

O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi

Samarqand Davlat tibbiyot instituti

BIOFIZIKA KAFEDRASI

REFERAT

MAVZU: *Kuch. Aylanma harakat mexanikasi qonunlari.*

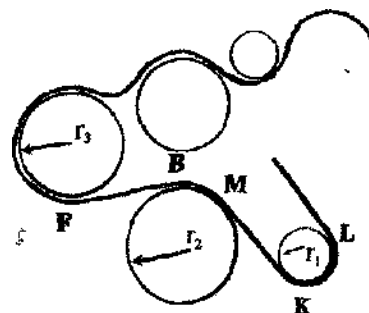
Bajardi: Каримов Абдухалим

Tekshirdi: Усаров А

Samarqand-2013

AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKAT

Siz shu vaqtgacha to'g'ri chiziqli harakatni o'rgandingiz: ularning trayektoriyasi — to'g'ri chiziqdan iborat ekanligiga ishonch hosil qildingiz. Biroq harakatlanish juda ko'p egri chiziqlar bo'ylab sodir bo'ladi. Sizing ruchkangizning uchi xat yozishda egri chiziqlar bo'ylab harakatlanadi; gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jism ham egri chiziqli trayektoriya bo'ylab harakatlanadi; egri chiziq bo'ylab bir yo'ldan boshqa yo'lga o'tayotgan avtomobil, barcha kosmik jismlar va hokazolar harakatlanadi.



Egri chiziqli harakatlar-ning hamma turlarini o'rga-nish mumkin etnas, mum-kin bo'lganda ham zarurat yo'q: deyarli istalgan egri chiziqli harakatni aylana yoylari bo'yicha sodir bo'-layotgan harakatlar ketma-ketligi kabi tasavur qilish mumkin (33-rasm).

Shuning uchun biz oldin moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatini o'rganamiz. Olingan qonuniyatni esa (agar mumkin bo'lsa) egri chiziqli harakatlarning boshqa turlariga qo'llanamiz.

MODDIY NUQTANING AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATI

Jismning aylana bo'ylab tekis harakatiga quyidagilar misol bo'la oladi:

a) Yer atrofida doiraviy oibita bo'ylab uchayotgan sun'iy yo'ldoshning harakati;

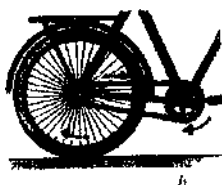
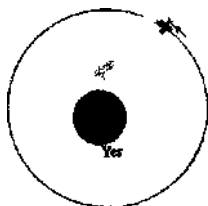
b) aylanayotgan jismning biror nuqtasining harakati.

1. Burchakli ko'chish. Faraz qilaylik, moddiy nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanib, A paytda A vaziyatda, 6 paytda esa B vaziyatda bo'lsin. Aylana markazidan moddiy nuqtaga o'tkazilgan radius, bu vaqtda φ burchakni chizadi, bu burchakli ko'chish deb ataladi.

Xalqaro birliklar sistemasida burchakli ko'chish radianlarda ifodalanadi.

Radian — aylananing ikki radiusi orasidagi markaziy burchagi bo'lib, ular orasidagi yoy uzunligi — radius uzunhigiga teng. Uning qisqacha belgilanishi - 1 rad.

Yoldosh

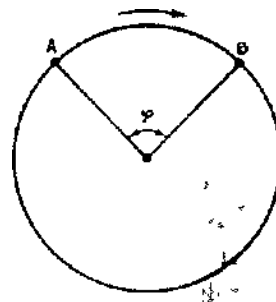


2. Aylanish davri va chastotasi.

Nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakatlanishini xarakterlash uchun

ikkita maxsus kattalik ki-ritilgan: chastota va aylanish davri. Moddiy nuqtaning aylanish markazi atrofida bitsekund ichidagi aylanishlar soni aylanish chastotasi deyiladi. Aylanishlar chastotasini grekcha ν (nyu) harfi bilan belgilash qabul qilingan:

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



bunda N — t vaqtda bo'lib o'tgan aylanishlar soni.

Xalqaro birliklar sistemasida chastota birligi qilib sekundiga bir marta aylanish qabul qilingan. U qisqacha s ko'rinishda belgilanadi.

Nuqtaning aylana bo'ylab bir marta aylanib chiqishiga ketgan vaqt aylanish davri deb ataladi. Davr T harfi bilan belgilanadi:

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

Xalqaro birliklar sistemasida davr birligi qilib sekund s qabul qilingan.

Davr va chastota - o'zaro teskari bo'lgan kattaliklar ekanligini sezish qiyin emas:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{va} \quad T = \frac{1}{\nu}.$$

Burchakli tezlik. Jismning aylana bo'ylab harakati burchakli tezlik bilan xarakterlanadi. Burchakli tezlik burchakli ko'chishni shu ko'chish sodir bo'lgan vaqt oralig'iga nisbatiga teng.

Burchakli tezlikni ω (omega) harfi bilan belgilash qabul qilingan:

$$\omega = \frac{\varphi}{t}.$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab o'zgarmas burchakli tezlik bilan harakati aylana bo'ylab tekis harakat deb ataladi. Xalqaro birliklar sistemasida burchakli tezlik birligi qilib, shunday aylana bo'ylab tekis harakat qilayotgan jismning tezligi qabul qilinganki, bunda har bir sekunda 1 radian burchakli ko'chish sodir bo'ladi. Burchakli tezlikning bu birligini sekundiga radian deyiladi va 1 rad/s ko'rimshdabelgilanadi, Jismning φ burchakli ko'chishi T davr ichida 2π ga teng. Shuning uchun burchakli tezlik

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{va} \quad T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

AYLANA BO'YLAB TEKIS HARAKATLANGAN JISMNING CHIZIQLI TEZLIGI.

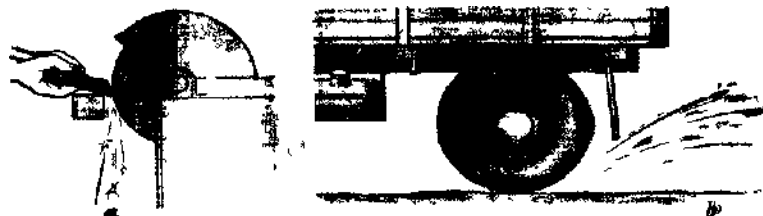
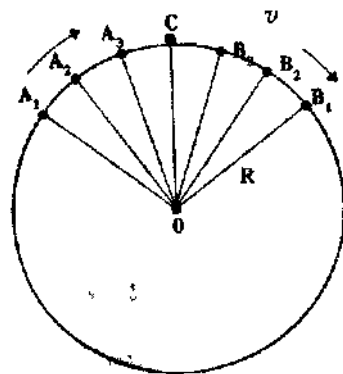
Oldingi paragrafda jismning aylana bo'ylab harakatini xarakterlash uchun ikkita kattalik — burchakli ko'chish va burchakli tezlik kiritiladi.

Biroq jismning aylana bo'ylab harakatiga to'g'ri chiziqli harakatini xarakterlash uchun oldin kiritilgan tezlik tushunchasini qo'llanish mumkin. Jismning aylana bo'ylab harakatida bu kattalik chiziqli tezlik deb ataladi.

Chiziqli tezlik. Faraz qilaylik, nuqta R radiusli aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan bo'lsin. Nuqtaning harakati tekis bo'lgani uchun, tezlik moduli o'zgarmas bo'ladi. Masalan, nuqta juda kichik Δt vaqt ichida A_1 vaziyatdan B_1 aziyatga ko'chadi aniqlik uchun A_1B_1 ko'chish kattalashtirib ko'rsatilgan)

U holda tezlikning umumiy ta'rif bo'yicha A_1B_1 qismdagi chiziqli tezlik gatengva A_1B_1 vatar bo'ylab yo'nalgan.

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$



Vaqt oralig'i kamaytirilgan sari yoyga yaqinlashadi, u holda tezlik vektori A_1B_1 qism o'rtasida (C nuqtada) yoyga urinma bo'ylab yo'nalgan. Binobarin, oniy tezlik aylananing istalgan boshqa nuqtasida urinma bo'yicha yo'nalgan. Bunga aylanayotgan charx toshga po'lat buyumning uchini tekkizib ishonch hosil qilish mumkin. Toshdan ajralib chiqayotgan va ajralish vaqtida erishgan tezlik bilan uchuvchi toblangan zarralar uchqun ko'rinishida ko'rinadi. Uchqunlarning uchish yo'nalishi har doim aylanaga buyum toshga tekkan nuqtadan o'tkazilgan urinma yo'nalishi bilan mos keladi. Joyidan qimirlamay sirpanib aylanayotgan avtomobil g'ildiragidan sachratmalar ham aylanaga urinma bo'ylab otiladi.

Shunday qilib, aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning chiziqli tezligi moduli bo'yicha o'zgarmay, yo'nalishi bo'yicha uzluksiz o'zgaradi va har qanday nuqtada trayektoriyaga urinma bo'ylab yo'nalgan.

Chiziqli tezlik moduli o'zgarmas bo'lsa, u holda uni

$v = \frac{s}{t}$ formula bo'yicha aniqlash mumkin, jism bir marta

aylanganda ($t = T$) aylana uzunligi $s = 2\pi R$ ga teng bo'lgan

masofani bosib o'tadi. Shuning uchun

$$\boxed{v = \frac{2\pi R}{T}} \quad \text{yoki} \quad T = \frac{1}{\nu} \quad \text{ni hisobga}$$

yonli ($OA = OB = R$ va $BC = BD = v$) ga teng burchaklarga ega:

$\angle AOB = \angle BCD$ (tomonlari perpendikular bo'lgan burchaklar). Shuning uchun $AB:AO = BD:DC$.

Ammo AB vatar juda kichik bo'lganligi uchun AB yoyni almashtirib quyidagini hosil qilamiz $AB = \overset{\frown}{AB} = v \Delta t$. Bundan

tashqari $AO = R$, $BD = \Delta v$ va $BC = v$. Binobarin, $\frac{v \Delta t}{R} = \frac{\Delta v}{v}$

bundan $\Delta v = \frac{v^2 \Delta t}{R}$ tezlanish esa

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2 \Delta t}{R \Delta t} = \frac{v^2}{R};$$

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

olib

$$v = 2\pi R \nu$$

ni yozamiz.

2. Burchakli va chiziqli tezliklar orasidagi munosabat.

Chiziqli tezlikni burchakli tezlikka nisbatini topamiz:

$$\frac{v}{x} = \frac{2\pi R \nu}{2\pi \nu} = R. \quad \text{Shunday qilib,}$$

$$v = \omega R$$

va

$$\omega = \frac{v}{R}.$$

3. Masala yechish namunasi. Yerning o'z o'qi atrofida bir marta aylanish vaqti 24 soatga teng. Nuqta aylanishining ekvatoridagi burchakli va chiziqli tezliklarini hisoblang. (Yerning radiusini 6400 km ga teng deb hisoblang.)

tekis deb hisoblaymiz. U holda $v = \omega R$, $\omega = \frac{2\pi R}{T}$ bo'ladi.

t vaqtni sekundda ifodalaymiz: $t = 3600 \text{ s} \cdot 24 = 86400 \text{ s}$.

Hisoblash:

$$R = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$T = 86400 \text{ s}$$

$$\omega = ?$$

$$v = ?$$

$$\omega = \frac{6,28 \text{ rad}}{86400 \text{ s}} = 0,00007 \text{ rad/s};$$

$$v = 0,00007 \cdot 64 \cdot 10^5 \text{ m} = 448 \text{ m/s}.$$

$$\text{Javobi: } v = 448 \text{ m/s};$$

$$\omega = 7 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}.$$



1. Qanday tezlik chiziqii tezlik deb ataladi? Chiziqii tezlik formulasini yozing va uning qanday yo'nalganligini tushuntiring.

2. Chiziqii va burchakii tezliklar o'ra-sidagi munosabatlarni toping.

3. Agar soatning minut mill uzunligi 3,27 sm bo'lsa, uning uchi-ming chiziqii tezligi qanday bo'ladi? (Javobi: $v = 5,7 \cdot 10^{-3}$ s/s.)

JISMNING AYLANA BO'YIAB TEKIS HARAKATIDA TEZLANISH

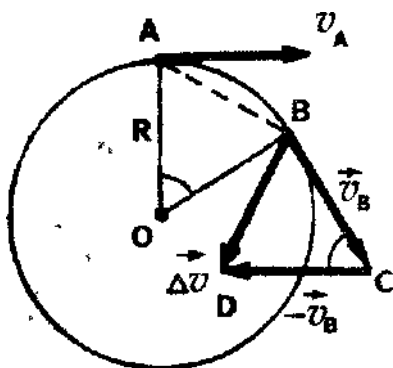
Jismning aylana bo'yiab tekis harakatida uning chiziqii tezligi moduli bo'yicha o'zgarmas qolib, yo'nalishi o'zgaradi. Biroq tezlikning yo'nalish bo'yicha o'zgarishi shu haqda ma'lumot beradiki, bunda jismning aylana bo'yiab tekis harakatida tezlanish mavjud bo'lib, bunga tezlik yo'nalishining uzluksiz o'zgarishi sabab bo'ladi. Bu tezlanish markazga intilma tezlanish nomini oldi.

1. Markazga intilma tezlanish. Ta'rifga ko'ra tezlanish tezlik o'zganshining jadalligini xarak-terlaydi va tezlik o'zganshining shu o'zgarish sodir bo'lgan vaqt oralig'iga nisbatiga teng, uning yo'nalishi esa tezlik o'zganshi vektorining yo'nalishi bilan mos tushadi:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{yoki skalyar shaklda} \quad a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{bo'ladi.}$$

Markazga intilma tezlanishni topish uchun, aylana bo'yiab tekis harakatlanayotgan jism t vaqt momentida A nuqtada juda kichik vaqt oralig'idan so'ng esa juda yaqin joylashgan B (rasmda AB masofa ko'rinarli bo'lishi uchun kat-talashtirib ko'rsatilgan) nuqtaga siljigan deb faraz qilamiz. A nuqtadagi tezlikni $\vec{v}_A$ bilan, B nuqtadagi tezlikni esa $\vec{v}_B$ bilan bel-gilaylik. A va B nuqtalarda-gi tezlik modullari bir xil bo'lsin.

o'zgarishi: $\Delta \vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$ ni topamiz. Buning uchun v_B vektordan v_A vektorni (uchburchak qoidasi bo'yicha) ayiramiz. Hosil bo'lgan AOB va BCD uchburchaklarni qarab chiqamiz. Bu uchburchaklar o'xshash, chunki ular teng



yonli ($OA = OB = R$ va $BC = BD = v$) ga teng burchaklarga ega:

$\angle AOB = \angle BCD$ (tomonlari perpendikular bo'lgan burchaklar). Shuning uchun $AB:AO = BD:DC$.

Ammo AB vatar juda kichik bo'lganligi uchun AB yoyni almashtirib quyidagini hosil qilamiz $AB = \overset{\frown}{AB} = v \Delta t$. Bundan

tashqari $AO = R$, $BD = \Delta v$ va $BC = v$. Binobarin, $\frac{v \Delta t}{R} = \frac{\Delta v}{v}$

bundan $\Delta v = \frac{v^2 \Delta t}{R}$ tezlanish esa

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v^2 \Delta t}{R \Delta t} = \frac{v^2}{R};$$

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

Tezlanish yo'nalishini aniqlash uchun AB ning juda kichik ekanligini esga olamiz. Biroq AB qanchalik kichik bo'lsa, $\vec{a}$ vektor OB radiusga shuncha yaqin bo'ladi va A nuqta B nuqta ustiga tushganda $\vec{a}$ vektor OA radius ustiga tushadi. Binobarin, $\vec{a}$ vektor va a tezlanish aylana markaziga radius bo'yicha yo'naladi. Shuning uchun tezlanish markazga intilma tezlanish fafo ataladi.

Shunday qilib, jism (moddiy nuqta) aylana bo'ylab tekis harakatlanganda tezlanish trayektoriya ning istalgan nuqtasida harakat tezligiga perpendikular va aylana markaziga tomon yo'nalgan bo'ladi. Uning moduli chiziqli tezlik kvadratining aylanish radiusiga bo'linganiga teng.

Ko'pincha markazga intilma tezlanishni normal (ya'ni, tezlikka perpendikular) tezlanish deb atashadi.

2. Masala yechish namunasi. Avtomobil radiusi 100 m bo'lgan aylanma yo'lda 36 km/soat tezlik bilan harakatlanmoqda. Uning markazga intilma tezlanishini aniqlang.

Shartning tahlili. Markazga intilma tezlanishini

$a = \frac{v^2}{R}$ formuladan topamiz. Avtomobil tezligini metr

taqsim sekund hisobida ifodalaymiz:

$$v = \frac{36 \text{ km}}{1 \text{ soat}} = \frac{36000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}.$$

Yechilishi.

$$\begin{array}{l|l} R = 100 \text{ m} & \\ v = 10 \text{ m/s} & \\ \hline a = ? & \end{array}$$

$$a = \frac{(10 \text{ m/s})^2}{100 \text{ m}} = 1 \text{ m/s}^2.$$

Javobi: $a = 1 \text{ m/s}^2$.