

O`zbekiston Respublikasi oliy va o`rta maxsus
ta`lim vazirligi

Buxoro Oziq-ovqat va yengil sanoat
texnologiyasi instituti

“Mexanika” kafedrası

“Nazariy mexanika”
fanidan

“NUQTANING TABIIY O`QLARDAGI TEZLIGI VA TEZLANISHI.
NUQTANING DEKART KOORDINATA O`QLARIDAGI TEZLIGI VA
TEZLANISHI. NUQTANING VEKTOR USULIDAGI TEZLIGI VA
TEZLANISHI.” Mavzulari bo`yicha

REFERAT

Bajardi:

8-08 – MBIK guruh
talabasi Barnoyev A

Qabul qildi:

ass. Azizov B

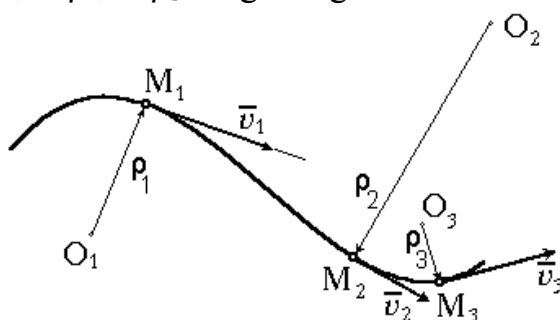
Buxoro - 2010

Nuqtaning tabiiy o'qlardagi harakatida uning tezligi va tezlanishini aniqlash

Tabiiy o'qlarda nuqtaning tezligini aniqlash uchun uning harakat qonunidan vaqt bo'yicha bir marta hosila olinadi, yani

$$v = \frac{ds}{dt} \quad (11.1)$$

ga teng bo'ladi. Nuqtaning tezligi vektor qiymat bo'lib, uning yo'nalishi doimo harakat tomonga yo'nalgan bo'lib, traektoriyaga urinma holda bo'ladi (11.1 shakl). Nuqta egri chiziqli harakat qilganda uning oniy egrilik radiuslari - ρ , turlicha bo'lib O_1 , O_2 , O_3 nuqtalarda tegishlicha $-\rho_1$, $-\rho_2$, $-\rho_3$ larga teng bo'ladi.

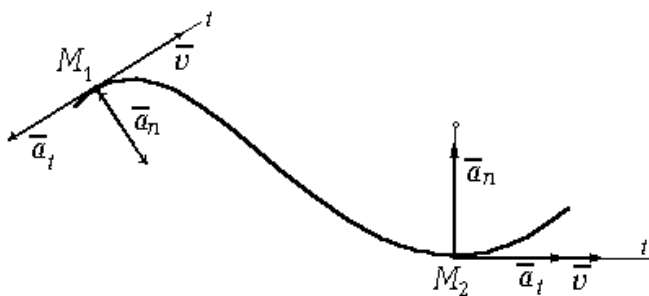


11.1 shakl.

Tabiiy o'qlarda nuqtaning to'liq tezlanishi, ikkita vektor tashkil etuvchilardan iborat bo'ladi. Bittasi urinma tezlanish vektori bo'lsa, ikkinchisi normal tezlanish vektori deyiladi. Urinma tezlanish vektori quyidagicha aniqlanadi, uning moduli

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2} \quad (11.2)$$

ga teng bo'lib, yo'nalishi nuqtaning traektoriyasiga urinma holda bo'ladi.



11.2 shakl.

Agar nuqta tezlanuvchan harakat qilayotgan bo'lsa, (11.2 shakl) M_2 holat sodir bo'lib, urinma tezlanishning moduli musbat ishorali bo'ladi va tezlik vektori bilan ustma ust yotadi. Agar sekinlanuvchan harakat qilayotgan bo'lsa, M_1 holat sodir bo'lib, urinma

tezlanishning moduli manfiy ishorali bo'lib, tezlik vektoriga qarama qarshi tomonga yo'naladi.

Normal tezlanish vektorining moduli quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi,

$$a_n = \frac{v^2}{\rho} \quad (11.3)$$

va u har doim nuqta traektoriyasining botiq tomoniga qarab yo'naladi, va nuqtaning tezlik vektoriga nisbatan perpendikulyar ravishda yo'nalgan bo'ladi (11.2 shakl).

Nuqtaning to'liq tezlanishining moduli Pifagor teoremasi orqali aniqlanadi,

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad (11.4)$$

Agar nuqta to'g'ri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa, normal tezlanish nolga teng bo'ladi, chunki to'g'ri chiziqlarning radiusi cheksizlikka teng bo'lib,

$\rho = \infty$ (11.3) formulaning chap tarafi $a_n = \frac{v^2}{\rho} = \frac{v^2}{\infty} = 0$ nolga teng bo'ladi.

Ko'p masalalarda traektoriyaning malum nuqtadagi egrilik radiusini aniqlash zarur bo'ladi, u holda normal tezlanishni aniqlangandan keyin,

$$\rho = \frac{v^2}{a_n} \quad (11.5)$$

formula orqali hisoblanadi.

Agar nuqta o'zgarmas tezlik bilan egri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa urinma tezlanish nolga teng bo'ladi, chunki bu holda $v = \text{const}$ bo'ladi, shu sababli undan vaqt bo'yicha olingan hosila nolga teng bo'ladi.

Agar nuqta to'g'ri chiziq bo'ylab $\rho = \infty$, o'zgarmas tezlik $v = \text{const}$ bilan harakatlanayotgan bo'lsa, uning ham normal, ham urinma tezlanishlari nolga teng bo'ladi, chunki

$$v = \text{const} \quad \text{va} \quad \rho = \infty \quad \text{boshqanligi sababli} \quad a_t = 0 \quad \text{va} \quad a_n = 0 \quad \text{bo'ladi.}$$

MASALA: Gorizonttal yo'nalishdagi v_0 - boshlang'ich tezlik bilan otib yuborilgan nuqta,

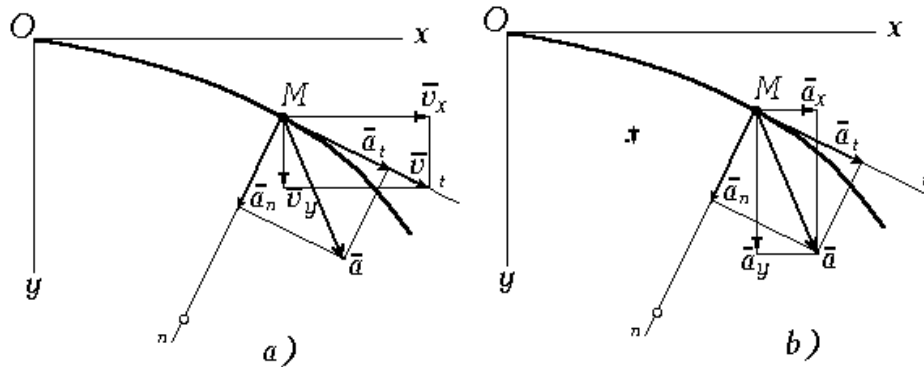
$$x = v_0 \cdot t, \quad y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (11.a)$$

qonuniyat bilan harakat qilmoqda, v_0 va g - o'zgarmas qiymatlar. Shu nuqta harakatining traektoriyasi, tezligi, urinma va normal tezlanishlari aniqlansin. hamda nuqtaning ixtiyoriy holatidagi oniy egrilik radiusini aniqlash formulasi keltirib chiqarilsin.

Echish: (11.a) tenglamaning birinchisidan vaqt t -ni, x orqali ifodalaymiz, so'ngra uni ikkinchisiga qo'yib, nuqtaning traektoriya tenglamasini topamiz,

$$t = \frac{x}{v_0} \quad \Rightarrow \quad y = \frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2 \quad (11.b)$$

Demak nuqtaning traektoriyasi, koordinata boshidan boshlangan paraboladan iborat ekan (11.3a shakl).



11.3 shakl.

11.3a shaklda tezlik vektorining ikki xil ko'rinishi, keltirilgan, tabiiy o'qlarda u faqat urinma o'q bo'ylab yo'naladi, Dekart o'qlarida esa Ox va Oy o'qlaridagi proeksiyalari mavjud bo'lib shaklda ular tasvirlangan.

(11.a) tenglamalardan vaqt bo'yicha bir marta hosila olib, nuqtaning tezligini aniqlaymiz,

$$v_x = \dot{x} = v_0, \quad v_y = \dot{y} = g \cdot t \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2} \quad (11.c)$$

(11.c) formuladan ($t=0$ c.) da nuqtaning tezligi v_0 - ga teng bo'lgan ekan, so'ngra uning moduli muntazam ravishda ortib borar ekan.

(11.a) tenglamalardan vaqt bo'yicha ikki marta hosila olib, nuqtaning tezlanishini aniqlaymiz,

$$a_x = \ddot{x} = 0, \quad a_y = \ddot{y} = g \quad \Rightarrow \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = g \quad (11.d)$$

11.3a shaklda to'liq tezlanish vektorining ikki xil ifodasi tasvirlangan bo'lib, tabiiy o'qlarda urinma va normal o'qlar bo'ylab yo'naladi, Dekart o'qlarida esa Ox va Oy o'qlaridagi proeksiyalari mavjud bo'lib shaklda ifodalangan.

Nuqtaning urinma tezlanishini topamiz, buning uchun (11.s) formuladagi tezlikning funksiyasidan vaqt bo'yicha hosila olamiz,

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2 \cdot t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} = \frac{g^2 \cdot t}{v} \quad (11.e)$$

Normal tezlanishni aniqlash uchun, quyidagi vektor tenglamaga murojaat qilamiz,

$$a^2 = a_t^2 + a_n^2 \quad \Rightarrow \quad a_n^2 = a^2 - a_t^2$$

(11.d) va (11.e) tenglamalardan tezlanishlarning qiymatlarini yuqoridagi tenglikka qo'ysak, normal tezlanishning modulini aniqlaymiz,

$$a_n^2 = a^2 - a_t^2 \Rightarrow a_n^2 = g^2 - \frac{g^4 t^2}{v} \Rightarrow a_n = g \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{v^2}} = g \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

yoki

$$a_n = \frac{g \cdot v_0}{v} \quad (11.g)$$

Nuqtaning oniy egrilik radiusini (11.5) formuladan aniqlaymiz,

$$\rho = \frac{a_n}{v^2} \Rightarrow \rho = \frac{g \cdot v_0^2}{v^3} = \frac{g \cdot v_0^2}{(v_0^2 + g^2 t^2) \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} \quad (11.f)$$

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, agarda harakat qonuni berilgan bo'lsa uning traektoriyasini, tezligini, tezlanishini va istalgan vaqtdagi oniy egrilik radiusini aniqlashimiz mumkin ekan.

Nuqtaning tekkis o'zgaruvchan harakati.

Tekkis o'zgaruvchan harakat deb, shunday harakatga aytiladiki, uning urinma tezlanishi harakat davomida o'zgarmas bo'ladi, yani $a_t = \text{const}$ bo'ladi. Shunday harakatdagi nuqtaning harakat qonunini aniqlaylik.

Buning uchun nuqtaning harakat boshlangandagi uning boshlang'ich koordinatasi va boshlang'ich tezligi malum bo'lishi shart, yani $t=0$ bo'lganda $s=s_0$ va $v=v_0$ lar malum bo'lishi shart. (11.2) formuladan

$\frac{dv}{dt} = a_t$ ba $dv = a_t \cdot dt$, $a_t = \text{const}$ bo'lgani sababli uni integralldan tashqariga chiqarib yuboramiz,

$\int dv = a_t \int dt \Rightarrow v = a_t \cdot t + C_1 \Rightarrow v_0 = a_t \cdot 0 + C_1 \Rightarrow C_1 = v_0$ bularga asosan tezlikning o'zgarish qonuni,

$$v = a_t \cdot t + v_0 \quad (11.6)$$

Traektoriya bo'ylab harakat qonunini aniqlash uchun oxirgi tenglamani yana bir marta integrallaymiz,

$$v = \frac{ds}{dt} = a_t \cdot t + v_0 \Rightarrow ds = a_t \int t \cdot dt + v_0 \int dt \Rightarrow s = a_t \cdot \frac{t^2}{2} + v_0 \cdot t + C_2$$

Integrall doimiysi S_2 - ni aniqlash uchun, nuqtaning o'qdagi boshlang'ich koordinatasidan foydalanamiz, yani $t=0$ c. da $s=s_0$ ekanligi sababli,

$s_0 = a_t \cdot \frac{0^2}{2} + v_0 \cdot 0 + C_2 \Rightarrow C_2 = s_0$ bularga asosan nuqtaning harakat qonuni quyidagicha yoziladi,

$$s = a_t \cdot \frac{t^2}{2} + v_0 \cdot t + s_0 \quad (11.7)$$

(11.6) va (11.7) tenglamalar birgalikda tekkis o'zgaruvchan harakatdagi nuqtaning tabiiy o'qlardagi harakat qonuni deyiladi.

Nuqtaning Dekart o'qlaridagi harakatida uning tezligi va tezlanishini aniqlash

Nuqtaning tezligini aniqlash uchun, har bir koordinata o'qlaridagi harakat qonunlaridan vaqt bo'yicha bir martadan hosila olinib, yani

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}, \quad v_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}, \quad v_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z} \quad (11.8)$$

so'ngra Pifagor teoremasi yordamida to'liq tezlikning moduli aniqlanadi,

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} \quad (11.9)$$

Tezlik vektorining yo'naltiruvchi kosinuslari quyidagi formulalar orqali yoziladi,

$$\cos(\vec{V}, Ox) = \frac{V_x}{V}, \quad \cos(\vec{V}, Oy) = \frac{V_y}{V}, \quad \cos(\vec{V}, Oz) = \frac{V_z}{V}, \quad (11.10)$$

Nuqtaning tezlanishini aniqlash uchun, har bir koordinata o'qlaridagi harakat qonunlaridan vaqt bo'yicha ikki martadan yoki tezlikning o'qlardagi proeksiyalaridan vaqt bo'yicha bir martadan hosila olinib, yani

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \ddot{x}, \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} = \ddot{y}, \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} = \ddot{z} \quad (11.11)$$

Pifagor teoremasi yordamida to'liq tezlanishning moduli quyidagicha aniqlanadi,

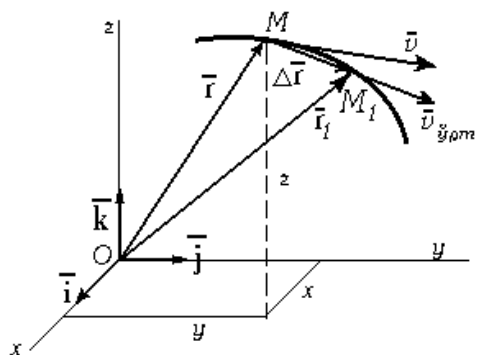
$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2} \quad (11.12)$$

Tezlanish vektorining Ox, Oy, Oz o'qlari bilan tashkil etgan burchak kosinuslari quyidagi formulalar orqali yoziladi,

$$\cos(\vec{a}, Ox) = \frac{a_x}{a}, \quad \cos(\vec{a}, Oy) = \frac{a_y}{a}, \quad \cos(\vec{a}, Oz) = \frac{a_z}{a}, \quad (11.13)$$

Nuqtaning harakati vektor usulda berilganda uning tezligi va tezlanishini aniqlash

Eng asosiy kinematik xarakteristikalaridan biri nuqtaning tezligi hisoblanadi. Uni aniqlash uchun nuqtaning M holatdan M₁ holatga ko'chib o'tishidagi (11.4 shakl.) elementar radius vektorni aniqlaymiz, $r_1 = r + \Delta r \Rightarrow \Delta r = r_1 - r$. U holda shu Δr vektorini elementar vaqtga nisbati, nuqtaning o'rtacha tezligi hisoblanadi,



11.4 shakl.

$$\vec{v}_{\text{upr}} = \frac{\overline{MM_1}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Nuqtaning haqiqiy tezligini aniqlash uchun, vaqtni nolga intiltirish zarur,

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\vec{v}_{\text{upr}}) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Nuqtaning tezlik vektorini aniqlash uchun, uning radius vektoridan vaqt bo'yicha bir marta hosila olish kifoya ekan (11.4 shakl), yani

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}, \quad \text{ёки} \quad \vec{v} = \frac{dx}{dt} \cdot \vec{i} + \frac{dy}{dt} \cdot \vec{j} + \frac{dz}{dt} \cdot \vec{k} = \dot{x} \cdot \vec{i} + \dot{y} \cdot \vec{j} + \dot{z} \cdot \vec{k} \quad (11.14)$$

Nuqtaning tezlanish vektorini aniqlash uchun, uning radius vektoridan vaqt bo'yicha ikki marta hosila olamiz, yani

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad \text{ёки} \quad \vec{a} = \frac{d^2x}{dt^2} \cdot \vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2} \cdot \vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2} \cdot \vec{k} = \ddot{x} \cdot \vec{i} + \ddot{y} \cdot \vec{j} + \ddot{z} \cdot \vec{k} \quad (11.15)$$

MASALA: Nuqta xOu tekisligida quyidagi vektor tenglama bo'yicha harakat qilmoqda,

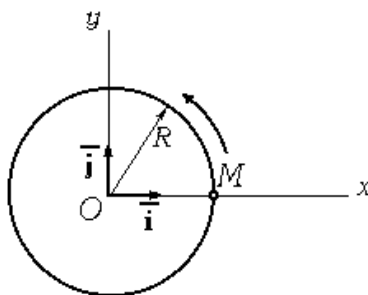
$$\vec{r} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} = a \cdot \cos \omega t \cdot \vec{i} + a \cdot \sin \omega t \cdot \vec{j}$$

shu nuqtaning traektoriyasi, tezlik vektori va tezlanish vektori aniqlansin. Bu erdagi a va ω - lar o'zgarmas qiymatlardir.

Yuqoridagi vektor tenglamadan,

$$x = a \cdot \cos \omega t \quad y = a \cdot \sin \omega t$$

ekanligini aniqlaymiz, shu ikkala tenglamani kvadratga ko'tarib qo'shib yuborsak, nuqtaning traektoriyasini tenglamasi kelib chiqadi,



11.5 shakl.

$$x^2 + y^2 = a^2$$

Demak nuqta radiusi a - ga teng bo'lgan aylana bo'ylab, harakat qilar ekan. Endi nuqtaning tezligini aniqlaymiz, buning uchun radius vektordan vaqt bo'yicha bir marta hosila olamiz, i , j , va k - koordinata ortlari bo'lib, ularning son qiymatlari va yo'nalishlari o'zgarmas bo'lganligi uchun, ulardan olingan hosila nolga teng bo'ladi, shu sababli,

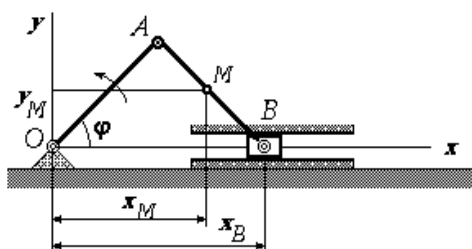
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{x} \cdot \vec{i} + \dot{y} \cdot \vec{j} = -a \cdot \omega \cdot \sin \omega t \cdot \vec{i} + a \cdot \omega \cdot \cos \omega t \cdot \vec{j}$$

Nuqtaning tezlanish vektorini aniqlash uchun, tezlik vektoridan bir marta yoki radius vektordan ikki marta hosila olinadi,

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \ddot{x} \cdot \vec{i} + \ddot{y} \cdot \vec{j} = -a \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t \cdot \vec{i} - a \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t \cdot \vec{j}$$

Masala.

10 maruzadagi 10.5shaklda tasvirlangan mexanizmning M va V nuqtalarining tezlik va tezlanishlari aniqlansin.



10.5 shakl.

OA - krivoship o'zgarmas $\omega = 10 \text{ s}^{-1}$ burchakli tezlik bilan aylanma harakat qilmoqda. $OA = AV = 80 \text{ sm}$, $VM = MA = 40 \text{ sm}$, krivoshipning burilish qonuni $\varphi = \omega t$ radian. harakat boshlanganda, yani $\varphi = 0$ bo'lganda V nuqta O nuqtadan eng uzoqda joylashgan deb qabul qilinsin, $x_{V0} = OA + AV = 160 \text{ sm}$.

10 maruzada bu nuqtalarning harakat qonunlari aniqlangan edi.

$$\begin{aligned} x_B &= 160 \cdot \cos \omega t, & y_B &= 0 \\ x_M &= 120 \cdot \cos \omega t, & y_M &= 40 \cdot \sin \omega t, \end{aligned}$$

Shu sababli, ulardan foydalanib, M va V nuqtalarning tezlik va tezlanish qonunlarini aniqlaymiz. Tezliklarni aniqlash uchun, harakat qonunlaridan vaqt bo'yicha bir marta hosila olamiz,

$$\begin{aligned} \dot{x}_B &= -160 \cdot \omega \cdot \sin \omega t, & \dot{y}_B &= 0 & \Rightarrow & v_B = \sqrt{\dot{x}_B^2 + \dot{y}_B^2} = 160 \cdot \omega \cdot \sin \omega t \\ \dot{x}_M &= -120 \cdot \omega \cdot \sin \omega t, & \dot{y}_M &= 40 \cdot \omega \cdot \cos \omega t, & \Rightarrow & v_M = \sqrt{\dot{x}_M^2 + \dot{y}_M^2} = 40 \cdot \omega \sqrt{1 + 8 \cdot \sin^2 \omega t} \end{aligned}$$

Tezlanishlarni aniqlash uchun, harakat qonunlaridan vaqt bo'yicha ikki marta hosila olamiz,

$$\begin{aligned} \ddot{x}_B &= -160 \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t, & \ddot{y}_B &= 0 & \Rightarrow & a_B = \sqrt{\ddot{x}_B^2 + \ddot{y}_B^2} = 160 \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t \\ \ddot{x}_M &= -120 \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t, & \ddot{y}_M &= -40 \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t, & \Rightarrow & a_M = \sqrt{\ddot{x}_M^2 + \ddot{y}_M^2} = 40 \cdot \omega^2 \sqrt{1 + 8 \cdot \cos^2 \omega t} \end{aligned}$$

Topshiriqni bajarish uchun ko'rsatma.

Bu topshiriqni yechish uchun avval buginlar soni aniqlanadi va xar bir bugin uchun oniy markaz (tezliklar oniy markazi) topiladi. Sungra xar bir buginning burchak tezligi va berilgan nuqtalarning tezliklari topiladi. Kuyida biz ushbu topshiriqni bajarish uchun bir necha misollar bilan tanishib chikamiz.

Masala – 1

Berilgan

$$OA=15 \text{ sm}$$

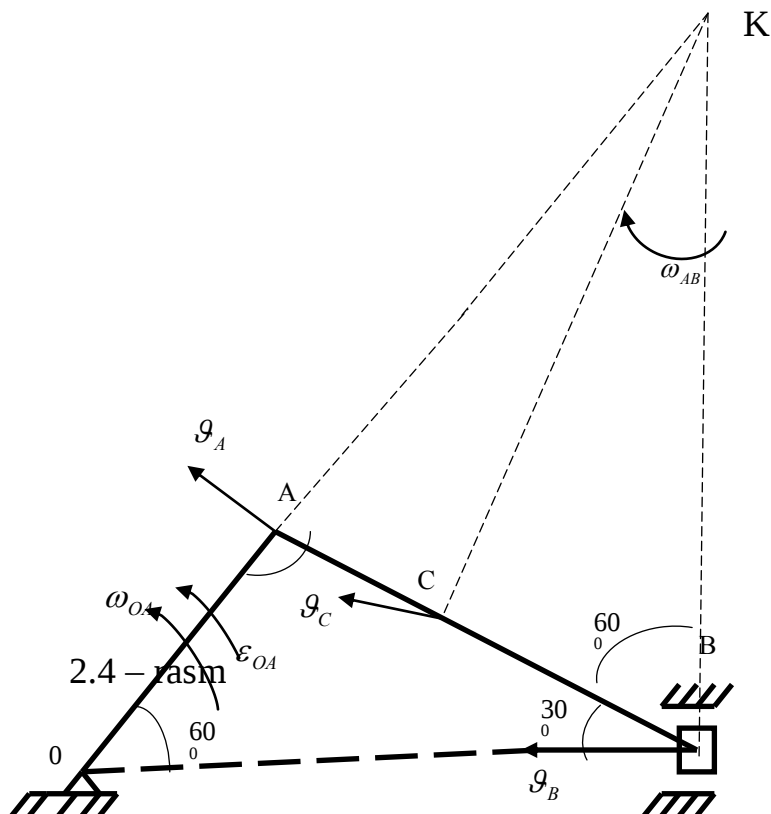
$$AS=\frac{AB}{2}$$

$$\omega_{OA}=2\frac{pad}{cek}$$

$$\varepsilon_{OA}=5\frac{pad}{cek^2}$$

$$\vartheta_A - ? \quad \vartheta_B - ?$$

$$\vartheta_C - ? \quad a_A - ? \quad a_B - ?$$



Yechish:

Masalani yechish uchun ΔOAB dan $\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{OA}{AB}$: $AB = \frac{OA}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 25,8 \text{ cm}$

Demak $AC = \frac{AB}{2} = 12,9 \text{ cm}$ A nuqtaning tezligi quyidagi formulaga asosan aniqlanadi.

$$\vartheta_A = \omega_{OA} \cdot OA = 2 \cdot 15 = 30 \text{ cm / cek}$$

C, B nuqtalarning tezliklari tezliklar oniy markazidan foydalanib topiladi. bundan

$$\frac{\vartheta_A}{A\pi} = \frac{\vartheta_B}{B\pi} = \frac{\vartheta_C}{C\pi} = \omega_{AB} \quad (1)$$

$$\vartheta_B = \vartheta_A \frac{B\pi}{A\pi} \quad \Delta AB\pi \partial a_H \sin 60^0 = \frac{A\pi}{B\pi}; \quad \frac{B\pi}{A\pi} = \frac{1}{\sin 60^0}$$

$$\vartheta_B = \vartheta_A \frac{1}{\sin 60^0} = \frac{30}{0,86} = 34,9 \text{ cm/c}$$

$$\omega_{AB} = \frac{\vartheta_A}{A\pi} = \frac{30}{A\pi}; \quad \Delta AB\pi \partial a_H \operatorname{tg} 60^0 = \frac{A\pi}{AB}; \quad A\pi = AB \operatorname{tg} 60^0 = 44,4 \text{ cm}$$

$$B\pi = \sqrt{(A\pi)^2 + (AB)^2} = \sqrt{(44,4)^2 + (25,8)^2} \approx \sqrt{2637,4} \approx 51,4 \text{ cm/c}$$

$$\omega_{AB} = \frac{30}{44,4} \approx 0,68 \text{ 1/c. Демак } \vartheta_C = \omega_{AB} \cdot C\pi$$

$\Delta CB\pi$ dan kosinuslar teoremasiga asosan

$$C\pi = \sqrt{CB^2 + B\pi^2 - 2CB \cdot B\pi \cos 60^0} = \sqrt{12,9^2 + 51,4^2 - 2 \cdot 12,9 \cdot 51,4 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{166,4 + 2642 - 663,1}$$

$$= \sqrt{2145,3} \approx 46,3 \text{ cm}$$

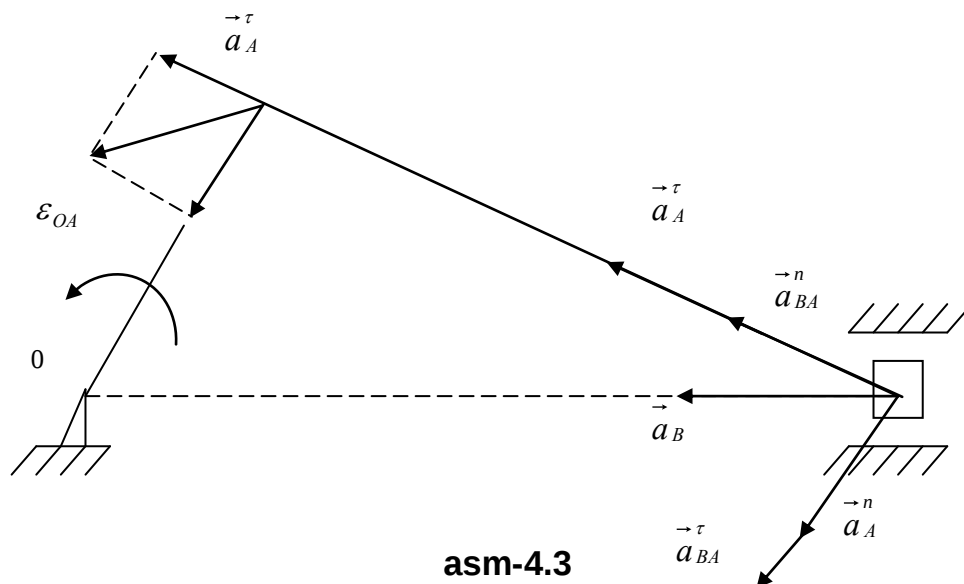
Een

$$\vartheta_C = \omega_{AB} \cdot C\pi = 0,68 \cdot 46,3 \approx 31,5 \text{ cm/c}$$

di A va B nuqtalarning tezlanishlarini aniqlaymiz.

$$\vec{a}_A = \vec{a}_A^{\tau} + \vec{a}_A^n \quad a_A^{\tau} = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 75 \text{ cm/c}^2 \quad a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 60 \text{ cm/c}^2$$

$$a_A = \sqrt{(a_A^{\tau})^2 + (a_A^n)^2} = \sqrt{(75)^2 + (60)^2} = \sqrt{5625 + 3600} = \sqrt{9225} = 96 \text{ cm/c}^2$$



B nuqtaning tezlanishini aniqlaymiz.

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA} = \vec{a}_A^{\tau} + \vec{a}_A^n + \vec{a}_{BA}^{\tau} + \vec{a}_{BA}^n \quad (2)$$

(2) chi formulani x va u o'qlariga proektsiyalaymiz.

$$\text{X: } a_B \cdot \cos 30^0 = a_A^{\tau} + a_{BA}^n \quad (3)$$

$$y: a_B \sin 30^\circ = a_A^n + a_{BA}^\tau \quad (4)$$

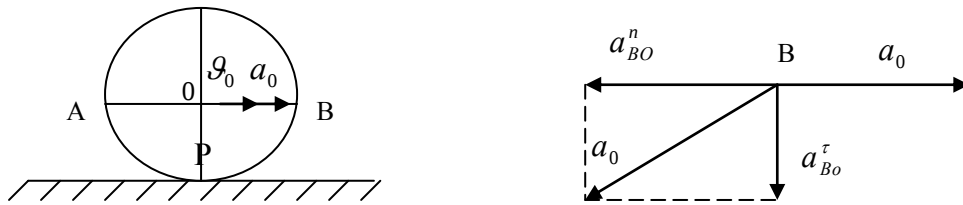
$$(1) \text{ chidan } a_B = \frac{a_A^\tau + a_{BA}^n}{\cos 30^\circ} = \frac{75 + 12,6}{0,86} = 102 \text{ cm} / c^2$$

$$(2) \text{ chidan } a_{BA}^\tau = a_B \sin 30^\circ - a_A^n = 51 - 60 \approx -9 \text{ cm} / c^2$$

$$a_{BA}^\tau = \varepsilon_{BA} \cdot AB; \quad \varepsilon_{BA} = \frac{a_{BA}^\tau}{AB} = \frac{9}{25,8} \approx 0,35 \text{ } 1 / c^2$$

Masala – 2 To'g'ri chizikli relsda harakatlanayotgan gildirakning O markazi tezligi $\mathcal{G} = 1 \text{ m} / \text{cek}$, tezlanishi $a_0 = 2 \text{ m} / \text{cek}^2$ qiymatga teng. Gildirak radiusi $R = 0,2 \text{ m}$.

B nuqtaning tezlanishi aniqlansin.



Rasm-4.6

Yechish:

- 1) O nuqtani $\mathcal{G}_0$ -tezlik va a_0 -tezlanish uchun plyus deb kabul kilamiz.
- 2) Gildirakning ω aylanish burchak tezligini aniqlaymiz. Gildirakning erga tegib harakatlanayotgan nuqtasi π tezlilar oniy markazi bo'lib, gildirakning burchak tezligi quyidagicha topiladi.

$$\omega = \frac{\mathcal{G}_0}{\pi O} = \frac{\mathcal{G}_0}{R} \quad (1)$$

ω ning yo'nalishi $\mathcal{G}_0$ tezlik yo'nalishi buylab yunaltirilib, chizmada ko'rsatilgan.

- 3) Gildirakning ε burchak tezligini aniqlash. SHuningdek (rasm – 2, a) $\pi O = R$ ga teng bo'lib, uning qiymati uzgarmas gildirakning xar kanday xolatida xam uzgarmas bo'lib. uni vaqtdan bog'liq xolda diferentsiallab quyidagini olamiz:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{R} \frac{d\mathcal{G}_0}{dt} \quad \text{ëku} \quad \varepsilon = \frac{\omega_0}{R} \quad (2)$$

ε va ω ning ishoralari bir xil, shu sababli gildirak aylanishi tezlanuvchan.

Shuni esda tutish kerakki ε (2) formula topiladi, fakat shunday xoldaki πO (1) tenglamada uzgarmas bo'lgan xolda.

a) Shuni inobatga olish kerakki masala shartida $g_0 = 1M/c$, bu qiymatni uzgarmas deb uylash noto'g'ri buladi, $g_0 = 1M/c$ tezlik ayni vaqtdagi tezligi bo'lib, vaqt utishi bilan g_0 uzgarib turadi, shuningdek $\alpha_0 \neq 0$

b) Berilgan xolat uchun $\frac{dg_0}{dt} = a_0$ shuningdek O nuqtaning tezligi to'g'ri chiziklidir. Umuman olganda $\frac{dg_0}{dt} = a_0$

4) α_{BO}^r va a_{BO}^n tezlanishlarni aniqlash. O nuqta plyus deb olingan.

$$\alpha_B = \alpha_0 + a_{BO}^r + \alpha_{BO}^n \quad (3)$$

$BO=R$ ni hisobga olib, (1) va (2) tenglamadan foydalanib normal va urinma tezlanishlarni topamiz.

$$a_{BO}^n = BO \varepsilon = a_B = 2M/c, \quad a_{BO}^n BB \omega^2 = \frac{g_0^2}{R} = 5M/c^2$$

Topilgan normal va urinma tezlanishlarning qiymatlarini chizmada ko'rsatamiz.

5) α_B tezlanishni topamiz. V_x va V_y o'qlarini utkazib, x va y o'qlari bo'yicha tezlanishlarni aniqlaymiz.

$$\alpha_B = a_{BO}^n - a_n = 3M/c^2 \quad a_{Bx} = a_{BO} = 2M/c^2$$

$$a_n = \sqrt{a_{Bx}^2 + a_{By}^2} = \sqrt{13} \approx 3.6M/c^2$$

R nuqtaning normal tezlanish hamda vaqt aylanish markazidan R nuqtaga karab yunaltiriladi. SHuning uchun R nuqtaning tezligi O ga teng.