

## 2-Amaliy mashg‘ulot

**Mavzu: Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasi.**

### Aylana bo‘ylab teks harakat.

Aylana bo‘ylab teks harakat deb, trayektoriyasi aylanadan iborat bo‘lib, teng vaqtlar ichida bir xil aylana yoyi bosib o‘tadigan harakatga aytildi.

**Burchakli tezlik deb**-vaqt birligi ichida burilish burchagiga teng bo‘lgan vektor kattalikka aytildi.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}, \quad \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

**Aylanish davri**-bir marta to‘la aylanib chiqish uchun ketgan vaqtga teng bo‘lgan kattalikka aytildi. Bunda  $N$ -aylanishlar soni,  $t$ -vaqt.

$$T = \frac{t}{N}$$

**Aylanish chastotasi**-vaqt birligi ichida aylanishlar soniga teng bo‘lgan kattalikka aytildi.

$$\nu = \frac{N}{t}$$

**Chiziqli tezlik**-vaqt birligi ichida bosib o‘tilgan aylana yoyi uzunligiga teng bo‘lgan vektor kattalikka aytildi.

$$\vartheta = \omega R = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi\nu R$$

Normal tezlanish deb, jism tezlik vektorining yo‘nalishi o‘zgarishi hisobidan paydo bo‘ladigan tezlanishga aytildi.

$$a_n = \frac{\vartheta^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 R\nu^2 = \vartheta\omega$$

Tangentsial tezlanish deb, jism tezlik vektorining son qiymati o‘zgarishi hisobidan paydo bo‘ladigan tezlanishga aytildi.

$$a_t = \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\Delta\vartheta}{\Delta t}$$

### Aylana bo‘ylab teks o‘zgaruvchan harakat.

Burchakli tezlanish deb, vaqt birligi ichida burchakli tezlikni o‘zgarishiga teng bo‘lgan kattalikka aytildi.

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}, \quad \varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t}, \quad \varepsilon = \frac{a_t}{R}$$

### **Aylana bo‘ylab teks tezlanuvchan harakat.**

Aylana bo‘ylab teks tezlanuvchan harakat deb, jismning harakati davomida, teng vaqtlar ichida burchakli tezligini bir xilda ortib borishiga aytildi.

Oniy burchakli tezlik deb, ixtiyoriy vaqtdagi burchakli tezligiga aytildi.

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

Burilish burchagini topish formulasi:

$$d\varphi = \omega dt, \quad \varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$$

Aylana bo‘ylab teks sekinlanuvchan harakat.

Oniy burchakli tezlikni topish formulasi:

$$\omega = \omega_0 - \varepsilon t$$

Burulish burchagini topish formulasi:

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}$$

### **Ma’lum balandlikdan gorizontal otilgan jism harakati.**

Tezlikni gorizontal va vertikal tashkil etuvchilarini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:  $\vartheta_x = \vartheta_0$ ,  $\vartheta_y = gt$

Ixtiyoriy vaqtdagi tezlikni topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 + (gt)^2}$$

Ixtiyoriy balandlikka tushgandagi tezligini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:  $\vartheta = \sqrt{\vartheta_0^2 + 2gh}$

Harakat tenglamasini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$y = h = -\frac{gt^2}{2} \quad x = S = \vartheta_x \cdot t = \vartheta_0 \cdot t \quad y = -\frac{g}{2\vartheta_0^2} x^2$$

Uchish uzoqligini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$S = \vartheta_x \cdot t = \vartheta_0 \cdot t$$

Tushish balandligini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:  $h = \frac{gt^2}{2}$

Ixtiyoriy balandlikdan tushish vaqtini topish formulasi quyidagicha topiladi:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

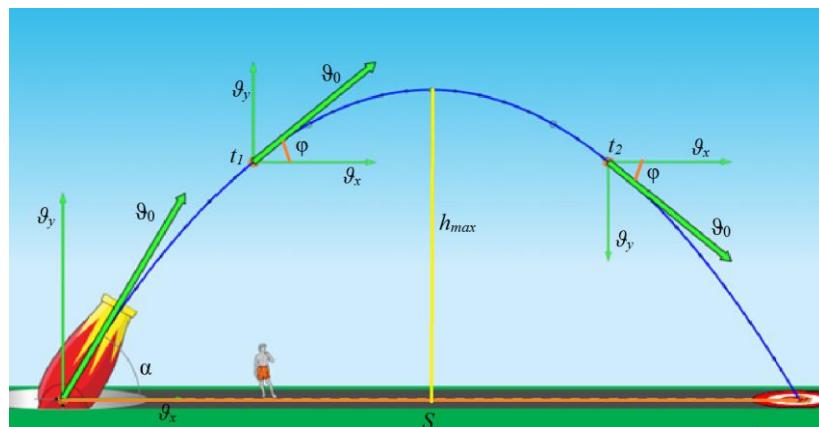
Ixtiyoriy vaqtdagi gorizont bilan tashkil etgan burchagini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x} = \frac{gt}{\vartheta_0}, \quad \varphi = \arctan\left(\frac{gt}{\vartheta_0}\right)$$

Ixtiyoriy vaqtdagi normal tezlanishini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:  $a_n = \frac{g\vartheta_0}{\sqrt{\vartheta_0^2 + (gt)^2}}$

Ixtiyoriy vaqtdagi tangensial tezlanishini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:  $a_t = \frac{g^2 t}{\sqrt{\vartheta_0^2 + (gt)^2}}$

### **Gorizontga qiya otilgan jism harakati.**



Tezlikni dastlabki va ixtiyoriy vaqtdagi tashkil etuvchilarini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vartheta_{x0} = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha, \quad \vartheta_{y0} = \vartheta_0 \cdot \sin \alpha$$

$$\vartheta_x = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha, \quad \vartheta_y = \vartheta_0 \cdot \sin \alpha - gt$$

Ixtiyoriy vaqtdagi natijaviy tezlikni topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\vartheta = \sqrt{(\vartheta_0 \cos \alpha)^2 + (\vartheta_0 \sin \alpha - gt)^2}$$

Ixtiyoriy vaqtda jismni gorizant bilan tashkil etgan burchak tangensini topish formulasini quyidagicha yozish mumkin:

$$tg\varphi = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x} = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha - gt_1}{\vartheta_0 \cos \alpha}, \quad tg\varphi = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x} = \frac{gt_2 - \vartheta_0 \sin \alpha}{\vartheta_0 \cos \alpha}$$

Ko‘tarilish, tushish va uchish vaqtlarini topish formulalari quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$t_{ko'} = t_{tu} = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha}{g}, \quad t_{uch} = t_{ko'} + t_{tu} = \frac{2\vartheta_0 \sin \alpha}{g}$$

Uchish uzoqligini topish formulasini quyidagicha yozamiz:

$$S = \vartheta_x \cdot t_{uch} = \vartheta_0 \cos \alpha \cdot \frac{2\vartheta_0 \sin \alpha}{g} = \frac{\vartheta_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

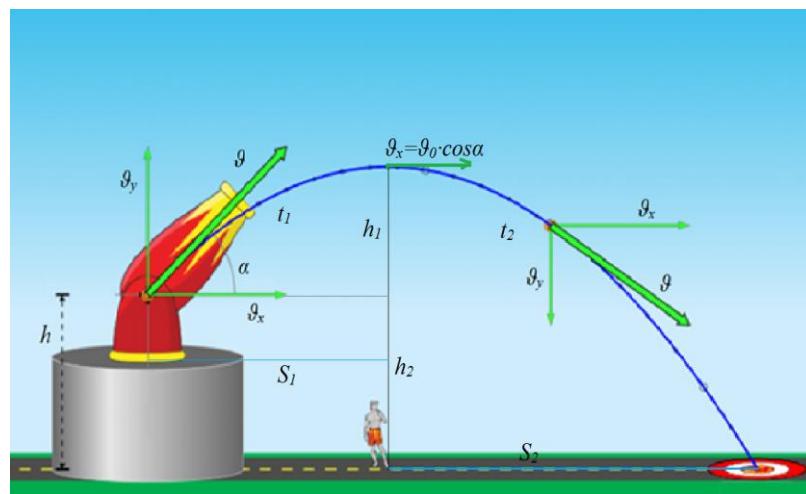
Ixtiyoriy vaqtdagi ko‘tarilish balandligini va maksimal ko‘tarilish balandligini topish formulalari:

$$h = \vartheta_{y0} \cdot t - \frac{gt^2}{2}, \quad h = \vartheta_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}, \quad h \xrightarrow[\text{max}]{\frac{\vartheta_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}}$$

Ixtiyoriy vaqtdagi normal va tangensial tezlanishlarini topish:

$$a_n = g \cdot \cos \varphi = g \cdot \frac{\vartheta_x}{\vartheta}, \quad a_t = g \cdot \sin \varphi = g \cdot \frac{\vartheta_y}{\vartheta}$$

**Ma’lum balandlikdan gorizontga qiya otilgan jism harakati:**



Harakatlanish vaqtalarini topish formulalari quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$t_1 = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha}{g},$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(h_1+h_2)}{g}},$$

$$t_{uch} = t_1 + t_2 = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha}{g} + \sqrt{\frac{2(h_1 + h_2)}{g}}$$

Ko‘tarilgan balandligini topish formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$h_1 = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Uchish uzoqligini topish formulasini esa quyidagilar orqali ifodalab keltirib chiqaramiz:

$$S_1 = \frac{\vartheta_0^2 \sin 2\alpha}{2g}, \quad S_2 = \vartheta_0 \cos \alpha \cdot t_2 = \vartheta_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{2(h_1+h_2)}{g}}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{\vartheta_0^2 \sin 2\alpha}{2g} + \vartheta_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{2(h_1 + h_2)}{g}}$$

### Mustaqil yechish uchun masalalar

**2.1.** Bir g‘ildirak sekundiga 50 marta teks aylanadi. Ikkinci g‘ildirak 30 s da 500 marta teks aylanadi. Birinchi g‘ildirakning burchak tezligi ikkinchisiniidan necha marta katta.

**2.2.** G‘ildirak  $4\pi \text{ rad/s}$  burchak tezlik bilan teks aylanib necha sekundda 100 marta to‘liq aylanadi.

**2.3.** Ventilyator parragini burchak tezligi  $20\pi \text{ rad/s}$  10 minut ichidagi to‘liq aylanishlar sonini toping.

**2.4.** Aylanayotgan g‘ildirakni chekka nuqtasining chiziqli tezligi  $50 \text{ cm/s}$ , aylanish o‘qiga  $3 \text{ cm/s}$  yaqinroqda joylashgan nuqatasining tezligi esa  $40 \text{ cm/s}$ . G‘ildirakning radiusini aniqlang.

**2.5.** Markazga intilma tezlanishi  $2000 \text{ m/s}^2$  bo‘lgan jism 2 m radiusli aylana bo‘ylab tekis harakatlanmoqda. Uning aylanish chastotasini (Hz) toping?

**2.6.** Aylanma harakat qilayotgan jism har 2 s da 6 m masofa bosib o’tadi va shu vaqt ichida aylananing yarmini bosib o’tadi. Shu jismning markazga intilma tezlanishini ( $\text{m/s}^2$ ) toping.

**2.7.** 1 m radiusli aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan jism 2 s da 4 m uzunlikdagi yoyni bosibo'tadi. Uning burchak tezligini (rad/s) toping.

**2.8.** 40 sm radiusli disk 5 Hz chastota bilan aylanmoqda. Diskning eng chekka nuqtalarining chiziqli tezligini (m/s) toping.

**2.9.** Aylanayotgan g'ildirakning eng chekka nuqtalarining chiziqli tezligi 20 m/s, markazga 2 sm yaqinroq bo'lган nuqtalarning chiziqli tezligi esa 16 m/s. G'ildirakning radiusini (m) aniqlang.

**2.10.** Parrok uchining burchak tezligi vaqtga quyidagicha bog'langan:  $\omega = \pi(15 - 2t)$  bo'lsa, parrok 5 s da necha marta aylanadi?

**2.11.** Aylanayotgan disk ustidagi radiuslari 1 sm ga farq qiladigan ikki nuqtaning chiziqli tezliklari orasidagi farq 0,314 m/s ga teng bo'lsa, diskning aylanish chastotasini toping.

**2.12.** Magnitofon o'ragichi 3 m/s tezlik bilan 30 s da tasmani o'rab bo'ldi. Agar o'ragichning boshlang'ich radiusi 1 sm, oxirgi radiusi 5 sm bo'lsa, tasmaning qalinligini toping.

**2.13.** Doiraviy arraning diametri 60 sm. Arra o'qiga diametri 30 sm bo'lgan shkiv o'tkazilgan bo'lib, uni dvigatel valiga o'rnatilgan diametri 12 sm bo'lgan shkiv aylantiradi. Agar dvigatel vali 1200 ayl/min tezlik bilan aylantirsa, arra tishlarining tezligi qanday (m/s)?

**2.14.** Miltiqdan otilgan qo'rg'oshin o'q. bir-biridan 60 sm masofada joylashgan, gorizontal o'q, atrofida 25 Gs chastota bilan aylanayotgan ikkita diskni teshib o'tdi. Teshiklar bir-biridan  $18^\circ$  ga siljigan bo'lsa, o'qning ikki disk orasidagi tezligini toping?

**2.15.** Miltiqdan chiqadigan o'q 50 ayl/s chastota bilan aylanayotgan diametri 20 cm bo'lgan yupqa devorli silindrga borib tegadi. Agar o'q slindrning diametri yo'nali shida oitsa, va o'q slindr ichidan uchib chiqqanda kirish teshigi 1 cm ga siljigan bo'lsa, o'qning tezligining toping.

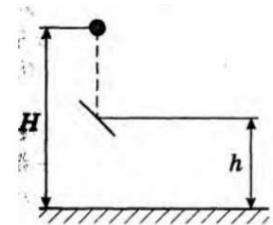
**2.16.** Yerning  $60^\circ$  kenglikda yotuvchi yotuvchi nuqtasining chiziqli tezligi ekvatororda yotuvchi nuqtaning tezligidan necha marta kichik.

**2.17.** 8 m balandlikdan goorizontal otilgan jism, otilsh nuqtasiga nisbatan goorizontal 10 m maofa joylashgan, balandligi 3 m bo'lgan devordan o'tib ketishi uchun, uni qanday minimal boshlang'ich tezlik bilan otish kerak?

**2.18.** 60 m/s boshlang'ich tezlik bilan goorizontal otilgan jismning harakat boshidan 8 s to'tgandagi tezligini aniqlang.

**2.19.** Jism 15 m/s boshlang'ich tezlik bilan goorizontal otildi. Uning tezlik vektori 1.5 s dan so'ng gorizont bilan qanday burchak hosil qiladi?

**2.20.** Jism  $H=10$  m balandlikdan boshlang'ich tezlisiz erkin tushadi(1-rasm). Jism  $h=0,5H$  balandlikda gorizontga  $45^0$  burchak ostida joylashgan to'siqqa uriladi. Uriish natijasida tezligi gorizontal yo'nalib qoladi. Jism H balandlikan qancha vaqtda tushadi?



**2.21.** Jism qoyadan 10 m/s boshlang'ich telik bilan goorizontal otildi. Qoyaning balandligi 20 m bo'lsa, uning ko'chishini topping.

**2.22.** Sportchi balandligi 5 m bo'lgan tramplindan sakramoqda. Sakrash paytida uning tezligi 6 m/s va gorizontal yo'nalgan bo'lsa, sportchi suvga yetib kelganda uning tezligi gorizont bilan qanday burchak hosil qiladi?

**2.23.** 50 m masofada joylashgan nishonga miltiq yordamida gorizontal yo'nalishda ikkita o'q uzildi. Birinchi o'qning tezligi 320 m/s, ikkinchisini esa 350 m/s. Nishonda qolgan tirkishlar orasidagi masofani topping.

**2.24.** Gorizontal holatda o'rnatilgan miltiqdan 100 m masodadagi otish tekisligiga perpendikuliyar joylashgan joylashgan nishonga ikkita o'q uzildi. Otilishdagi nosozlik tufayli ikkinchi o'q birinchisidan 1.7 sm pastga tegdi. Birinchi o'qning tezligi 700 m/s bo'lgan bo'lsa, ikkinci o'qning tezligini topping.

**2.25.** Jism gorizontga burchak ostida otilgan jismning boshlang'ich tezligi 10 m/s ga teng. Oradan 0.5 s o'tgandagi tezligi 7 m/s. Tosh boshlang'ich satxidan qanday balandlikka ko'tarilgan?

**2.26.** Jism gorizontga  $30^0$  burchak ostida 10 m/s tezlik bilan otilgan jism, qancha vaqdan so'ng 1 m balandlikda bo'ladi?

**2.27.** Tosh gorizontga  $30^0$  burchak ostida otilganda, ikki marta: otilgandan 3 s va 5 s o'tib bir xil balandlikda bo'ldi. Toshning boshlang'ich tezligini va shu balandlikni toping.

**2.28.** Jismni 8 m/s tezlik bilan qanday burchaklar ostida otganimizda, u 3.2 m masofaga borib tushadi?

**2.29.** Qurbaqaning maksimal sakrash oralig'i 0.6 m ga teng. Agar ikkala holda ham sakrashdagi boshlang'ich tezlik bir xil bo'lsa, qurbaqa qanday maksimal balandlikka sakrab chiqa oladi?

**2.30.** Tosh koordinata boshidan 14 m/s tezlik bilan otildi. U  $x=10$ ,  $y=7,5$  bo'lган nuqtaga tushishi uchun gorizontga qanday burchak ostida otish kerak? Erkin tushish tezlanishini  $9,8 \text{ m/s}^2$  deb oling.

**2.31.** 20 m balandlikdan po'lat sharcha erkin tushmoqda. Sharcha 1 s dan so'ng gorizontga  $30^0$  burchak ostida o'rnatilgan to'siqqa elastik uriladi. Urilishdan so'ng u yer sirtidan qanday balandlikka ko'tariladi?

**2.32.** Nishon va zambarak bir-biridan 5 km masofad, bir satxda joylashgan. Zambarakdan 240 m/s tezlik bilan uchib chiqqan snaryad qanday minimal vaqtida nishonga uriladi?

**2.33.** O't o'chiruvchi suv oqimini balandligi 20 m bo'lган binoni tomiga yo'naltiradi. Agar suv oqimining maksimal ko'tarilish balandligi 30 m, shlangdan chiqish tezligi 25 m/s bo'lsa, suv oqimi o't o'chiruvchidan qanday gorizontal masofada bino tomiga tushadi.

**2.34.** Gorizont bilan  $30^0$  burchak hosil qilgan qiya tekislikdan tekislikka nisbatan  $60^0$  burchak ostida otiladi. U otilish nuqtasidan 10 m masofada tekislikka urilishi uchun, uni qanday boshlang'ich tezlik bilan otish kerak?