

MEXANIK HARAKATNING KINEMATIK VA DINAMIK TAVSIFI

Kengesbaev Abbaz Kongratbaevich

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14058623>

Annotatsiya. Mazkur maqolada mexanik harakatning kinematik va dinamik tavsifi haqida so'z boradi. Bilamizki, fizika tabiat hodisalarini, modda va maydon xossalari va qonuniyatlarini o'rgatuvchi fan. Fizika fanini birinchi bo'lib qadimgi yunon mutaffakkiri Aristotel o'zining kitobida bayon etgan. Maqola davomida fizikaning mexanika bo'limiga alohida to'xtalib o'tilgan.

Kalit so'zlar: mexanik harakat, kinematik va dinamik tavsif, materiya, harakat jarayoni, bog'lanish.

KINEMATIC AND DYNAMIC DESCRIPTION OF MECHANICAL MOVEMENT

Abstract. This article talks about the kinematic and dynamic description of mechanical movement. We know that physics is a science that teaches natural phenomena, properties and laws of matter and space. The science of physics was first described by the ancient Greek thinker Aristotle in his book. In the course of the article, the mechanics section of physics was specially touched upon.

Key words: mechanical movement, kinematic and dynamic description, matter, movement process, connection.

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ И ДИНАМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Аннотация. В данной статье рассматривается кинематическое и динамическое описание механического движения. Мы знаем, что физика – это наука, изучающая природные явления, свойства и законы материи и пространства. Науку физику впервые описал древнегреческий мыслитель Аристотель в своей книге. В ходе статьи специально был затронут механический раздел физики.

Ключевые слова: механическое движение, кинематическое и динамическое описание, материя, процесс движения, связь.

Olimlar tabiatni ko'p asrlar davomida o'rganib, materiya harakatsiz yashay olmaydi, harakatni materiyadan ajratib va yo'q qilib bo'lmaydi, ya'ni harakat materiyaning ajralmas xossasidir, degan xulosaga keldilar. Harakat deganda materiyaning tabiatda bo'ladigan barcha o'zgarishlari bir turdan ikkinchi turga aylanishlari va barcha jarayonlar tushuniladi.

Tabiatda sodir bo'luvchi barcha harakatlar va jarayonlar muayyan qonunlar bo'yicha yuz beradi. Turli jarayonlar va hodisalar orasidagi qonuniy bog'lanishni ochish va o'rganish har bir qanday fan tarmog'ining bosh maqsadi hisoblanadi. Buni bilish esa inson qo'liga tabiatdagi biror hodisa qanday yuz berishini oldindan bilishiga, ya'ni kelajakni oldindan aytishga va o'tmishni izohlashga yordam qiladigan usullar berish uchun kerak. Shundagina tabiat hodisalarini inson foydasiga ishlatish mumkin.

Fizika barcha tabiiyot va amaliy fanlarning muvaffaqiyatli rivojlanishi uchun zarur bo'lgan

tadqiqotlarni ishlab chiqishga va asboblarni yaratishga imkon beradi. Hozirgi vaqtda bu fanlarning barchasining alohida bo'limlari bor: astronomiyada – astrofizika, kimyoda – fizikkimyo, agronomiyada – agrofizika, metallshunoslikda – metallofizika va hokazo. Shuning uchun fizika barcha tabiiyot va amaliy fanlarning yaratilishi uchun poydevordir, deyish mumkin.

Tabiat haqidagi fanlar ichida texnika taraqqiyoti uchun fizika eng katta ahamiyatga ega. Fizika texnikaning asosidir, chunki fizika qonunlari texnikada ko'p qo'llaniladi. Fizika sohasidagi yangi kashfiyotlar mavjud texnikaning yaxshilanishi yoki yangi texnikaning paydo bo'lishiga sabab bo'ldi. Texnikaning taraqqiyoti o'z navbatida fanning yanada rivojlanishiga olib keladi.

Fizika ishlab chiqarishning taraqqiyotiga tegishli tabiiy fanlar orqali ham, bevosita ham juda katta ta'sir ko'rsatadi. Fizikaning ishlab chiqarishga elektr energiya, barcha transport turlari, radioaloqa, teleko'rsatuv, yadro energiyasini va hokazolarni ochib berganini eslashning o'zi yetarlidir.

Zamonaviy fizika materiya harakatining turli fizik shakllarini, ularning bir-biriga aylinishini, shuningdek, modda va maydon xossalarini o'rgatadi.

Fizikaning jismlar mexanik harakatini va nisbiy tinchlik sharoitlarini o'rganadigan bo'limi mexanika deyiladi.

Mexanik harakatda bir jismning vaziyati boshqa jismlarga nisbatan o'zgaradi. Masalan, poyezd temir yo'l iziga nisbatan, trolleybus, avtobuslar binolarga, daraxtlarga nisbatan harakat qiladi va hokazo. Ammo temir yo'l relsi va binolar, daraxtlarning o'zi ham Yer bilan birga harakatlanib turadi. Tabiatda mutlaqo harakatsiz jism yo'q.

Tabiatdagi hamma jismlar harakatda bo'lganligidan har qanday tinchlik nisbiydir.

Har qanday tinchlik nisbiy bo'lgani kabi, har qanday harakat ham nisbiydir.

Mexanika uch kismga bo'linadi: kinematika, dinamika va statika.

Mexikaning mexanik harakatni uni yuzaga keltirgan sabablarga bog'liq bo'lmagan holda o'rganadigan bo'limi kinematika deyiladi.

Mexikaning jismlarning harakat qonunlarini harakatlanayotgan jism massalariga va ta'sir etuvchi kuchlarga bog'liq holda o'rganadigan bo'limi dinamika deyiladi.

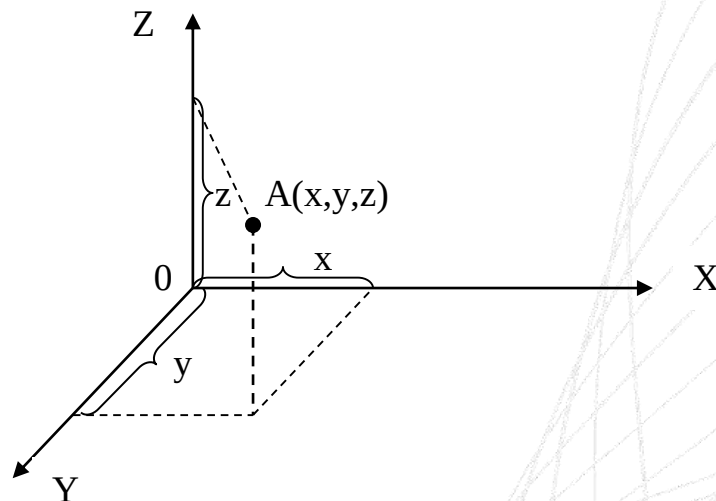
Kuch ta'sirida jismlarning muvozanat holatini saqlash shartlarini o'rganadigan mexanikani bo'limi statika deyiladi.

Kinematika o'rin almashtirishning o'zinigina vaqtga bog'lab tekshiradi, dinamika esa jismlarning harakat holatlarini o'zgartiradigan o'zaro ta'sirlarni ham hisobga oladi.

Jismning harakatini tasvirlashda, ya'ni uni vaziyatining o'zgarishini ko'rsatishda, berilgan jismning harakati kaysi jismga yoki jismlar sistemasiga nisbatan qaralishini tanlab olish kerak. Mazkur jismning harakati qanday jism yoki jismlar sistemasiga nisbatan qaralayotgan bo'lsa, o'sha jism yoki jismlar sistemasi sanoq boshi sistemasi yoki sanoq sistemasi deb ataladi. Misol uchun harakatdagi avtobus salonida o'tirgan yo'lovchi haqida konduktor «yo'lovchi harakatsiz o'tiribdi», - deb aytadi. O'tib ketayotgan avtobusni kuzatuvchi esa «yo'lovchi mendan uzoqlashib bormoqda», - deydi. Yo'lovchi harakatsiz o'tiribdi, deb aytayotgan konduktor yo'lovchining vaziyatini salondagi jismlarga nisbatan

qaraydi, kuzatuvchi esa yo'lovchining vaziyatini o'ziga nisbatan yoki yonida turgan jismlarga nisbatan kuzatadi. Ikkita kuzatuvchi yo'lovchining vaziyatini boshqa-boshqa ikki jismga nisbatan kuzatayotgani uchun turlicha xulosaga keladilar, ularning ikkalasi ham haqdir.

Yerda jismlarning harakatini tekshirganda sanoq sistemasi qilib odatda Yer yoki Yerga nisbatan harakatsiz bo'lgan turli jismlar olinadi. Sanoq sistemasi qilib olingan jismga biror koordinatalar sistemasi bog'lanadi va bunga nisbatan jismlar harakati o'rganiladi. Odatda to'g'ri burchakli Dekart koordinatalar sistemasi qo'llanilari (1 – rasm).



1 – rasm

Bu holda jism turgan A nuqtaning vaqtning istalgan paytidagi vaziyati biror shartlashib olingan masshtabda OX o'q bo'yicha o'lchangan x , OY o'q bo'yicha o'lchangan y va OZ o'q bo'yicha o'lchangan z masofalar bilan to'liq aniqlanadi. x, y, z kesmalar A nuqtaning koordinatalari bo'ladi.

Jismlarning harakati haqida ko'pgina amaliy masalalarda berilgan jismlarning o'lchami va shakli rol o'ynamaydi va shuning uchun ko'pincha, jismlarning harakatini bayon qilishda ularning o'lchamlari nazarga olinmasligi mumkin. Bunday holda moddiy nuqta tushunchasi kiritiladi.

Moddiy nuqta deb, tekshirilayotgan masofaga nisbatan o'lchamlari juda kichik va shakli nazarga olinmasa ham bo'laveradigan jismlarga aytiladi. Masalan, Yerning Quyosh atrofidagi harakatini o'rganishda Yer va Quyoshni moddiy nuqtalar deb olish mumkin. Yerning o'z o'qi atrofidagi harakatini o'rganishda esa Yerni moddiy nuqta deb qarash mumkin emas chunki Yerning shakli va o'lchamlari uning aylanma harakati harakteriga ancha ta'sir ko'rsatadi.

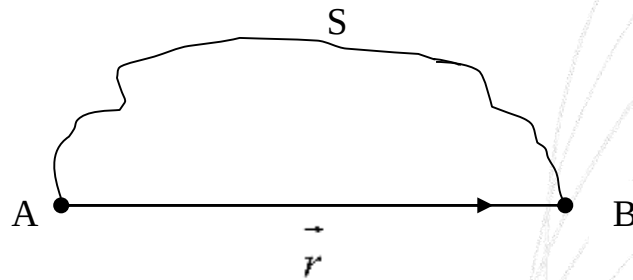
Moddiy nuqta harakati fazoda ma'lum chiziq bo'ylab sodir bo'ladi, bu chiziqning shakli turli-tuman bo'lishi mumkin.

Moddiy nuqtaning o'z harakati davomidagi fazoda qoldirgan izi trayektoriya deyiladi. Agar trayektoriya to'g'ri chiziqdan iborat bo'lsa, to'g'ri chiziqli harakat, yoki aksincha, trayektoriya egri chiziqdan iborat bo'lsa, egri chiziqli harakat deb ataladi.

Moddiy nuqtaning biror vaqt oralig'ida o'tgan trayektoriyasining uzunligi o'tilgan yo'l deyiladi.

Faraz qilaylik, moddiy nuqta biror trayektoriya bo'ylab A nuqtasidan V nuqtasiga ko'chgan bo'lsa (2 – rasm). Bu vaqtda trayektoriya bo'ylab hisoblangan A va V nuqtalar orasidagi masofa o'tilgan yo'lni ifodalaydi. Bu yulni S bilan belgilangan.

Harakat trayektoriyasining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga yo'nalgan kesmadan iborat bo'lgan vektor kattalikka ko'chish deyiladi (2 – rasm) va $\vec{r}$ bilan belgilanadi.



2 – rasm

To'g'ri chiziqli harakatda trayektoriya bilan ko'chish ustma-ust tushadi. Bu holda moddiy nuqtaning bosib o'tgan yo'li ko'chishning moduliga teng, ya'ni:

$$S = |\vec{r}| \quad (1)$$

Moddiy nuqtaning barobar vaqtlar oralig'ida o'tgan masofasiga qarab harakatlar tekis va notekis harakatlarga ajraladi.

Agar jism to'g'ri chiziqli harakatda teng vaqt oraliqlarida teng masofalarni bosib o'tsa, jismning bunday harakati to'g'ri chiziqli tekis harakat deyiladi. Bundan to'g'ri chiziqli tekis harakatda jismning tezligi kattalik va yo'nalish jihatidan o'zgarishsiz qoladi.

Agar t vaqt davomida jism S yo'lni bosib o'tgan bo'lsa, u holda harakat tezligi:

$$v = \frac{S}{t} \quad \text{yoki} \quad \vec{v} = \frac{\vec{r}}{t} \quad (2)$$

bo'ladi, bunda $\vec{r}$ - jismning t vaqt ichidagi ko'chishini bildiradi.

(2) formuladan bosib o'tilgan yo'lni formulasini hosil qilamiz, ya'ni:

$$S = vt \quad (3)$$

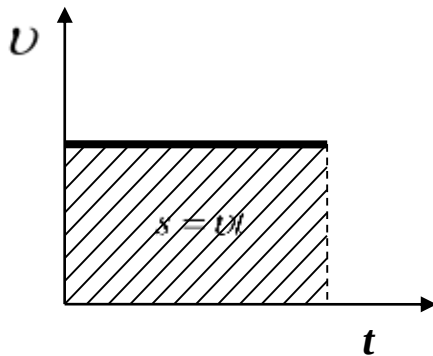
(3) formula tekis harakat tenglamasi deyiladi. Demak, jismning to'g'ri chiziqli tekis harakatida o'tgan yo'li bilan harakat vaqtiga to'g'ri proporsionaldir.

3 – rasmda to'g'ri chiziqli tekis harakati tezlik grafigi tasvirlangan. (3) formulani e'tiborga olib, to'g'ri chiziqli tekis harakatda jism bosib o'tgan yo'l 4–rasmdagi shtrixlangan to'g'ri to'rtburchakning yuziga son jihatdan teng bo'ladi.

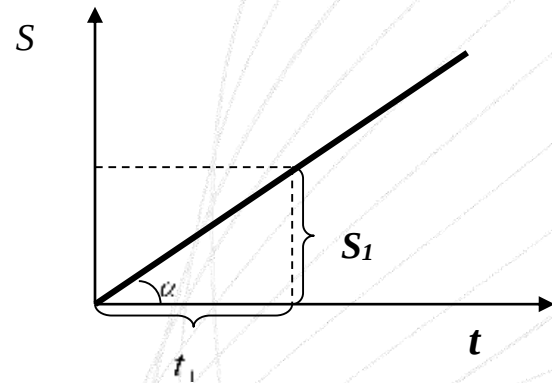
Yo'l grafigini yasashda abssissa o'qini vaqt o'qi, ordinata o'qini yo'l o'qi qilib olamiz (4 – rasm).

Natijada koordinatalar boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqdin iborat bo'lgan yo'l grafigini hosil qilamiz. Bu to'g'ri chiziqlarning vaqt o'qining musbat yo'nalishi bilan hosil qilgan α burchagining tangensi v tezlikka teng bo'ladi, ya'ni:

$$v = \operatorname{tg} \alpha = \frac{s_1}{t_1} \quad (4)$$



3 – rasm



4- rasm

To'g'ri chiziqli tekis harakatning tezligi qancha katta bo'lsa, yo'l grafigi vaqt o'qi bilan shuncha katta burchak tashkil qiladi.

Tabiatda vaqt o'tishi bilan tezligi o'zgarib turadigan harakat ko'p uchraydi. Masalan, trolleybus va avtobuslarning harakatini kuzatar ekanmiz, yo'lning ba'zi qismlarida sekinroq harakatlanishini to'xtash joylarida esa tezlik nolga teng bo'lishini ko'ramiz. Bunday harakat notekis yoki o'zgaruvchan harakat deyiladi.

Vaqt o'tishi bilan tezligi o'zgaradigan harakat o'zgaruvchan harakat deyiladi.

Harakat trayektoriyasi to'g'ri chiziqdin iborat bo'lgan o'zgaruvchan harakat to'g'ri chiziqli o'zgaruvchan harakat deb ataladi.

O'zgaruvchan harakatining eng sodda turi tekis o'zgaruvchan harakatdir. Bunday harakatda har qanday teng vaqt oraliqlari davomida tezlik ayni bir kattalika o'zgaradi, binobarin tezlanish o'zgarmas ($a = \text{const}$) bo'ladi.

Tekis o'zgaruvchan harakatni tekis tezlanuvchan va tekis sekinlanuvchan harakatlarga ajratiladi.

Har qanday teng vaqt oraliqlarida tezligi bir tekis ortib boradigan harakat tekis tezlanuvchan harakat deyiladi va bunday harakatda tezlanish musbat ($\vec{a} > 0$) va yo'nalishi tezlik yoki harakat yo'nalishi bilan bir xil bo'ladi.

Har qanday teng vaqt oraliqlarda tezligi bir tekis kamayib boradigan harakat tekis sekinlanuvchan harakat deb ataladi va bunday harakatda tezlanish manfiy bo'lib ($\vec{a} < 0$), tezlik yo'nalishiga qarama-qarshi

yoʻnalgan boʻladi.

Agar jismning v_0 tezligi t vaqt davomida v qiymatgacha oʻzgargan boʻlsa, tezlanish quyidagicha boʻladi:

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (5)$$

(5) formuladan v ni topamiz:

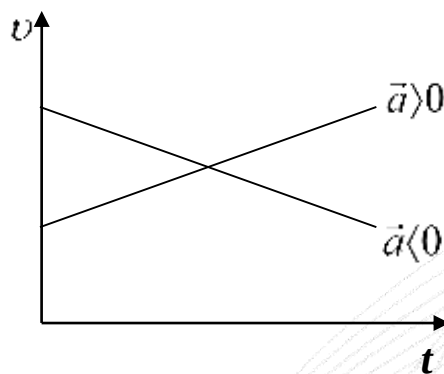
$$v = v_0 + at \quad (6)$$

(6) formula tekis tezlanuvchan harakatining tezligini ifodalaydi.

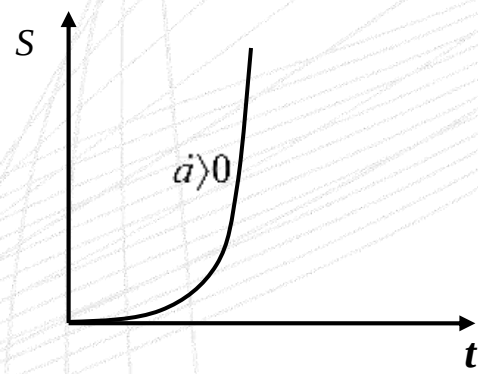
Tekis sekinlanuvchan harakatda $\vec{a} < 0$ ekanini nazarga olsak, u holda (6) formula quyidagi koʻrinishga keladi:

$$v = v_0 - at \quad (7)$$

Tekis oʻzgaruvchan harakatini tezligini grafigi 5 – rasmda berilgan.



5 – rasm



6 – rasm

(6) formulani ikkala tomonini dt ga koʻpaytiramiz, yaʼni:

$$v \cdot dt = v_0 dt + at \cdot dt \quad (7')$$

yoki

$$dS = v_0 dt + at \cdot dt \quad (8)$$

(8) formulani ikkala tomonidan integral olamiz:

$$\int_0^S dS = \int_0^t v_0 dt + \int_0^t at \cdot dt \quad (9)$$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (10)$$

bunda S_0 - integrallashning doimiyliigi.

(10) formula to'g'ri chiziqli o'zgaruvchan harakatining yo'l tenglamasi aytiladi va yo'lni grafik tasviri 6 – rasm berilgan.

Yuqorida qayd qilib o'tganimizdek, trayektoriyasi egri chiziqdan iborat bo'lgan harakat egri chiziqli harakat deb ataladi. Tabiatda va texnikada egri chiziqli harakat ko'p uchraydi. Masalan, sayyora va sun'iy yo'ldoshlar, transport vositalari, mashinalarning qismlari, issiq va sovuq havo oqimlari va hokazolar egri chiziqli harakat qiladi.

Egri chiziqli turli-tuman harakatlar orasida eng oddiysi jism (moddiy nuqta) ning aylana bo'ylab harakatidir.

Agar jism aylana bo'yicha teng vaqtlar ichida teng yoylarni bosib o'tsa, bunday harakat aylana bo'ylab tekis harakat deyiladi, ya'ni:

$$v = \frac{\Delta \tilde{S}}{\Delta t}; \quad \Delta \tilde{S} = R \cdot \Delta \varphi \quad (11)$$

bu yerda: $\Delta \tilde{S}$ - jismning Δt vaqt davomida bosib o'tgan yoyning uzunligi. Egri chiziqli harakatda jismning chiziqli tezligi hamma vaqt harakat trayektoriyasiga urinma bo'lib yo'nalgan bo'ladi.

Jism aylana bo'ylab tekis harakat qilganda chiziqli tezlik vektori miqdor jihatdan o'zgarmasdan, butun harakat davomida o'z yo'nalishini o'zgartirib turadi. Shuning uchun aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning harakati chiziqli tezlikdan tashqari burchak tezlik deb ataladigan kattalik bilan ham harakterlanadi.

Jism aylana bo'ylab harakatlanganda radius ham buriladi. Masalan, jism biror Δt vaqt davomida A nuqtadan V nuqtaga ko'chgan bo'lsa, shu vaqt ichida radius $\Delta \varphi$ burchakka buriladi. Bu burchak jismning burilish burchagi (burchak yo'li) deyiladi.

Jismning vaqt birligi ichida burilish burchagi aylana bo'ylab tekis harakatning burchak tezligi deyiladi, ya'ni:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad (12)$$

(12) formulani ikkala tomonini R ga ko'paytirib va $\Delta \tilde{S} = R \cdot \Delta \varphi$ ekanini nazarga olib, chiziqli tezlikni burchak tezlik bilan bog'lovchi munosabatni topamiz:

$$v = \omega R \quad (13)$$

Tekis aylanma harakatining burchak tezligini ham davr va chastota orqali ifodalash mumkin. Agar

(12) formulada Δt vaqt T davrga teng, ya'ni $t = T$ bo'lsa, $\Delta\varphi = \varphi = 2\pi$ bo'lib, (12) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (14)$$

(14) formulada T davr chastotaning teskari ifodasi ($\frac{1}{\nu}$) bilan almashtirilsa:

$$\omega = 2\pi\nu \quad (15)$$

(13) va (14) formulalardan quyidagi kelib chiqadi:

$$\nu = \frac{2\pi}{T} \cdot R = 2\pi\nu R \quad (16)$$

Jism aylana bo'ylab notekis harakatlanganda chiziqli tezlik bilan birga burchak tezlik ham o'zgaradi. Shuning uchun chiziqli tezlikni vaqt o'tishi bilan o'zgarishini harakterlaydigan tezlanish chiziqli tezlanish yoki markazga intilma tezlanish deyiladi, ya'ni:

$$a = \frac{v^2}{R} \quad (17)$$

Burchak tezligi o'zgarishining shu o'zgarish bo'lgan vaqt oralig'iga nisbati burchak tezlanishi deb aytiladi, ya'ni:

$$\beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (18)$$

$R = \text{const}$ bo'lganda $\Delta\omega$ burchak tezlikning o'zgarishi faqat Δv chiziqli tezlikning o'zgarishi tufayli bo'ladi. Shuning uchun (13) formulaga muvofik:

$$\Delta v = R\Delta\omega \text{ va } \Delta\omega = \frac{\Delta v}{R} \quad (19)$$

(19) ifodani (18) formulaga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\beta = \frac{\Delta v}{R \cdot \Delta t} = \frac{1}{R} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{a}{R} \quad (20)$$

$$\text{bundan } a = \beta R \quad (21)$$

Burchak tezlik va burchak tezlanish – vektor kattaliklar.

Jismning aylana bo'ylab tekis o'zgaruvchan harakatining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} \omega &= \omega_0 \pm \beta t \\ \omega &= \omega_0 \pm \frac{\beta t^2}{2} \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

bu yerda ω_0 - jism harakatining boshlang'ich burchak tezligi.

Kinematikada harakatning ikki turi: tekis va notekis harakat qonunlari bilan tanishgan edik. Tekis harakatda jism o'zgarmas tezlik bilan harakatlanishini, notekis harakatda esa tezlik vaqt o'tishi bilan o'zgarib turishini, ya'ni jism tezlanish bilan harakatlanishini ko'rgan edik. Jismlarning harakatini kuzatib, ulardan istalgan birining harakat tezligining o'zgarishi boshqa jism ta'sirida yuz beradi deb aytish mumkin.

Jism boshqa jismning ta'siri ostida harakatga keladi, to'xtaydi yoki harakat yo'nalishini o'zgartiradi.

Bir jismning ikkinchi jismga ta'sirini harakterlovchi va jismning tezligini o'zgartiruvchi kattalik kuch deb ataladi.

Jismlarning bir-biriga ko'rsatadigan ta'sirining turlari juda ko'p bo'lganidan kuchlarning ham turlari juda ko'pga o'xshab ko'rinadi, lekin haqiqatda esa tabiati turlicha bulga asosan ikkita kuch mavjud bo'lib, bular elektromagnit kuchlar va butun olam tortishish kuchlaridir.

Jismlarning mexanik harakatini o'rganishda elastiklik kuchi, ishqalanish kuchi va og'irlik kuchlari bilan ish ko'riladi.

Kuch ta'siridagi jismlarning harakatini o'rganadigan mexanikaning bo'limi dinamika deb aytiladi.

Dinamikaning asosiy qonunlari uchta bo'lib, ularni 1687 yilda ingliz fizigi I.Nyuton kashf qilgan va uning sharafiga Nyuton qonunlari deb ataladi. Nyuton qonunlari insoniyatning ko'p asrlik tajribasi natijalarini umumlashtirish yo'li bilan maydonga kelgan. Bu qonunlarning to'g'riligi tajriba natijalariga mos kelishi bilan tasdiqlanadi.

Shunday qilib, nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasi klassik mexanikaning qonun va tasavvurlarini yo'qqa chiqarmaydi, balki aniqlashtiradi, klassik mexanikaning qo'llanish chegarasini belgilab beradi.

REFERENCES

1. Ismoilov M., Habibullayev P., Xaliulin M. Fizika kursi.
2. Rasulmuhamedov A.G, Kamolov J., Izbosarov B.F. «Umumiy fizika kursi»
3. Nazarov O'.Q. Umumiy fizika kursi.
4. Sivuxin D.V. "Umumiy fizika kursi".
5. www.ziyonet.uz