenni ushlab turibdi. Sterjen uning yuqorigi qismiga joylashgan g'ildirak uchun o'q bo'lib hizmat qiladi. Skameyka qo'zgalmasdan turibdi, g'ildirak esa $v=10\text{ ayl/s}$ bilan aylanma harakat qilmoqda. Agarda odam sterjenni 180° ga o'zgartirsa, ya'ni g'ildirak sterjenni pastki uchida bo'lsa, skameyka qanday burchakli tezlik bilan aylanadi? Odam bilan skameykani birgalikdagi inersiya momenti $I = 6\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ g'ildirakning radiusi $R = 20\text{ sm}$, massasi esa $m = 3\text{ kg}$ bo'lib gardish bo'yicha teng taqsimlangan.