

1 Ma'ruza.

Kirish. Kinematika asoslari.

Reja:

1. Sanoq sistemi;
2. To'g'ri chiziqli tekis harakat tenglamasi;
3. Notekis harakat;
4. Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari;
5. Egri chiziqli harakatda ko'chish, tezlik va tezlanishlar.

Adabiyotlar: [1;3;4;5;6.]

Tayanch iboralar: Sanoq sistemi. Ko'chish. Tezlik. O'rtacha tezlik. Oniy tezlik. Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari. Tezlanish. Egri chiziqli harakatda ko'chish, tezlik va tezlanishlar.

Sanoq sistemi

Jismning fazodagi vaziyatini aniqlash uchun sanoq sistemi mavjud bo'lishi kerak. Buning uchun sanoq jismi tanlash kerak, masalan istalgan jism uy, vagon, avtomobil, tepalik, Quyosh. Yulduzlar va hokazo ixtiyoriy jismlarni sanoq jismi sifatida qarash mumkin.

Agar sanoq jismi tanlab olingan bo'lsa, uning biror nuqtasi orqali koordinata o'qlari o'tkaziladi va jismning ixtiyoriy nuqtasining fazodagi vaziyati uning koordinatalari orqali aniqlanadi. Nuqtaning chiziqdagi vaziyati bitta, tekislikdagi vaziyati ikkita, fazodagi vaziyati esa uchta son koordinatalar bilan aniqlanadi. Biz yashab turgan fazo uch o'lchovli fazo hisoblanadi. Jismning fazodagi vaziyatini to'liq aniqlash uchun sanoq sistemi mavjud bo'lishi kerak. Sanoq jismi va u bilan bog'liq koordinatalar sistemi vaqt bilan birgalikda sanoq sistemasini tashkil qiladi.

Son qiymati bilan birga yo'nalishga ham ega bo'lgan kattaliklar vektor kattaliklar deb atiladi.

Vektor kattaliklar ham modulga ham yo'nalishga ega. Moduli ham yo'nalishi ham bir xil bo'lgan vektorlar teng vektorlar deyiladi.

Faqat son miqdori bilan harakterlanadigan kattaliklarga skalyar kattaliklar deb atiladi.

Masalan: tezlik, tezlanish, ko'chish, kuch kabi kattaliklar vektor kattaliklar bo'lib hisoblanadi, chunki bu kattaliklar ham yo'nalishga ega ham son miqdoriga ega.

Massa, uzunlik kabi kattaliklar skalyar kattaliklar bo'lib hisoblanadi, chunki bu kattaliklar faqat son miqdori bilan harakterlanadi.

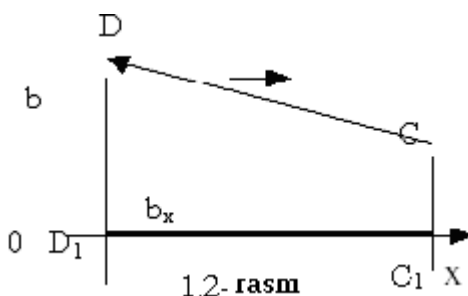
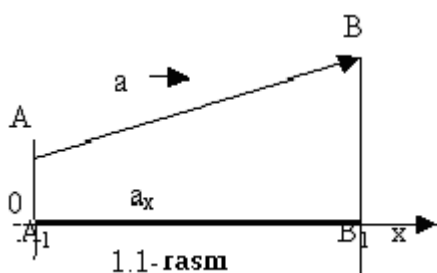
Ko'chish vektorini bilish jismning ixtiyoriy paytdagi vaziyatini aniqlashga imkon beradi. Buning uchun vektorning proektsiyasidan foydalanamiz.

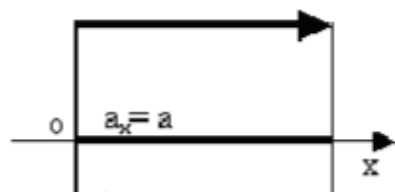
Vektorlarni biror berilgan o'qqa proektsiyalash uchun vektorning boshi va oxiridan shu o'qqa perpendikulyar tushiriladi. Masalan AV vektorning X o'qidagi proektsiyasi A1V1 bo'lib hisoblanadi (1.1-rasm).

Bu vektor musbat vektor bo'lib hisoblanadi, chunki uning yo'nalishi o'qning yo'nalishi bilan mos. DS vektorning X o'qidagi proektsiyasi D1S1 bo'lib hisoblanadi (1.2-rasm). Bu vektor manfiy vektor bo'lib hisoblanadi, chunki uning yo'nalishi o'qga teskari yo'nalgan.

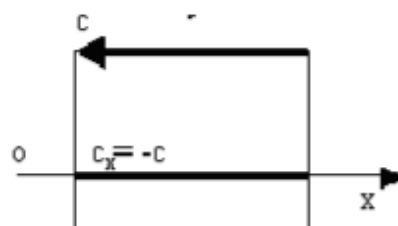
$$X = X_0 + S_x \quad (1.1) \quad Y = Y_0 + S_y \quad (1.2)$$

Vektorlarning proektsiyasi skalyar kattalik bo'lib hisoblanadi va faqat modul bilan harakterlanadi.





1.3-rasm



1.4-rasm

Agar vektor o'qqa parallel bo'lsa, u holda proektsiyaning moduli vektorning o'zining moduliga teng bo'ladi (1.3-rasm, 1.4-rasm). **Vektorlar proektsiyasining biror o'qdagi proektsiyasi qo'shiluvchi vektorlarning shu o'qdagi proektsiyalarining algebraik yig'indisiga teng.** Vektorlar yig'indisi yoki ayirmasining proektsiyasini topish uchun barcha vektorlarning proektsiyasini ishorani hisobga olgan holda qo'shish kerak. Agar jism biror X yoki Y o'qi bo'lib harakatlanayotgan bo'lsa uning ko'chishi shu o'qlardagi koordinatalarning o'zgarishiga teng. Ya'ni:

$$S_x = X - X_0 \text{ yoki } S_x = Y - Y_0$$

Shunday qilib, ko'chish vektortorini bilgan holda jismning X va Y o'qlaridagi koordinatalarini topish mumkin. Quyosh atrofida barcha sayyoralar aylanma harakat qiladi. Shu qatorda Yer va Yer bilan birgalikda Yerdan mavjud barcha jismlar doimiy harakatda bo'ladi. Jismlar o'zaro ta'sirlashib bir bironing harakatini o'zgartirishga sabab bo'ladi. Natijada jismlar fazoda o'z vaziyatini o'zgartirib turadi. Harakatlar ichida eng oddiy mexanik harakat hisoblanadi. **Jismning boshqa biror jismga nisbatan fazoda o'z vaziyatini o'zgartirishi mexanik harakat deb aytiladi.**

Mexanik harakat natijasida jismlar fazoda ko'chadi va o'z vaziyatini o'zgartiradi.

Jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlash masalasi mexanikaning asosiy massasi bo'lib hisoblanadi.

Mexanikani ikki bo'limga kinematika va dinamika bo'limlariga bo'lib o'rganamiz. Mexanik harakat turli xil bo'lishi mumkin. Jismlar o'z harakati davomida turli traektoriyalar bo'yicha sekin yoki tez harakatlanib fazoda o'z vaziyatlarini o'zgartirib turadilar. **Mexanik harakatni matematik tavsiflash va harakat to'g'risidagi umumiy tushunchalarni tahlil qilishni kinematika bo'limida o'rganamiz. Harakatning kelib chiqish sabablarini dinamika bo'limida o'rganamiz.**

Jismlarning ilgarilanma harakati. - Jismlarning harakatini o'rganishda uni tashkil etgan har bir nuqtaning fazodagi vaziyatini alohida o'rganish shart emas. Jismning fazodagi vaziyatini o'rganishni soddalashtirish uchun moddiy nuqta degan tushunchani kiritamiz.

Jism harakati davomida uni tashkil etgan nuqtalarning hammasi bir xil yo'nalishda harakat qilayotgan bo'lsa bunday harakat ilgarilanma harakat deb aytiladi.

Ilgarilanma harakat qilayotgan jismning istalgan nuqtasidan o'tkazilgan to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallel bo'lib qoladi. Endi qator misollar yordamida moddiy nuqta tushunchasini kiritamiz. Uzunligi bir km bo'lgan eshalon Qarshidan Toshkentga keldi ya'ni bosib o'tgan masofasiga nisbatan uni moddiy nuqta deb qarasa bo'ladi. Okeanda kema suzib yuribti okean

ichida uni moddiy nuqta deb qaray olamiz. Yer Quyosh atrofida aylanmoqda ya'ni Quyoshga nisbatan Yerni moddiy nuqta deb qarasa bo'ladi.

Bosib o'tgan masofasiga nisbatan o'lchami hisobga olinmaydigan jismga moddiy nuqta deb aytiladi.

Shunday qilib, moddiy nuqta misolida jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlash soddaroq bo'ladi. Ayni sharoitda moddiy nuqta bo'lib hisoblanayotgan jism to'liq bir sharoitda moddiy nuqta bo'lmasligi ham mumkin. Masalan uzunligi 1 km bo'lgan esholonni Qarshidan Toshkentgacha bo'lgan masofaga nisbatan moddiy nuqta deb qarasa bo'ladi, ammo shu esholonni 3 km masofada moddiy nuqta deb qarab bo'lmaydi.

1.2. To'g'ri chiziqli tekis harakat tenglamasi.

Harakatlarning ichidan eng soddasi to'g'ri chiziqli tekis harakat bo'lib hisoblanadi.

To'g'ri chiziqli tekis harakat deb, shunday harakatga aytiladiki, bunda jism teng vaqtlar ichida bir xil masofalarga ko'chadi.

Harakatlarni bir-biridan farqlash uchun tezlik degan tushunchani kiritamiz. Harakat tezligini bilsak jismning istalgan paytdagi fazodagi vaziyatini aniqlashimiz mumkin.

Ko'chish vektorining shu ko'chish uchun ketgan vaqtga nisbati harakatdagi jismning tezligi deb aytiladi.

$$\mathcal{V} = \frac{S}{t} \quad (1.3)$$

Bu yerda: \mathcal{V} – jismning tezligi, S – jismning ko'chishi, t – vaqt. (1.3) formuladan

$$S = \mathcal{V}t \quad (1.4)$$

Shu tenglama tekis harakat tenglamasi deb yuritiladi. Jismning X o'qdagi ko'chishi $S_x = X - X_0$ ekanligini bilgan holda (1.4) formuladan foydalanib jismning ixtiyoriy t vaqtidagi X koordinatasini topish mumkin:

$$X = X_0 + \mathcal{V}_x t \quad (1.5)$$

Shunday qilib jismning X koordinatasi vaqtga qanday bog'liq ekanligini topdik. Bu esa mexanikaning asosiy masalasini yechimi bo'lib hisoblanadi. Agar jism vertikal o'q Y o'qi boylab ko'chayotgan bo'lsa uning koordinatasi

$$Y = Y_0 + \mathcal{V}_y t \quad (1.6)$$

1.3. Notekis harakat

Agar jismning harakat tezligi o'zgarib tursa ya'ni notekis bo'lsa jism vaziyatini aniqlashda o'rtacha tezlik harakteristikasidan foydalanamiz.

Jism kuchishining shu ko'chish uchun ketgan vaqtga nisbati o'rtacha tezligi deyiladi.

$$\mathcal{V}_{ypm} = \frac{S}{t} \quad (1.7)$$

Jismning haqiqiy tezligi bo'lib oniy tezlik hisoblanadi. Oniy tezlik cheksiz kichik

Jismning haqiqiy tezligi bo'lib oniy tezlik hisoblanadi. Oniy tezlik cheksiz kichik vaqt ichidagi ko'chishni ifodalaydi.

Harakatdagi jismning yetarlicha kichik ko'chishining shu ko'chish uchun ketgan vaqtga nisbati oniy tezlik deb aytiladi.

$$\mathcal{V}_o = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \mathcal{V}_{ypm} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1.8)$$

Tekis harakatda oniy tezlik traektoriyaning barcha nuqtalarida bir xil bo'ladi. Notekis harakatda oniy tezlik traektoriyaning turli nuqtalarida turli xil bo'ladi.

1.4. Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari

Tekis harakatda jismning tezligi o'zgarmas bo'lishini ko'rdik, ya'ni jism tezlanishga ega bo'lmaydi .

To'g'ri chiziqli tekis ($a = 0$) o'zgaruvchan harakat tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$S_x = \mathcal{G}_{0x}t \pm \frac{a_x t^2}{2} \quad (1.9)$$

bu yerda s_x - jismning ko'chishi, \mathcal{G}_0 - boshlang'ich tezlik, a - tezlanish, t - vaqt. $a > 0$ da tezlanuvchan harakat $a < 0$ da sekinlanuvchan harakat sodir bo'ladi.

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatda tezlik formulasi quyidagicha bo'ladi.

$$\mathcal{G}_x = \mathcal{G}_0 \pm at \quad (1.10)$$

Agar vaqt berilmagan bo'lsa harakat tenglamalari quyidagi ko'rinishda ifodalanadi.

$$S_x = \frac{\mathcal{G}_x^2 - \mathcal{G}_{0x}^2}{2a_x} \quad (1.11)$$

$\mathcal{G}_0 = 0$ bo'lsa

$$\mathcal{G}_x^2 = 2a_x S_x \quad (1.12)$$

Agar jism vertikal boyicha tekis o'zgaruvchan harakat qilayotgan bo'lsa harakat tenglamasi va tezlik formulalari yuqoridagilarga o'xshab quyidagicha bo'ladi.

$$h = \mathcal{G}_0 t \pm \frac{gt^2}{2} \quad (1.13)$$

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 \pm gt$$

$$\mathcal{G}^2 = 2gh$$

Bu yerda $g = 9,81 m/c^2$ erkin tushish tezlanishi.

1.5. Egri chiziqli harakatda ko'chish, tezlik va tezlanishlar

Umuman to'g'ri chiziqli va aylanma harakatlar egri chiziqli harakatning xususiy hollari bo'lib hisoblanadi. To'g'ri chiziqli harakatda tezlik vektorining yo'nalishi ko'chish yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi, egri chiziqli harakatda esa tezlik vektori traektoriyaning shu nuqtasidan o'tkazilgan urinma boylab yo'nalgan bo'ladi. Ko'chish vektori esa vatar boylab yo'nalgan bo'ladi.

Egri chiziqli harakatda tezlik moduli o'zgarmas bo'lsa bunday harakatni egri chiziqli tekis harakat deymiz. Egri chiziqli harakatda vaqt o'tishi bilan tezlik vektorining faqat yo'nalishi emas, balki miqdori ham o'zgarishi mumkin.

Egri chiziqli harakatda umumiy tezlanish a normal va urinma tezlanishlarning vektor yig'indisidan iborat bo'ladi.

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_y \quad (1.13)$$

Yoki uning moduli quyidagicha bo'ladi:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_y^2} \quad (1.14)$$

Bu yerda a_n - normal tezlanish

$$a_n = \frac{\mathcal{G}^2}{R} \quad (1.15)$$

Bu yerda \mathcal{G} - moddiy nuqtaning chiziqli tezligi, R – traektoriyaning egrilik radiusi. Urinma tezlanish tezlikning o'zgarishini harakterlaydi.

$$a_y = \frac{d\mathcal{G}}{dt} \quad (1.16)$$

Egri chiziqli harakatda ikkita xususiy hol mavjud:

1. Agar a_y urinma tezlanish 0 bo'lsa, to'liq tezlanish faqat normal tezlanishdan iborat bo'ladi va bunday holda moddiy nuqta faqat aylana bo'lib harakat qiladi.

2. Agar a_n normal tezlanish 0 bo'lsa to'liq tezlanish urinma tezlanishdan iborat bo'ladi, bunday harakat to'g'ri chiziqli harakat bo'lib hisoblanadi.

Jism aylanma harakat qilayotganda $2\pi R$ aylana uzunligini T davrda bosib o'tadi va tezlik quyidagicha bo'ladi.

$$\mathcal{G} = \frac{2\pi R}{T} \quad (1.17)$$

Bu yerda R – aylananing radiusi. Aylanish chastotasi $\nu=1/T$ ekanligini hisobga olsak,

$$\mathcal{G} = 2\pi\nu R \quad (1.18)$$

Bu ifodani (1.15) ga qoysak markazga intilma tezlanishning quyidagi ko'rinishi hosil bo'ladi:

$$a = 4\pi^2\nu^2 R \quad (1.19)$$

Demak, markazga intilma tezlanish aylanishlar chastotasining kvadratiga proporsional bo'lar ekan.

Aylanma harakat qilayotgan jismning burchak tezligi burilish burchagining vaqtga nisbati bilan xarakterlanadi:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (1.20)$$

yoki cheksiz kichik vaqt ichida quyidagi ko'rinishni oladi; ya'ni burilish burchagidan vaqt boyicha olingan hosilga teng

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad (1.21)$$

Jism to'liq bir marta ya'ni burchakka aylanganda uning burchak tezligi aylanish chastotasi bilan quyidagicha bog'langan bo'ladi:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad (1.22)$$

(1.22)ni (1.18)ga qoyib, chiziqli va burchak tezlik orasidagi bog'lanishni hosil qilamiz:

$$\mathcal{S} = \omega R \quad (1.23)$$

Shu asosida chiziqli tezlanish bilan burchak tezlanish orasidagi bog'lanishni keltirib chiqaramiz:

$$a = \frac{\Delta \mathcal{S}}{\Delta t} = \frac{\Delta \omega R}{\Delta t} = \beta R \quad (1.24)$$

Harakat to'g'risidagi umumiy tushunchalarni ya'ni kinematik karakteristikalarni bilgan holda jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlashga doir mexanik masalalar aniqlik bilan yechiladi. Harakatni yuzaga keltiruvchi sabablarni ya'ni, jismga tezlanish beruvchi kuchlarni va jism harakat miqdorini bilish va hisobga olish mexanik masalalar yechimini yanada osonlashtiradi. Bunda berilgan masalaning boshlang'ich shartlarini to'g'ri anglagan holda hisobga olish kerak. Bunday masalalarga quyosh atrofidan aylanayotgan planetalar. Yerning o'z o'qi atrofidan va quyosh atrofidan orbital aylanish paytidagi va Yer sirtidagi jismlarning shu holatlarga mos fazodagi vaziyatini aniqlash masalalari kiradi.

Savollar:

1. Sanoq sistemasi nima?
2. Ko'chish va masofa?
3. Tekis harakatda tezlik?
4. O'rtacha va oniy tezlik nima?
5. Tekis o'zgaruvchan harakat tenglamalari?
6. Tezlanishning fizik ma'nosi nima?
7. Egri chiziqli harakatda ko'chish, tezlik va tezlanishlar?