

2-ma'ruza mashg'uloti

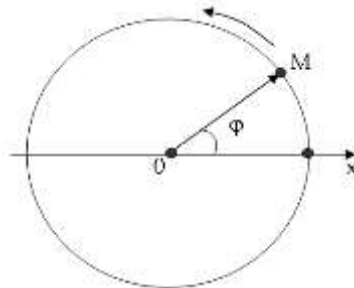
Mavzu: Moddiy nuqta aylanma harakati kinematikasi.

Reja:

1. Nuqtaning aylana bo'ylab harakati. Burchak tezlik va burchak tezlanish.
2. Egri chiziqli harakatda tangensial, normal va to'liq tezlanish. Chiziqli va burchak tezliklar orasidagi bog'lanish.

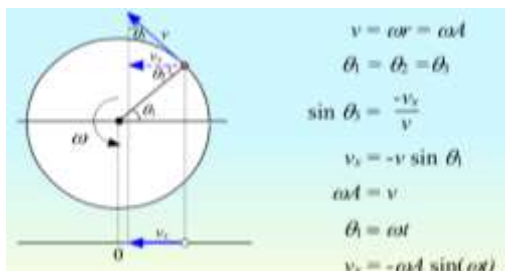
1. Nuqtaning aylana bo'ylab harakati. Burchak tezlik va burchak tezlanish.

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati 1- rasmda keltirilgan. M moddiy nuqtaning holati o'zgarmas OX o'qi bilan OM radius - vektor orasidagi φ burchak bilan belgilanadi.



1-rasm. Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakati

Bu holda r radiusda yotgan har xil nuqtalarning chiziqli tezliklari har xil bo'ladi ($v_1, v_2, \dots$, va h.k.). Shuning uchun aylanma harakatda moddiy nuqtaning tezligi uchun alohida kattalik kiritiladi.



Omega-A ning (v)ga tengligidan va θ_1 ni omega-t ga tengligidan foydalanib, v_x minus ωA ni $\sin(\omega t)$ ga ko'paytmasiga teng bo'ladi.

O'zgarmas OX o'qibila OM radius - vektor orasidagi burchakdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosila *burchak tezlik* deb ataladi.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad (1.1)$$

Agar burchak tezlik ω o'zgarmas bo'lsa, aylana bo'ylab harakat *tekis aylanma harakat* deb ataladi. Moddiy nuqta bir marta to'liq aylanishda $\varphi=2\pi$ burchakka buriladi. 2π burchakka burilishga ketgan vaqt T *aylanish davri* deb ataladi.

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} ; T = \frac{2\pi}{\omega} , \quad (1.2)$$

Birlik vaqt ichida aylana bo'ylab qilingan to'liq aylanishlar soni *aylanish chastotasi* deb ataladi

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} , \quad \omega = 2\pi\nu , \quad (1.3)$$

Burchak tezlikdan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosila yoki φ - burchakdan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosila *burchak tezlanish* deb ataladi:

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} , \quad (1.4)$$

XM aylana yoyi uzunligini S deb hisoblasak, chiziqli tezlik va chiziqli tezlanishni quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$v = \frac{ds}{dt}, \quad a = \frac{d^2s}{dt^2}, \quad (1.5)$$

Aylana radiusini $\vec{r}$ deb belgilasak, S aylana yoyi quyidagiga teng bo'ladi.

$$S = r\varphi, \quad (1.6)$$

U holda burchak tezlik va tezlanishlarni radius - vektor orqali ifodalashimiz mumkin:

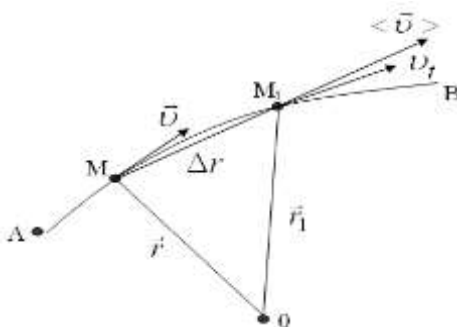
$$v = \frac{ds}{dt} = r \cdot \frac{d\varphi}{dt} = r \cdot \omega, \quad (1.7)$$

$$a = \frac{d^2s}{dt^2} = r \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} = r \cdot \frac{d\omega}{dt} = r \cdot \beta, \quad (1.8)$$

2. Egri chiziqli harakatda tangensial, normal va to'liq tezlanish. Chiziqli va burchak tezliklar orasidagi bog'lanish.

Egri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning chiziqli tezlanish va tezligini ko'rib chiqamiz (2-rasm).

AV egri chiziqli traektoriyada harakatlanayotgan moddiy nuqta holatlari $\vec{r}$ radius - vektorning ko'chishi bilan belgilanadi. t vaqt momentida moddiy nuqta $\vec{r} = \vec{r}(t)$ radius - vektorli Mholatda bo'ladi, Δt vaqt o'tgandan so'ng moddiy nuqta $\vec{r}_1 = \vec{r}(t + \Delta t)$



2- rasm. Moddiy nuqtaning egri chiziqli traektoriya bo'ylab harakati

radius vektorli M_1 nuqtaga ko'chadi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, moddiy nuqta AV egri chiziq bo'ylab harakatlanganda $\vec{r}(t)$ radius-vektor kattaligi va yo'nalishi o'zgaradi.

O'rtacha tezlik quyidagicha ifodalanadi:

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t}, \quad (2.1)$$

Bu tezlik vektor kattalikdir, uning yo'nalishi MM_1 xorda yoki $\Delta \vec{r}$ kesma yo'nalishi bilan mos tushadi.

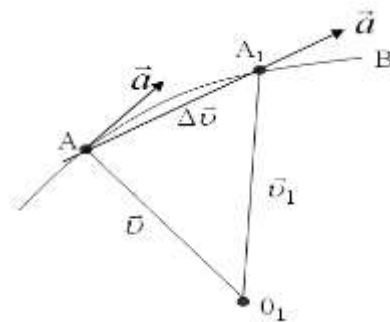
O'rtacha tezlikning Δt vaqtzni nolga intilishida olgan chegaraviy qiymati radius - vektor $\vec{r}$ dan vaqt bo'yicha olingan hosilaga teng bo'ladi:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}, \quad (2.2)$$

Bu yerda $\vec{v}$ moddiy nuqtaning egri chiziqli harakatidagi oniy tezligidir. Oniy tezlik yo'nalishi harakatlanayotgan moddiy nuqta traektoriyasiga urinma yo'nalishda bo'ladi. Oniy tezlik belgilangan t vaqtga tegishli M nuqtada egri chiziqqa urinma bo'ladi. Tezlanish esa, tezlik vektori $\vec{v}$ dan vaqt bo'yicha olingan hosilaga teng

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad \vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}, \quad (2.3)$$

2 - va 3 - rasmlarga nazar tashlasak, tezlik va tezlanish vektorlari orasidagi o'xshashliklarni ko'ramiz.



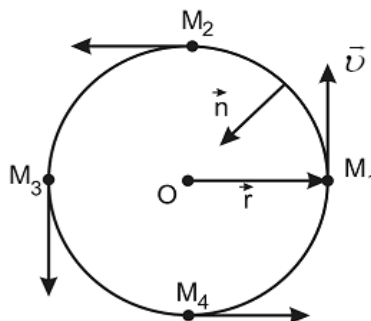
3 - rasm. Moddiy nuqtaning tezlik traektoriyasi

Qo'zg'almas O_1 nuqtaga har xil vaqt momentida harakatlanayotgan nuqtaning tezlik vektorini ($\vec{v}$) joylashtiramiz. Bu holda v - vektorning oxirini tezlanuvchan nuqta A – deb ataymiz.

Tezlanuvchan nuqtalardan iborat geometrik holatlarni *tezlik traektoriyasi* deb ataymiz.

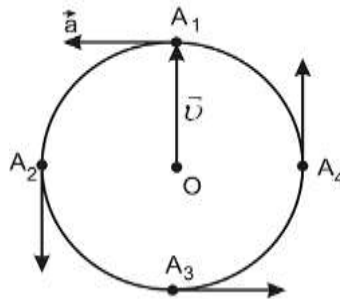
4 – rasmda $\vec{v}$ tezlik aylanaga urinma bo'lib yo'nalgan, uning qiymati $\vec{v} = \omega \vec{r} = \frac{2\pi \vec{r}}{T}$

ga teng.



4- rasm. Moddiy nuqta radiusining aylana bo'ylab harakati

4-rasmda $\vec{v}$ radiusli vektorning traektoriyasi aylana ko'rinishda tasvir etilgan. Moddiy nuqtaning M_1, M_2, M_3, M_4 holatlari 5-rasmda A_1, A_2, A_3, A_4 tezlanish nuqtalarini belgilaydi.



5- rasm. Moddiy nuqta tezlik vektorining aylana bo'ylab harakati

Tezlanish $\vec{a}$ $\vec{v}$ - radiusli aylana bo'ylab yo'nalgan.

Tezlanish qiymatini quyidagi ko'rinishda ifoda qilish mumkin:

$$\vec{a} = \omega v = \frac{2\pi v}{T} = \frac{v^2}{r}, \quad \text{bu yerda} \quad \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r}. \quad (4.1)$$

Bu markazga intilma tezlanish bo'lib, uni vektor shaklida quyidagicha ifodalaymiz:

$$\vec{a}_n = -\omega^2 \vec{r}, \quad (4.2)$$

$\vec{a}$ bilan $\vec{r}$ vektorlar bir - biriga qarama - qarshi yo'nalgani uchun minus ishorasi paydo bo'ldi.

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (4.3)$$

bu yerda $\vec{n}$ - nuqtaning aylanma harakati traektoriyasiga perpendikulyar bo'lgan va aylana markaziga yo'nalgan birlik vektordir, $\vec{\tau}$ - esa aylanaga urinma yo'nalishda bo'lgan birlik vektordir. Shuning uchun

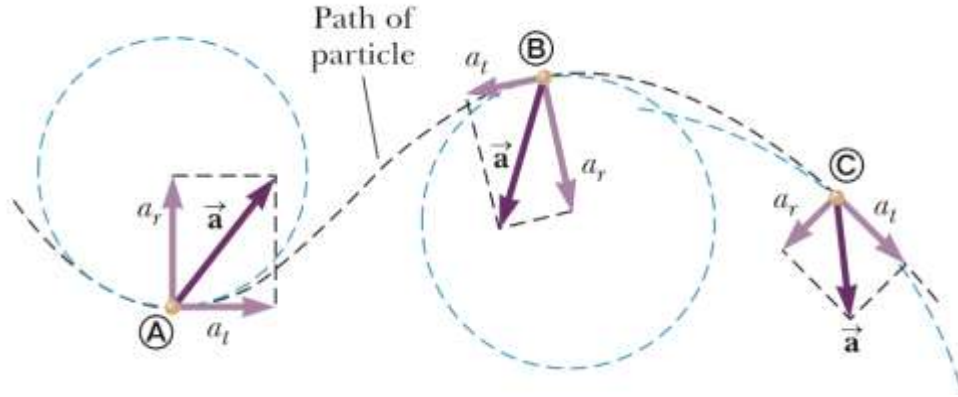
$$\vec{v} = v \cdot \vec{\tau} \quad (4.4)$$

Agar

$$\vec{a} = v \frac{d\vec{\tau}}{dt}, \quad \frac{d\vec{\tau}}{dt} = \frac{v}{r} \vec{n}, \quad \text{bo'lsa,} \quad \vec{a} = \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n} \quad (4.5)$$

ga teng bo'ladi.

Moddiy nuqta aylana bo'ylab bir tekis harakat qilganda, tezlanish markazga tomon yo'nalgan bo'ladi, ya'ni traektoriyasiga perpendikulyar ravishda bo'ladi.



O'zgaruvchi tezlikni differentsiallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\vec{a} = \frac{d(v\vec{\tau})}{dt} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau} + v \cdot \frac{d\vec{\tau}}{dt}, \quad (4.6)$$

$$\frac{d\vec{\tau}}{dt} = \frac{v}{r} \vec{n}, \quad (4.7)$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{\tau} + \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n} \quad (4.8)$$

Demak, tezlanish vektori $\vec{a}$, $\vec{\tau}$ va $\vec{n}$ birlik vektorlar tekisligida yotar ekan. ifodadagi birinchi had :

$$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt} \vec{\tau}, \quad (4.9)$$

aylanaga urinma bo'lgani uchun – *tangentsial tezlanish* deb ataladi.

Ikkinchi had esa:

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{r} \vec{n}, \quad (4.5)$$

normal tezlanish deb ataladi va $\vec{u}$ markazga qarab yo'nalgan bo'ladi.

Shunday qilib, umumiy holda $\vec{a}$ - tezlanish tangentsial va normal tezlanishlarning geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n, \quad (4.6)$$

Tangentsial tezlanish tezlikni miqdor jihatidan o'zgarishi hisobiga paydo bo'ladi.

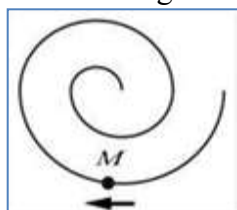
Normal tezlanish tezlikning yo'nalishi o'zgarishi hisobiga paydo bo'ladi.

TEST SAVOLLAR

1. Tangensial tezlanish nimani ifodalaydi ?
A) Jismning fazodagi holatini o'zgarishini
B) Tezlikni miqdor va yo'nalish bo'yicha o'zgarichini
C) Tezlikni miqdor jihatdan o'zgarishini
D) Tezlikni yo'nalishi o'zgarishini
2. Normal tezlanish nimani ifodalaydi?
A) Tezlikni miqdor jihatdan o'zgarishini
B) Tezlikni miqdor va yo'nalish bo'yicha o'zgarichini
C) Tezlikni yo'nalish o'zgarishini
D) Jismning fazodagi holatini o'zgarishini
3. Jism nuqtalarining normal tezlanishi $a_n = \text{const}$, tangensial tezlanishi $a_t = 0$. Bu qanday harakat?
A) To'g'ri chiziqli tekis
B) Aylana bo'ylab tekis
C) To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan
D) Aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan
4. Jism nuqtalarining normal tezlanishi $a_n = 0$, tangensial tezlanishi $a_t = \text{const}$ Bu qanday harakat?
A) To'g'ri chiziqli tekis
B) Aylana bo'ylab tekis
C) To'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan
D) Aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan
5. Nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakatida to'liq tezlanish vektori ...
A) modul va yo'nalish bo'yicha o'zgarmas
B) nolga teng
C) modul bo'yicha o'zgarmas, lekin yo'nalish bo'yicha uzluksiz o'zgaradi
6. Aylanish chastotasi 2 s^{-1} bo'lganda
A) Jism 2s da bir marta aylanadi
B) Jism 1s da 2 marta aylanadi
C) 1 s da 2 aylana radiusiga teng yo'lni bosib o'tadi.
7. Moddiy nuqta $R=1\text{m}$ radiusli aylana bo'ylab harakatlanmoqda. U A nuqtadan B nuqtaga ko'chishda aylananing $1/3$ qismini o'tadi. Nuqta qancha yo'l o'tgan (m)?
A) 1m
B) $1/3 \text{ m}$
C) $2\pi \text{ m}$
D) $2\pi/3 \text{ m}$
8. Normal tezlanish ifodasini ko'rsating?
A) $a_n = \frac{g^2}{R}$
B) $a_n = \frac{d g}{dt}$
C) $a_n = \frac{g}{t}$
D) $a_n = \frac{g}{R}$
9. Tangensial tezlanish ifodasini ko'rsating?
A) $\dots = \omega R$
B) $\dots = \frac{d g}{dt}$
C) $\dots = \frac{g}{t}$
D) $\dots = \frac{g^2}{R}$
10. Tezlikni tashkil etuvchilari moc ravishda $a_\tau = 0$, $a_n = \text{const} = \frac{v^2}{R}$ ga teng.
Bu qanday harakat?
A) aylana bo'ylab tekis harakat

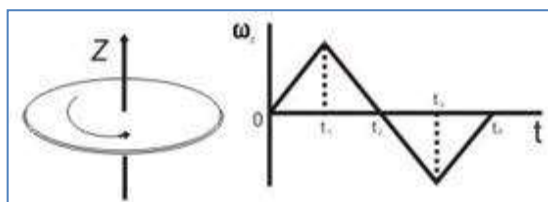
- B) to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat
 C) o'zgaruvchan tezlanish bilan to'g'ri chiziqli harakat
 D) to'g'ri chiziqli tekis harakat

11. M nuqta spiral bo'ylab kattaligi o'zgarmas bo'lgan tezlik bilan strelka yo'nalishida harakatlanmoqda. Bu holda to'liq tezlanish kattaligi ...



- A) o'zgarmaydi
 B) ortadi
 C) kamayadi
 D) rasmdan aniqlab bo'lmaydi

12. Disk o'z o'qi atrofida o'z burchak tezligi proektsiyasini $\omega_z(t)$ o'zgartirgan holda rasmda ko'satilgandek aylanmoqda. Burchak tezligi vektori Z o'qi bo'ylab yo'nalishi ... vaqt oraliqlarida.



- A) t_2 dan t_3 va t_3 dan t_4 gacha
 B) 0 dan t_1 va t_1 dan t_2 gacha
 C) t_1 dan t_2 va t_3 dan t_4 gacha
 D) t_1 dan t_2 va t_2 dan t_3 gacha

13. Aylanayotgan jismning burilish burchagi $\varphi = (0,5 + t) \text{ rad}$ tenglama bilan berilgan. Burchak tezlanishi aniqlansin (rad/s^2)?

- A) 0,5
 B) 1
 C) 0
 D) 1,5

14. Aylanayotgan jismning burilish burchagi $\varphi = (0,5 + t) \text{ rad}$ tenglama bilan berilgan. Burchak tezlik aniqlansin (rad/s)?

- A) 0,5
 B) 1
 C) 0
 D) 1,5

15. Qattiq jism Z o'qi atrofida aylanmoqda. Burilish burchagining vaqtga bog'liqligi

$\varphi = At - \frac{Bt^2}{2}$ qonun bo'yicha ifodalangan. Qaysi momentda jism to'xtaydi.

- A) A/B
 B) B/A
 C) A-B
 D) to'xtamaydi

2-MUSTAQIL BAJARISH UCHUN TOPSHIRIQLAR

1. Radiusi 1 m bo'lgan g'ildirak shunday aylanmoqdaki, uning radiusining burilish burchagini vaqtga bog'liq tenglamasi $\varphi = 2 + 16t - 2t^2$ ko'rinishga ega. Uchinchi sekundning oxirida to'liq tezlanish vektorini g'ildirak radiusi bilan hosil qiluvchi burchakni toping.
2. Radiusi 1 m bo'lgan g'ildirak shunday aylanmoqdaki, uning radiusining burilish burchagini vaqtga bog'liq tenglamasi $\varphi = 20 + 10t - 4t^2$ ko'rinishga ega. Harakat boshlanishidan 1 s o'tgach g'ildirak gardishidagi nuqtalarning to'liq tezlanishini aniqlang.
3. Nuqtaning radiusi $R = 4\text{ m}$ aylana bo'ylab harakati $\varphi = 10 - 2t + t^2$ tenglama bilan ifodalanadi. Vaqtning $t = 2\text{ s}$ momentidagi nuqtani a_τ , normal a_n va to'liq tezlanishlarini toping.
4. Radiusi 1 m bo'lgan g'ildirak shunday aylanmoqdaki, uning radiusini burilish burchagining vaqtga bog'liq tenglamasi $\varphi = 4t + 0.05t^2$ ko'rinishga ega. Harakat boshlanishidan to'rtinchi sekundni oxiridagi to'liq tezlanishni aniqlang.
5. Aylanayotgan g'ildirakni burchakli tezlanishi $\varepsilon = 3.14\text{ rad/s}^2$. Harakat tekis tezlanuvchan bo'lsa, harakat boshlanishidan so'ng o'n marta aylanganda u qanday burchakli tezlikka erishadi?
6. Avtomobil egrilik radiusi $R = 50\text{ m}$ bo'lgan yo'lining burilishida harakatlanmoqda. Avtomobilning harakat tenglamasi $S = 10 + 10t - 0.5t^2$. Vaqtning $t = 5\text{ s}$ momentdagi to'liq tezlanishini toping.
7. G'ildirak shunday aylanmoqdaki, uning vaqtga bog'liq ravishda burilish burchagi $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, tenglama bilan beriladi, bunda $B = 1\text{ rad/s}$, $S = 1\text{ rad/s}^2$ va $D = 1\text{ rad/s}^3$. Agar harakatning ikkinchi sekundni oxirida g'ildirak gardishida yotgan nuqtalarning normal tezlanishi $a_n = 3.45 \cdot 10^2\text{ m/s}^2$ bo'lsa, g'ildirak radiusini toping.
8. Qattiq jism qo'zg'almas o'q atrofida $\varphi = At - Bt^3$ qonun bo'yicha aylanmoqda, bunda $A = 6\text{ rad/s}$, $B = 2\text{ rad/s}^3$. $t = 0$ dan Qattiq jism to'xtagunga qadar o'tgan vaqt oralig'idagi burchakli tezlik va burchakli tezlanishlarning o'rtacha qiymatlarini toping.
9. Radiusi 1 m aylana bo'ylab $S = At + Bt^3$ qonun bo'yicha aylanayotgan nuqtaning tezligi v ni va to'liq tezlanishi a ni toping, bunda $A = 8\text{ m/s}$, $B = -1\text{ m/s}^2$. S – aylana bo'ylab boshlang'ich deb olingan nuqtadan o'lchangan egri chiziqli koordinatadir.
10. Nuqta radiusi $R = 4\text{ m}$ bo'lgan aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Uning harakatining qonuni $x = A + Bt^2$, bunda $A = 8\text{ m}$, $B = -2\text{ m/s}^2$. Vaqtning $t = 1.5\text{ s}$ momentdagi nuqtaning tezligini, tangensial va to'liq tezlanishlarini toping.
11. Nuqta radiusi $R = 2\text{ m}$ aylana bo'ylab $\xi = At^3$ tenglama asosida harakatlanmoqda, bunda $A = 2\text{ m/s}^3$. Nuqtaning normal tezlanishi tangensial tezlanishiga teng bo'lgan momentda uning to'liq tezlanishi a ni toping. ξ - aylana bo'ylab boshlang'ich nuqtadan o'lchangan egri chiziqli koordinatadir.
12. Radiusi $R = 0.3\text{ m}$ bo'lgan g'ildirak $\varphi = At + Bt^3$ tenglama asosida aylanmoqda, bunda $A = 1\text{ rad/s}$, $B = 0.1\text{ rad/s}^3$. Vaqtning $t = 2\text{ s}$ momentda g'ildirak aylanasiidagi nuqtalarni to'liq tezlanishini aniqlang.
13. Radiusi $r = 20\text{ sm}$ bo'lgan disk $\varphi = At + Bt^2 + Ct^3$ tenglama asosida aylanmoqda, bunda $A = 3\text{ rad}$, $B = -1\text{ rad/s}$, $S = 0.1\text{ rad/s}^3$. Vaqtning $t = 10\text{ s}$ momenti uchun disk aylanasiidagi nuqtalarni tangensial a_τ , normal a_n va to'liq tezlanishlarini aniqlang.
14. Radiusi 1 m bo'lgan g'ildirak shunday aylanmoqdaki, uning radiusini vaqtga bog'liq ravishda burilish burchagi $\varphi = 2 + 16t - 2t^2$ tenglama ko'rinishda. G'ildirak gardishidagi nuqtalar uchun uchinchi sekund oxiridagi to'liq tezlanishi topilsin.

15. Avtomobil tinch holatdan radiusi $R = 75$ m bo'lgan aylana bo'ylab harakat boshlab, $t = 10$ s da $S = 25$ m yo'l bosadi. O'ninchi sekundning oxiridagi tangensial a_τ va normal a_n tezlanishlarni toping.
16. Jism qo'zg'almas o'q atrofida $\varphi = A + Bt + Ct^2$ qonun bo'yicha aylanmoqda, bunda $A = 10$ rad, $B = 20$ rad/s, $S = -2$ rad/s². Vaqtning qaysi momentida aylanish o'qidan $r = 0.1$ m uzoqlikda yotgan nuqtaning to'liq tezlanishi 1.65 m/s² ga teng bo'ladi?
17. Nuqtaning radiusi $R = 4$ m bo'lgan aylana bo'ylab harakatining tenglamasi $\xi = A + Bt + Ct^2$ ko'rinishda, bunda $A = 10$ m, $V = -2$ m/s, $S = 1$ m/s². Vaqtning $t = 2$ s momentidagi nuqtani tangensial a_τ , normal a_n va to'liq a tezlanishlarini toping.
18. Nuqta radiusi $R = 1.2$ m bo'lgan aylana bo'ylab aylanmoqda. Nuqtaning harakat tenglamasi $\varphi = At + Bt^3$ bo'lib, bunda $A = 0.5$ rad/s, $V = 0.2$ rad/s³. Vaqtning $t = 4$ s momentidagi nuqtani tangensial a_τ , normal a_n va to'liq a tezlanishlarini toping.
19. $\varepsilon = 8.33$ rad/s² tezlanish bilan gorizontaal o'q atrofida aylana oladigan silindrga ip o'ralgan. Ipnining bo'sh uchiga yukcha osilib, u qo'yib yuborildi. Qancha vaqt ichida yukcha tekis tezlanuvchan harakat qilib, $h = 1.5$ m pastga tushadi?
20. Radiusi $R = 0.4$ m bo'lgan g'ildirak $\varphi = 5 + 4t^2 - t^3$ tenglama asosida aylanmoqda. Vaqtning $t = 1$ s momentida g'ildirak gardishidagi nuqtalarni to'liq tezlanishini toping.
21. Radiusi $R = 0.5$ m bo'lgan g'ildirak $\varphi = At + Bt^3$ tenglama asosida aylanmoqda, bunda $A = 2$ rad/s, $V = 0.2$ rad/s³. G'ildirak gardishida yotgan nuqtani vaqtning $t = 3$ s momentidagi to'liq tezlanishini toping.
22. Moddiy nuqta radiusi $R = 20$ sm bo'lgan aylana bo'ylab $a_\tau = 5$ sm/s² tangensial tezlanish bilan tekis tezlanuvchan harakatlanmoqda.. Harakat boshidan qancha vaqt o'tgach normal tezlanish tangensial tezlanishdan $n = 2$ marta ortiq bo'ladi?
23. Qattiq jismning aylanish tenglamasi $\varphi = 3t^2 + t$. Harakat boshidan o'tgach jismning aylanish sonini, burchakli tezlik va burchakli tezlanishini toping.
24. Tinch holatda turgan moddiy nuqta 0.6 m/s² o'zgarmas tangensial tezlanish bilan aylana bo'ylab harakatlana boshlaydi. Harakat boshidan beshinchi sekundning oxirida normal va to'liq tezlanishlari nimaga teng bo'ladi? Agar aylananing radiusi 5 sm bo'lsa, nuqta shu vaqt davomida necha marta aylanadi?
25. Disk, uning o'rtasidan o'tuvchi o'q atrofida 180 min⁻¹ chastota bilan aylanmoqda. Diskning tashqi aylanasida yotgan nuqtalarni aylanish chiziqli tezligini toping, agar aylanish o'qiga 8 sm yaqinroq joylashgan nuqtalarni tezligi 8 sm/s bo'lsachi.
26. Maxovik g'ildirakni aylanishida uning burchakli tezlanishi $\beta = a - \varepsilon\omega$ qonun bo'yicha o'zgarar edi. Agar tormozlanishdan oldin maxovikni burchakli tezligi ω_0 bo'lgan bo'lsa, tormozlanishdan keyin t s o'tgach u nimaga teng bo'ladi?
27. Agar turbina lopatkasini chiziqli tezligini vaqtga bog'liq o'zgarishi $v = at + bt^3$ tenglama bo'yicha bo'lsa, turbina ishga tushgandan $t = 15$ s o'tgach aylanish o'qidan 1 m uzoqlikda joylashgan lopatkaning burchakli tezlanishini toping.
28. Moddiy nuqta diametri 40 m bo'lgan aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Vaqtga bog'liq ravishda bosib o'tilgan yo'lning tenglamasi $S = t^3 + 4t^2 - t + 8$ ko'rinishda. Harakat boshlangandan so'ng 4 s o'tgach bosib o'tilgan yo'lni, tezlikni, normal, tangensial va to'liq tezlanishlarni toping.
29. Qattiq jismni harakat tenglamasi $\varphi = 3t^2 + t$ ko'rinishda. Harakat boshlangandan so'ng 10 s o'tgach jismni aylanish sonini, burchakli tezlik va burchakli tezlanishni aniqlang.
30. Radiusi 20 sm aylana bo'ylab moddiy nuqta harakatlanmoqda. Uning harakat tenglamasi $S = 2t^2 + t$. Vaqtning $t = 10$ s momentida nuqtaning tangensial, normal va to'liq tezlanishlari

nimaga teng bo'ladi?

31. Radiusi 20 sm bo'lgan g'ildirak qo'zg'almas o'q atrofida tekis tezlanuvchan aylana boshlab, 2s dan so'ng 5 ayl/min burchakli tezlikka erishadi. Harakat boshlangandan so'ng 2s o'tgach tangensial, normal va to'liq tezlanishlarni aniqlang.
32. Tormozlanuvchi kuchlar ta'sirida maxovik 20 marta aylanishda burchakli tezligini shunchalik kamaytirdiki, uning bir sekundda aylanishlar soni 100 dan 10 tagacha kamaydi. Shu tormozlanishda maxovikning burchakli tezlanishi topilsin. Tormozlanishda maxovikning aylanishi tekis sekinlanuvchan deb hisoblansin.
33. Bir o'qqa diametrlari 16 va 4 sm bo'lgan ikki g'ildirak o'rnatilgan. Ular 4 s^{-2} o'zgarmas burchakli tezlanish bilan aylanmoqdalar. Harakat boshlanishidan ikkinchi sekundni oxirida g'ildiraklar gardishini chiziqli tezliklarini va aylanish burchakli tezligini toping.
34. 360 min^{-1} chastota bilan aylanayotgan maxovikka tormoz kolodkasini bosishdi. Shu momentdan boshlab u 20 s^{-2} tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qiladi. Uning to'xtashigacha qancha vaqt kerak bo'ladi? To'xtaguncha u necha marta aylandi?
35. Nuqta radiusi $R = 10 \text{ sm}$ bo'lgan aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial a_τ bilan harakatlanmoqda. Agar harakat boshlangandan so'ng beshinchi aylanishni oxirida nuqtaning chiziqli tezligi $v = 10 \text{ sm/s}$ bo'lsa, harakat boshlangandan so'ng $t = 20 \text{ s}$ vaqt o'tgach nuqtaning normal tezlanishi a_n ni toping.
36. Agar g'ildirak gardishida yotgan nuqtaning chiziqli tezligi undan g'ildirak o'qiga $\Delta R = 5 \text{ sm}$ yaqinroq joylashgan nuqtaning chiziqli tezligidan $n = 2.5$ marta katta bo'lsa, aylanayotgan g'ildirakni radiusi R ni toping.
37. Disk tekis tezlanuvchan aylanib, $t = 5 \text{ s}$ davomida $n = 600 \text{ ayl/min}$ aylanish chastotasiga erishdi. Shu vaqt davomida u qanday burchakli tezlanish bilan necha marta aylangan?
38. $n = 240 \text{ ayl/min}$ chastota bilan aylanayotgan maxovik g'ildiragi $t = 0.5 \text{ min}$ vaqt davomida to'xtaydi. Uning harakatini tekis o'zgaruvchan deb hisoblab, u to'xtagunga qadar bajargan aylanishlar soni N ni toping.
39. Val aylanishni tinch holatdan boshlab, birinchi $t = 10 \text{ s}$ vaqt ichida $N = 50$ marta aylanadi. Val aylanishini tekis tezlanuvchan deb hisoblab burchakli tezlanishini va oxirgi burchakli tezligini toping.
40. Jismni aylana bo'ylab aylanishida to'liq tezlanishi a bilan chiziqli tezligi v orasidagi burchak $\alpha = 30^\circ$. $\frac{a_n}{a_\tau}$ nisbatni son qiymati nimaga teng?
41. Ventilyator $n_0 = 900 \text{ ayl/min}$ chastota bilan aylanmoqda. O'chirilgandan so'ng ventilyator tekis sekinlanuvchan aylanib, to'xtaguncha $N = 75$ marta aylandi. Ventilyatorni o'chirilishidan uning to'xtashigacha o'tgan vaqtni aniqlang.
42. Qo'zg'almas o'qdagi g'ildirak 0.1 rad/s^2 burchakli tezlanish bilan tekis tezlanuvchan aylana boshlaydi. Harakat boshlangandan so'ng 2 s o'tgach aylanish o'qidan 50 sm masofada joylashgan g'ildirak nuqtalarini tangensial, normal va to'liq tezlanishlarini aniqlang.
43. Jism 5 s^{-1} boshlang'ich burchakli tezlik bilan va burchakli 1 s^{-2} tezlanish bilan tekis tezlanishda aylanmoqda. Jism 10 s davomida necha marta aylanadi?
44. Nuqta radiusi 60 sm bo'lgan aylana bo'ylab 10 m/s^2 tangensial tezlanish bilan harakatlanmoqda. Harakat boshlangandan so'ng uchinchi sekundning oxirida normal va to'liq tezlanishlar nimaga teng bo'ladi? Shu momentda to'liq va normal tezlanish vektorlarini orasidagi burchak nimaga teng bo'ladi?
45. Qattiq jismning aylanish tenglamasi $\varphi = 4t^3 + 3t$. Aylanish boshlangandan so'ng 2s o'tgach burchakli tezlik va burchakli tezlanishni toping.
46. G'ildirak tekis tezlanuvchan aylanib harakat boshlagandan so'ng 10 marta aylanib $\omega = 20 \text{ rad/s}$ burchakli tezlikka erishdi. G'ildirakni burchakli tezlanishini aniqlang.
47. Ventilator $n=900 \text{ ayl/min}$ chastota bilan aylanadi. Ventilator o'chirilgandan so'ng tekis sekinlashuvchan aylanib, 10s o'tgach u to'xtaydi. U to'xtagunga qadar necha marta aylanadi?

48. Nuqta 0.2 rad/s^2 o'zgarmas burchakli tezlanish bilan aylana bo'ylab harakatlanadi. Harakat boshlangandan song qancha vaqt o'tgach nuqtaning normal tezlanishi tangensial tezlanishidan besh marta ortiq bo'ladi?
49. Radiusi 30 sm bo'lgan g'ildirak qo'zgalmas o'q atrofida minutiga 10 marta aylanadi. Vujudga kelgan tormozlovchi moment ta'sirida g'ildirak to'xtaydi, shu vaqt ichida, g'ildirak 30° ga burilib to'xtaydi. Tormozlanishni boshlang'ich momentida g'ildirak gardishida yotgan nuqtalarni tangensial, normal va to'liq tezlanishlarini aniqlang. Tormozlanishdagi aylanishni tekis sekinlanuvchan deb hisoblansin.
50. Moddiy nuqta radiusi $R = 1 \text{ m}$ bo'lgan aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat boshlab $t_1 = 10 \text{ s}$ davomida $S = 50 \text{ m}$ yol bosdi. Harakat boshlangandan so'ng qancha t_2 vaqt o'tgach nuqta $a_n = 0.25 \text{ m/s}^2$ normal tezlanish bilan harakatlangan?
51. Maxovik tinch holatdan tekis tezlanuvchan aylana boshlab $N = 40$ marta aylandi, so'ngra aylanishni o'zgarmas $n = 8 \text{ ayl/min}$ chastota bilan davom ettirdi. Maxovikni burchakli tezlanishini va tekis tezlanuvchan aylanish vaqtini aniqlang.
52. Maxovik tekis sekinlanuvchan aylanib, aylanish chastotasini 6.25 s vaqt oraligida $n_1 = 10 \text{ ayl/s}$ dan $n = 6 \text{ ayl/s}$ gacha kamaytirdi. Shu vaqt davomida u necha marta aylandi? U qanday burchakli tezlanish bilan aylandi?
53. Gorizontaal o'q atrofida aylana oladigan silindrga ip o'ralgan. Ipning uchiga yuk bog'lab, uning pastga tushishiga imkon berildi. Yuk tekis tezlanuvchan harakat qilib $t = 3 \text{ s}$ ichida $h = 1.5 \text{ m}$ ga pasaydi. Agar silindrni radiusi $r = 4 \text{ sm}$ bo'lsa, uning burchakli tezlanishi β topilsin.
54. O'zgarmas $n_1 = 100 \text{ ayl/s}$ chastota bilan aylanayotgan maxovik tormozlanish natijasida tekis sekinlanuvchan aylana boshlaydi. Tormozlanish tugagach u yana tekis aylana boshlaydi, faqat endi uning chastotasi $n = 6 \text{ ayl/s}$ ga teng bo'ladi. Agar tekis sekinlanuvchan harakat davomida maxovik $n = 50$ marta aylangan bo'lsa, uning burchakli tezlanishini va tormozlanish vaqtini toping.
55. Radiusi $R = 10 \text{ sm}$ bo'lgan disk tinch holatdan $\varepsilon = 0.5 \text{ rad/s}^2$ o'zgarmas burchakli tezlanish bilan aylana boshlaydi. Aylana boshlaganadan so'ng ikkinchi sekundning oxirida disk aylanasiidagi nuqtalarning tangensial a_τ , normal a_n va to'liq a tezlanishlarni toping.
56. Nuqta aylana bo'ylab tekis tezlanuvchan harakat qilmoqda. Necha marta aylangandan so'ng normal tezlanish tangensial tezlanishdan 25 marta ortiq bo'ladi?
57. Agar maxovik gardishida yotgan nuqtalarning tezligi $v = 6 \text{ m/s}$, aylanish o'qiga $\ell = 15 \text{ sm}$ yaqinroq joylashgan nuqtalarning tezligi esa $v_2 = 5.5 \text{ m/s}$ bo'lsa, maxovikni radiusi topilsin.
58. Aylanayotgan diskni aylanasiidagi nuqtalarni chiziqli tezligi $v_1 = 3 \text{ m/s}$. Aylanish o'qiga $\ell = 10 \text{ sm}$ yaqinroq joylashgan nuqtalarni chiziqli tezligi esa $v_2 = 2 \text{ m/s}$. Disk sekundiga necha marta aylanayapti?
59. Moddiy nuqta radiusi $R = 1 \text{ m}$ bo'lgan aylana bo'ylab harakat boshlab, $t_1 = 10 \text{ s}$ ichida $S = 50 \text{ m}$ yo'l bosdi. Harakat boshlangandan so'ng $t_2 = 5 \text{ s}$ o'tgach nuqta qanday normal tezlanish bilan harakat qiladi?
60. Minutiga 100 marta aylanayotgan maxovik, tormozlovchi moment ta'sirida besh marta aylanib tezligini ikki marta kamaytirdi. Tormozlanish vaqtini toping.