

**E.X. BOZOROV, K.T.SUYAROV,
M.B.DUSMURATOV**

FIZIKA

(1-qism. Mexanika, molekulyar fizika)

(Darslik)

TOSHKENT - 2019

E.X. Bozorov, K.T.Suyarov, M.B.Dusmurotov // Fizika
(1-qism. Mexanika, molekulyar fizika) // Darslik 2019 y.

Ushbu darslikda, mexanika, molekulyar fizika bayon qilingan. Darslik ikkita bo'limdan iborat bo'lib, mexanika, molekular fizika. Ushbu darslik magistratura, bakalavriatura talabalariga mo'ljallangan.

Fizika, ham kosmosda, ham yerda, ham tirik organizmlarda, ham atmosferada umuman, tabiatning barcha qismlarida yuz beradigan hodisalarni o'rganadi. Bu hodisalarga fizik hodisalar deb ataladi. Bunday hodisalarga misol qilib: suvning muzlashi, muzning erishi, suvning bug'lanishi, chaqmoq, momaqaldiraq, jismlarni erishi, yorug'lik, tovush va h.k larni olish mumkin. Fizik hodisalar haqidgi bilimlar barcha texnika fanlariga, masalan, elektrotexnika, elektronika, radioelektronika va boshqalarga ham zarurdir.

MUNDARIJA

	KIRISH.....	6
1-BOB	MEXANIKA	
1-MAVZU	Kinematikaning vazifalari.....	7
2-MAVZU	Tekis harakatda tezlik. Oʻrtacha va oniy tezliklar. Yuqoriga tik otilgan jisimning harakati.....	14
3-MAVZU	Gorizont va gorizontga qiya otilgan jism harakati. Aylana boʻylab tekis harakatni tavsiflovchi kattaliklar orasidagi bogʻlanish.....	29
	DINAMIKA	
4-MAVZU	Dinamikaning vazifasi, Nyuton qonunlari, butun olam tortishish qonuni, 1-2 kosmik tezliklar.....	39
5-MAVZU	Jismlarning bir necha kuch taʼsiridagi harakati, jismning muvozanat sharti.....	67
	SAQLANISH QONUNLARI.	
6-MAVZU	Jism impulsi va kuch impulsi, impulsning saqlanish qonuni, reaktiv harakat, mexanik ish.....	73
7-MAVZU	Kuch moment.....	89
8-MAVZU	Qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.....	93
9-MAVZU	Inersial sanoq tizimlari. Galiley almashtirishlari.....	95
10-MAVZU	Eynshteyn postulatlar. Lorens almashtirishlari.....	98
	TEBRANISHLAR VA TOʻLQINLAR.	
11-MAVZU	Tabiatda tebranish harakat. Erkin va majburiy tebranishlar. Amplituda, davr, chastota. Matematik mayatnikning tebranish davri.....	105
12-MAVZU	Rezanans. Mexanik toʻlqinlar. Koʻndalang va boʻylama toʻlqinlar. Toʻlqin uzunligi. Tovush toʻlqinlari. Tovush tezligi. Ultratovush.....	113
2-BOB	MOLEKULAR FIZIKA	
13-MAVZU	Gazning termodinamik parametrlari (mikroskopik va makroskopik). Ideal gaz molekular kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.....	122

14-MAVZU	Temperatura - molekula oʻrtacha kinetik energiyasining oʻlchovi. Ideal gaz holatining (Mind.-Klap.) tenglamasi.	131
15-MAVZU	Izajarayonlar va ular uchun holat tenglamalari.....	135
	SUYUQLIKLARNING XOSSLARI.	
16-MAVZU	Suyuqliklarning molekulyar tuzilishi. Suyuqlik sirti. Sirt taranglik kuchi. Kuchlanganlik.....	140
17-MAVZU	Bugʻlanish va Kondensatsiya. Toʻyingan va toʻyinmagan bugʻlar.....	148
18-MAVZU	Suyuqlikning qaynashi. Suyuqlikning qaynash temperaturasining atmosfera bosimiga bogʻliqligi. Kritik temperaturaning namligi.....	153
	QATTIQ JISMLAR.	
19-MAVZU	Qattiq jismlarning tuzilishi. Amorf va kristall jismlar. Qattiq jismlarning mexanik xossalari: elastiklik, plastiklik.....	157
20-MAVZU	Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq jismlarning erish va qaynashi.....	165
	TERMODINAMIKA ASOSLARI.	
21-MAVZU	Termodinamikaning birinchi qonuni. Izojarayonlarga termodinamikaning I qonunini qoʻllash. Adiabatik jarayon.....	169
22-MAVZU	Issiqlik mashinalari. F.I.K. Issiqlik mashinalarining xalq xoʻjaligidagi oʻrni.....	177
ADABIYOTLAR.....		181

K I R I S H

Fizika fani yunoncha "physis" (fyuzis) soʻzidan olingan boʻlib, "tabiat" degan maʼnoni anglatib unda roʻy beradigan hodisalarni oʻrganadigan fandır.

Fizika fanini tabiat toʻgʻrisidagi ilm sifatida birinchi boʻlib, maʼlum tizimi koʻrinishida bayon etgan olimlardan biri qadimgi yunon olimi Aristoteldir (eramizdan oldingi IV asrda). Uning "fizika"si 8 ta kitobdan iborat boʻlgan.

Oʻsha davrdan boshlab insonning tabiat hodisalari haqidagi bilimlari shunchalik kengaydi va chuqirlashdiki, fizikadan birin-ketin ajralib bir nechta mustaqil fanlar yuzaga keldi.

Bular jumlasiga astronomiya, geologiya, metrologiya, kimyo, biologiya va tabiat haqidagi boshqa fanlar kiradi.

Hayotimizni atrofimizdagi mashina, asbob-uskunalarsiz tasavvur etib boʻlmaydi. Avtomobil, poezd, samolyot, televizor, yoritgich, EHMLar va koʻpdan koʻr boshqa asboblarning ishlash tamoyili fizik hodisalarga asoslangan.

MEXANIKA

1-Mavzu: Knematikaning vazifalari.

Reja:

- 1. Fizika fani va uning fazifalari.**
- 2. Knematikaning vazifalari**

Tayanch so‘z va iboralar: phusis, tabiat, olam, fizik tajriba, fizik tadqiaot, fizik kattalik birlik, kimyo, biologiya, geografiya, fizik tizim fizik kattalik, metr, sekund, kilogram.

Fizika fani taraqqiyoti davomida bir qancha tushinchalar shakllandiki, hozirgi vaqtda bu fanni shu tushunchalarsiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Bunday tushunchalarga fizik jism, fizik hodisa, fizik tajriba, fizik tizim, fizik muhit, fizik kattalik va hakoza kabilarini kiritish mumkin.

Fizik jism - tabiatda uchraydigan turli moddalardan tashkil topgan, turli xil jismlar tushuniladi. Istalgan predmetni (parta, stol, stul, avtomobil, samolyotni) fizik jism deb qarash mumkin.

Fizik hodisa deganda, myayyan jismlarda vaqt o‘tishi bilan sodir bo‘ladigan qonuniy bog‘langan o‘zgarishlar majmyasi tushuniladi.

Fizik hodisada yuz beradigan o‘zgarishlar bevosita o‘lchashlar orqali miqdoriy baholanadi.

Fizik tajriba - jismlarda sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar o‘rganiladigan fizik hodisaning vaqt o‘tishi bilan miqdoriy o‘zgarishlarini kuzatishlar tufayli, ya’ni fizik tajribalar tufayli amalga oshiriladi.

Fizik tizim deyilganda ma’lum jarayon ro‘y berganda barcha jismlar xuddi bir jismdagidek tuyuladigan jismlar tizimiga aytiladi.

Fizik hodisa yoki jarayon ro'y beradigan moddiy fazoga fizik muhit deyiladi. Fizik muhitni xarakterlovchi fizik kattaliklarning qiymati fazoning hamma nuqtalarida bir xil qiymatga ega bo'lsa bir jinsli, har xil qiymatga ega bo'lsa bir jinsli bo'lmagan muhit deyiladi.

Fizik kattaliklar deb, fizik tizimlarda ro'y beradigan fizik hodisalarni miqdoriy xarakterlovchi kattaliklarga aytiladi. Ularning o'zgarishi vaqt o'tishi bilan o'lchashlar orqali amalga oshiriladi va myayyan birliklarga taqqoslanadi. Fizik kattaliklarga misol qilib uzunlik, yuza, hajm, massa, kuch, energiya, quvvat, harorat, bosim va h.k larni keltirish mumkin.

Tabiatda ro'y beradigan hodisalar ma'lum qonunlar asosida bo'ladi.

Fizik qonun deb fizikaviy tizimlarni xarakterlovchi kattaliklar orasida ma'lum miqdoriy bog'lashlarni aniqlovchi ifodalarga aytiladi.

Fizika fanining asl mohiyati tabiatda ro'y beradigan fizik jarayonlarni xarakterlovchi ana shu fizik kattaliklar o'rtasidagi miqdoriy bog'lanishlar - fizik qonun va qoidalarni o'rganishdan iborat.

Fizika fanining eng boshlang'ich va asosiy bo'limlaridan biri bo'lib mexanika hisoblanadi. Mexanikada materiya harakatining eng sodda ko'rinishi - turli jismlarning bir-biriga nisbatan ko'chishi va jismlar shaklining o'zgarish qonuniyatlari o'rganiladi. Uning o'zini ham maxsus uch qism - kinematika, dinamika va statika kabi bo'limlarga ajratilib o'rganiladi.

Shunday qilib, hozirgi zamon fizika fani materiya harakatining turli xil ko'rinishlari va ularning o'zaro bir-biriga aylanishi hamda modda va turli xil maydonlarning (elektr, magnit) xossalarini bir-biriga bog'liqligini o'rgatuvchi fandan iborat. Bu fanning muhim jihatlaridan biri inson tabiat qonunlaridan o'z hayotida amalda foydalanadi.

Fizika texnikaning asosidir, shu boisdan uni bilish har bir kelajak

avlod uchun zarurdir.

Fizika ilmini buyuk aql egalari, iqtidorli, mehnatsevar kishilar yuzaga keltirgan va yuzaga keltirmoqdalar. Insoniyat ular bilan faxrlanadi. Ularni hodisalarning o'zigina qiziqtiribgina qolmay, balki hodisalar nega va qanday qilib yuz berishi ham qiziqtiradi. Oddiy narsalarda g'ayrioddiylikni ko'raolishi fizikaning xarakterli xususiyatlari dan biridir.

Fizika sohasidagi kashfiyotlar uning va boshqa fanlarning rivojlanishida turtki bo'ldi. Shuningdek, bu kashfiyotlar insonning tabiatdan foydalanishi uchun qurol bo'lib qoldi.

Masalan: mikroskopning yaratilishi biologiyaning rivojlanishiga olib keldi, bug' mashinalorining ixtirosi texnika uchun turtki bo'ldi, elektromagnit to'lqinlarning kashf etilishi radiotexnikani yuzaga chiqardi, Lens qonuni esa, elektrotexnikaning yaratilishiga sabab bo'ldi va h.o. Bu kashfiyotlar buyuk fiziklar: Faradey, Amper, Ersted, Lens, Maksvell, Popov va boshqalar bilan bog'liqdir.

Hozirgi vaqtda atom fizikasining rivojlanishi bilan modda tuzilishi to'g'risidagi bilimlar juda chuqurlashib ketdi. XX asr boshlarida elektronning ochilishi fizika to'g'risidagi bilimlarimizni o'zgartirib yubordi.

Fizikaning rivojlanishi tufayli hozirgi vaqtda ko'p sonli elementar zarralar pozitron, proton, neytron, giperon, mezon, neytrinolar va shu kabi zarrachalar kashf etildi.

Tabiatni o'rganish ilmiga sharqning buyuk allomalari ham o'z hissalarini qo'shdilar. Jumladan, buyuk astronom Mirzo Ulug'bek, yorug'lik haqida izlanishlar olib borgan ibn Sino, Veruniy, Umar Xayyom, Farobiy va shu kabi allomalar ham tabiatda bo'ladigan hodisalarni o'rganishgan.

Respublikamizda ham fizik tadqiqotlarga doir ulkan ishlar qilingan va qilinmoqda. Jumladan, atom va yadro fizikasidan, nurlanishlar fizikasi, optika, qattiq jismlar fizikasi, yarim o'tkazgichlar fizikasi, quyosh energiyasidan foydalanish, kosmos fizikasi va boshqa sohalardan yetuk olimlar yetishib chiqib, xozirgi zamon fizika va texnika fanlarining rivojlanishiga o'z hissalarini qo'shib kelmoqdalar. Bular jumlasiga: M.M.Mo'minov, S.A.Azimov, S.B.Umarov, U.A.Arifov S.V. Starodubsev, A.Q.Otaxo'jaev, Sh.A.Vohidov, R.Q.Xabibullaev, M.S.Saidov, Q.G'.G'ulomov, V.S.Yuldashev, M.X.Ashurov va boshqalar kiradi.

Fizika fanida har bir fizikaviy hodisalar fizik kattaliklar orqali tushuntiriladi. Ular esa o'lchov birliklarda ifodalaniladi. Shu sababli dunyoda yagona o'lchov birliklar tizimi qabul qilingan, yani "Xalqaro birliklar tizimi" - SI(Systeme Internationale) fan va texnikaning barcha sohalari uchun fizik kattaliklarning universal tizimi bo'lib, u 1960 yilning oktabr oyida o'lchov va tarozilar XI Bosh anjumanida qabul qilingan. Bu anjumanning qaroriga binoan Xalqaro birliklar tizimida yettita asosiy, ikkita qo'shimcha kattaliklar va shularga mos ravishda yettita asosiy, ikkita qo'shimcha birlik hamda juda ko'r hosilaviy kattaliklar va ularga mos birliklar qabul qilingan.

Vaqt o'tishi bilan jismning fazodagi vaziyatini boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishi **jismning mexanikaviy harakati** deb ataladi.

Galiley - Nyutonning mexanikasi **klassik mexanika** deb ataladi. Klassik mexanika, tezligi yorug'likning vakuumdagi tezligidan sezilarli ravishda kichik tezlikka ega bo'lgan makroskopik jismlarning harakat qonunlarini o'rganadi.

Yorug'lik tezligiga yaqin yoki teng tezliklarga ega bo'lgan mikroskopik jismlar harakat qonunlarini maxsus nisbiylik nazariyasiga

asoslangan **relyativistik mexanika** o'rganadi.

Mexanika asosan uch qismga bo'linadi:

1) kinematika; 2) dinamika; 3) statika.

Kinematika – jismlar harakatini, uning kelib chiqish sabablarini e'tiborga olmay, o'rganadi.

Dinamika – jismlar harakatini, uning kelib chiqish sabablarini bilgan holda, o'rganadi.

Statika – jismlar tizimi, to'plamining muvozanat holati qonunlarini o'rganadi.

Klassik mexanikada o'rganiladigan eng sodda ob'ekt moddiy nuqta hisoblanadi.

Moddiy nuqta deb, ma'lum massaga ega bo'lgan, o'rganiladigan masofalarga nisbatan o'lchami juda kichik bo'lgan jismga aytiladi.

Moddiy nuqta tushunchasi abstraktdir. Masalan, Yerning o'lchami Quyoshgacha bo'lgan masofaga nisbatan juda kichik bo'lgani uchun, Quyosh atrofidagi harakatida uni moddiy nuqta deb faraz qilish mumkin. Bunda Yerning butun massasi uning geometrik markazida mujassamlangan deb hisoblanadi.

Jismlar biri-biri bilan o'zaro ta'sirlashganda ularning shakli va o'lchamlari o'zgarishi mumkin.

Har qanday sharoitda deformatsiyalanmaydigan jism **absolyut qattiq jism** deb ataladi.

Qattiq jismning qismlari yoki ikki nuqtasi orasidagi masofa o'zgarmasdir. Qattiq jismlarning istalgan harakati ilgarilanma va aylanma harakatlar majmuasidan iborat.

Ilgarilanma harakat – bu shunday harakatki, unda harakat qilayotgan jism bilan mustahkam bog'langan istalgan to'g'ri chiziqli boshlang'ich holatiga nisbatan parallelligini saqlab qoladi.

Aylanma harakat – bu harakatda jismning barcha nuqtalarining harakat traektoriyalari aylanalardan iborat bo‘lib, ularning markazi esa aylanish o‘qi deb ataladigan to‘g‘ri chiziqda yotadi.

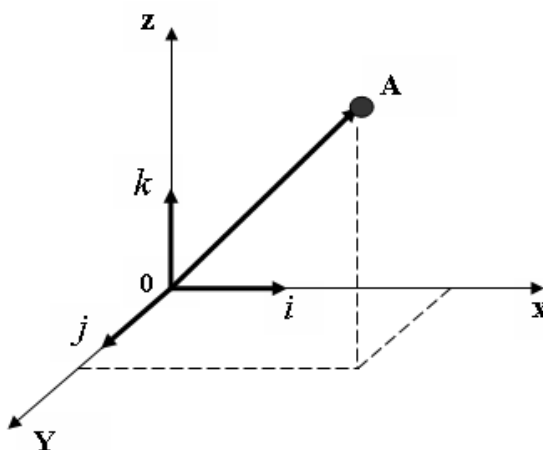
Jismlar harakatini tekshirishda, ularning vaziyatini boshqa, shartli ravishda qo‘zg‘olmas deb qabul qilingan jismga nisbatan aniqlash kerak.

Jismlarning fazodagi vaziyatini aniqlashga imkon beradigan, qo‘zg‘almas jism bilan bog‘langan koordinatalar tizimi **fazoviy sanoq tizimi** deb ataladi.

Tanlab olingan fazoviy sanoq tizimidagi har bir nuqtaning o‘rnini uchta x , y , z koordinatalar orqali ifodalash mumkin (1 - rasm). Koordinata boshidan A nuqttagacha yo‘naltirilgan kesma **radius-vektor** deb ataladi. Radius-vektor $\vec{r}$ ning koordinatalari x , y , z o‘qlardagi proeksiyalaridan iborat, ya’ni:

$$\vec{r} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k} ,$$

Bu yerda, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ koordinata o‘qlari bo‘ylab yo‘nalgan birlik vektorlardir.



1 - rasm. Fazoviy sanoq tizimida moddiy nuqtaning koordinatalari

Agar A moddiy nuqtaning biror sanoq tizimidagi radius vektori $\vec{r}$ bo'lsa, uning x, u, z koordinatalari t vaqtning funksiyasi ko'rinishida ifodalanadi:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) ; \quad x = x(t) ; \quad y = y(t) ; \quad z = z(t) ,$$

Har qanday harakatni o'rganish uchun fazoda turli sanoq tizimlarini tanlab olish mumkin. Shuni qayd etish kerakki, turli sanoq tizimlarida ayni bir jismning harakati turlicha bo'ladi. Lekin, sanoq tizimi sharoitga qarab tanlanadi. Masalan, jismlarning harakati Yer bilan bog'langan sanoq tizimi yordamida o'rganiladi.

Yerning sun'iy yo'ldoshlari, kosmik kemalarning harakati esa, Quyosh bilan bog'liq bo'lgan geliotsentrik sanoq tizimida tekshiriladi.

Ma'lum bir tanlangan sanoq tizimidagi nuqta holatini belgilovchi x, u, z koordinatalar qandaydir sonlardan iborat deb hisoblasak, eng avval, ularni o'lchash usulini yoki prinsipini tanlashimiz kerak.

Fazodagi nuqta yoki jism holatini belgilovchi x, u, z koordinatalar uzunlikdan iborat bo'lgani uchun, uzunlikni o'lchash usulini tanlash kerak bo'ladi. Odatda, uzunlikni o'lchash uchun, qandaydir qattiq sterjenni namuna deb hisoblab, uni o'lchov birligi deb qabul qilinadi. Nuqtaning fazodagi koordinatalaridan birini o'lchash uchun, shu yo'nalishga o'lchov birligi bo'lgan namuna necha marta joylashish soni aniqlanadi. Ana shu son tanlangan yo'nalishdagi jismning uzunligini belgilaydi. Agarda bu son butun bo'lmasa, namuna mayda bo'laklarga (o'ndan bir qismi, yuzdan bir qismi va h.k.) bo'linadi.

Bunday o'lchash **to'g'ridan - to'g'ri o'lchash** deb ataladi. Ammo bu usul kamchiliklardan holi emas. Masalan, Yerning radiusini, Yerdan

Oygacha va Quyoshgacha bo'lgan masofalarni o'lchashda namunadan foydalanib bo'lmaydi.

Bizning Galaktikamiz o'lchamlari tartibi taxminan $\sim 10^{20}$ metrga yaqin. Ikkinchi tarafdin qattiq jismlar atomlari orasidagi masofalar $\sim 10^{10}$ m yoki ayrim yadro zarrachalari o'lchami $\sim 10^{-15}$ m ga tengdir. Bu hollarda, to'g'ridan-to'g'ri o'lchash usulini qo'llab bo'lmaydi, uzunlikni o'lchash uchun boshqa o'lchash prinsiplarini tanlashga majburmiz.

Katta masofalarni o'lchashda namunalardan foydalanish imkoniyati yo'q bo'lgani uchun yorug'lik nurining tarqalish tezligidan foydalaniladi. Kichik masofalarni o'lchash uchun esa, aniq tuzilishli moddalarning fizikaviy xususiyatlaridan foydalaniladi.

Vaqt ham fizik kattalik bo'lgani uchun uning miqdoriy qiymatlari ayrim sonlardan iborat bo'ladi.

Ammo, uzunlikka o'xshash vaqtning absolyut qiymati yo'q. Vaqt deganda qandaydir vaqt oralig'ini tushunish kerak.

Vaqtni amaliy o'lchash usullaridan biri Yerning o'z o'qi atrofidagi aylanishdagi Quyosh sutkasidan iborat. Unga ketgan vaqtning 86400 dan bir ulushi sekunddir.

Vaqtni o'lchash usullarining eng anig'i deb seziy atomining asosiy holatlariga tegishli ikki energetik sathlar orasini o'tishda elektromagnit nurlanishning 9192631770 marta tebranishiga ketgan vaqt olinadi. Bu vaqt bir sekundga tengdir.

2-Mavzu: Tekis harakatda tezlik. O'rtacha va oniy tezliklar.

Yuqoriga tik otilgan jisimning harakati.

Reja:

1. Tekis va notekis harakat
2. O'rtacha tezlik
3. Oniy tezlik
4. Yuqoriga tik otilgan jism harakati.

Ta'yanch so'z iboralar; Tekis, notekis, harakat, Oniy, tezlik, notekis harakat traektoriya, yo'l tezlikning o'zgartishi, ko'chish, inertsiya, harakat tenglamasi, uchrashish vaqti, uchrashish joyi, oniy tezlik o'rtacha tezlik, vaqtning o'zgarishi

Traektoriyasi to'g'ri chiziqdan, tezligining miqdori o'zgarmas bo'lgan harakatga to'g'ri chiziqli tekis harakat deyiladi. Bunday harakat davomida moddiy nuqta ixtiyoriy, lekin teng vaqtlar oralig'ida teng kesmalarni bosib o'tadi. Tabiiyki, to'g'ri chiziqli harakat moddiy nuqtaning bosib o'tgan yo'li rasmda ko'rsatilganidek ko'chish bilan ustma-ust tushadi va ular miqdor jihatidan ham teng. Shuning uchun Δr ko'chishini bosib o'tgan ΔS yo'l bilan almashtirish mumkin. Demak tezlik ifodasi

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} \quad (1)$$

bilan aniqlanadi. Harakat tekis bo'lganligi uchun

$$v = \frac{S}{t} \quad (2)$$

deb ham yozish mumkin. Demak, to'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik bosib o'tilgan yo'lni, shu yo'lni bosib o'tish uchun ketgan vaqtga bo'lgan nisbatiga teng. Boshqacha qilib aytganda tezlik vaqt birligi

oralig'ida bosib o'tilgan yo'l uzunligi bilan o'lchanadigan kattalikdir.

To'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan jisimning tezligi ma'lum bo'lsa (2) ifodaga ko'ra uning har qanday t vaqtdan keyingi vaziyati, ya'ni bosib o'tgan yo'li

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

bilan aniqlanadi. Demak to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan moddiy nuqtaning bosib o'tgan yo'li vaqtga proporsional ravishda ortib boradi.

Tekis va notekis harakatlarda kinematik kattaliklarning vaqtga bog'liq grafiklarini quyidagicha tasvirlash mumkin (6-a,b rasm)

Yuqorida to'g'ri chiziqli tekis harakatlarning harakat tenglamasi (1)ni keltirgan edik. Bunda bosib o'tilgan yo'l bilan vaqt orasidagi bog'lanish chiziqlidir. Agar $v=2$ m/ c ga teng bo'lsa, $S=2t$ bog'lanish hosil bo'ladi. Shu bog'lanishning grafigini chizaylik.

Absissa o'qi bo'ylab harakatlanish vaqtlarini, ordinata o'qi bo'ylab bosib o'tilgan yo'lni ifodalasak, rasmda ko'rsatilgan ($S=2t$) grafik hosil bo'ladi (6-a rasm)

Agar $v=4$ m/s ga teng bo'lsa bu grafikning qiyalik burchagi ortadi grafikdan ko'rinadiki,

$$tg \alpha = \frac{S}{t} = \vec{v} \quad (4)$$

ya'ni to'g'ri chiziqli tekis harakatda qiyalik burchagining tangensi son jihatdan harakat tezligiga teng va tezlik miqdorining ortishi bilan qiyalik burchagi va unga mos holda uning tangensi ham orta boradi.

Shunday qilib, boshlang'ich tezliksiz to'g'ri chiziqli tekis harakatning yo'l grafigi tezlikning har qanday qiymatida ham koordinata boshidan o'tuvchi to'g'ri chiziqdan iborat.

To'g'ri chiziqli tekis hamkatda tezlikning qiymati doimiydir

($v=\text{const}$). Shunday harakat uchun tezlik bilan vaqt orasidagi bog'lanish grafigini chizsak va buning uchun ordinata o'qiga tezlikni, absissa o'qiga vaqtni qo'ysak rasmdagi tasvir hosil bo'ladi (7-rasm). To'g'ri chiziqli tekis harakatda tezlik grafigi vaqt o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqdan iborat. Grafikdan ko'rinadiki, tezlik va vaqt kesmalari chegaralangan to'rt burchakning yuzasi son jihatdan t vaqt davomida bosib o'tilgan yo'lga teng.

Agar moddiy nuqta kuzatish boshlanganga qadar berilgan yo'nalishda S_0 yo'lni bosib o'tgan bo'lsa (4) formula quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$S=S_0 +vt \quad (5)$$

Ushbu harakatga ko'plab misollar keltirish mumkin. Masalan: havoda uchayotgan samolyot ma'lum balandlikka ko'tarilgandan keyin, u gorizonttal uchishga o'tib, to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Ko'p hollarda to'g'ri chiziqli harakat o'zgaruvchan bo'ladi. Masalan: bekatdan qo'zg'algan tramvay o'z tezligini asta-sekin oshira boshlaydi. Uning tezligi ma'lum bir qiymatga yetgandan keyin biror vaqt oralig'ida o'zgarmas tezlik ($v=\text{const}$) bilan to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Keyingi bekatga yaqinlashganda u o'z tezligini kamaytira boshlaydi va nihoyat bekatga kelib to'xtaydi. Demak, to'g'ri chiziqli harakatning ayrim qismlarida moddiy nuqtaning tezligi vaqtga bog'liq ravishda o'zgarib turishi mumkin.

Bunday harakatlarga notekis harakat deyiladi. Notekis harakatlarning eng soddasi to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatdir.

To'g'ri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning tezligi teng vaqtlar oralig'ida teng miqdorga o'zgarib borsa, bunday harakatqa to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat deyiladi.

Oniy tezlik. Mexanik harakat qilayotgan jismlarning harakatini

kuzataylik Masalan: piyoda yurayotgan odamga nisbatan velosipedchi unga nisbatan avtomobil tezroq harakatlanishini bilamiz. Boshqacha aytganda turli harakatlanayotgan jismlar bir xil vaqt oralig'ida turlicha masofa bosib o'tishi mumkin. Shuning uchun turli jismlarning bir xil vaqtda bosib o'tgan yo'lini taqqoslash katta amaliy ahamiyatga ega. Jismlarning ushbu xossasini solishtirish uchun tezlik tushunchasi kiritiladi. Harakat traektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan harakatda yo'l bilan ko'chish qiymati mos keladi.

Jismning t_1 vaqt momentida radius vektori r_1 , t_2 vaqt momentida esa radius vektori r_2 bo'lsa, Δr ko'chishning shu masofaga ko'chishi uchun ketgan vaqt (Δt) nisbatiga jismning harakat tezligi deyiladi.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (6)$$

Demak, tezlik vektori bir birlik vaqt oralig'ida hosil bo'lgan ko'chish bilan o'lchanadi. Ko'p hollarda vaqtning aniq qiymatida erishilgan tezligini aniqlash talab etiladi. Bunday tezlikka oniy tezlik deyiladi. Boshqacha aytganda traektoriyaning berilgan nuqtasidagi tezligiga oniy tezlik deyiladi. Tezlikning oniy qiymatini aniqlashda qaralayotgan vaqt oralig'ining juda kichik qiymatidagi radius-vektorining o'zgarishi hisoblanadi, ya'ni $\Delta t \rightarrow 0$ ga intiltirib (6) dan limit olamiz.

$$\vec{v}_0 = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad (7)$$

v_0 -ga oniy tezlik vektori deyiladi. Harakat traektoriyasining turli nuqtalarida oniy tezligning qiymati ham, yo'nalishi ham turlicha bo'lishi mumkin. Tezlik vektorining yo'nalishi harakat traektoriyasiga o'tkazilgan urinma bo'yicha bo'ladi (8-rasm). Bunda traektoriyaga o'tkazilgan urinma strelkalar tezlikning yo'nalishini ko'rsatsa, urinma

uzunligi tezlikning miqdorini baholaydi.

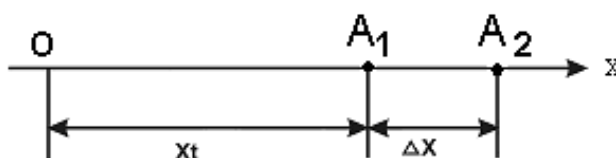
Demak, harakat traektoriyasida olingan ixtiyoriy nuqtadagi tezlik vektori moddiy nuqtaning shu nuqtadagi oniy tezligini bildiradi.

Radius-vektor uzunligi orasidagi farqni metrlarda, vaqtni sekundlarda o'lchash qabul qilingan. U holda tezlik m/s larda o'lchaniladi. Bundan tashqari tezlik km/soat, km/sekund kabi birliklarida ham o'lchanishi mumkin. Jismlarning vaziyatigina nisbiy bo'lib qolmay, uning harakati ham nisbiydir.

Jismning qo'zg'almas koordinata tizimiga nisbatan tezligi jismning qo'zg'aluvchi koordinata tizimiga nisbatan tezligining geometrik yig'indisiga teng, ya'ni

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 + \mathbf{v}_3 + \dots \quad (8)$$

Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli harakatini kuzataylik (2 - rasm).



2 - rasm. Moddiy nuqtaning OX o'qi bo'yicha to'g'ri chiziqli harakati

To'g'ri chiziqli OX koordinat o'qi bo'ylab joylashgan deb hisoblaymiz. Moddiy nuqta holati quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

$$x = x(t)$$

Belgilangan t vaqtda moddiy nuqta koordinatasi $x_1 = x(t)$ bo'lgan A_1 holatda deb hisoblaymiz. Δt vaqtdan so'ng moddiy nuqta koordinatasi $x_2 = x(t + \Delta t)$ bo'lgan A_2 holatga ko'chadi. Demak, moddiy nuqta Δt vaqt ichida Δx yo'lni bosib o'tadi.

$$\Delta x = x_2 - x_1 = x(t + \Delta t) - x(t)$$

Bosib o'tilgan Δx yo'lni Δt vaqt oralig'iga nisbati moddiy nuqtaning **o'rtacha tezligi** deb ataladi

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t},$$

Agarda Δt vaqt oralig'i nisbatan katta bo'lsa, o'rtacha tezlik tushunchasi o'rinli bo'ladi. Ammo Δt vaqt oralig'ini kichraytira borsak, natijada $\Delta x / \Delta t$ nisbat ma'lum bir chegaraviy qiymatga intiladi. Bu chegaraviy qiymat moddiy nuqtaning oniy tezligi deb ataladi

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}$$

Matematikada bu ifoda $x(t)$ ifodadan t vaqt bo'yicha olingan hosila deb aytiladi.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt},$$

Bosib o'tilgan yo'ldan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosila moddiy nuqtaning oniy tezligi deb ataladi.

Ko'pinchalik moddiy nuqtaning tezligi vaqtning funksiyasidan iborat bo'ladi, ya'ni $v = v(t)$. Bu tezlikni vaqt birligida o'zgarishi nuqtaning **o'rtacha tezlanishi** deb ataladi.

$$\langle a \rangle = \frac{\Delta v(t)}{\Delta t},$$

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v(t + \Delta t) - v(t)}{\Delta t} = \frac{dv}{dt},$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2 x}{dt^2}$$

Bosib o'tilgan yo'ldan vaqt bo'yicha olingan ikkinchi tartibli hosila moddiy **nuqtaning oniy tezlanishi** deb ataladi.

Bosib o'tilgan S yo'lni, tezlik funksiyasini 0 dan t vaqtgacha chegarada integrallash yo'li bilan hisoblash mumkin.

$$s = \int_0^t v(t) dt ,$$

Agar harakat to'g'ri chiziqli tekis harakatdan iborat bo'lsa, $v = const$ bo'ladi.

$$s = \int_0^t v \cdot dt = vt ,$$

bundan,

$$v = \frac{s}{t} ,$$

Agar moddiy nuqta harakatining boshlang'ich momentida ($\Delta t = 0$) tezlik v_0 ga teng bo'lsa:

$$v(t) = v_0 + \int_0^t a(t) dt ,$$

ga ega bo'lamiz.

Tezlanish o'zgarmas bo'lgan holda ($a = const$) harakat **tekis o'zgaruvchan harakat** deb ataladi. U holda

$$v_t = v_0 + at ,$$

$$s = \int_0^t v_t dt = \int_0^t (v_0 + at) dt = v_0 t + \frac{at^2}{2} ,$$

Agar $a > 0$ bo'lsa, harakat **tekis tezlanuvchan harakat** deyiladi, $a < 0$ bo'lganda esa, tekis sekinlanuvchan harakat deb ataladi.

Xalqaro birliklar tizimi - «XBT»da tezlik metr/sekund bilan o'lchanadi.

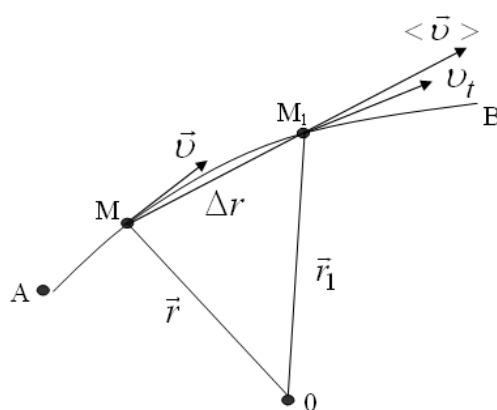
$$|v| = \left| \frac{s}{t} \right| = \frac{\text{metr}}{\text{sek.}}$$

Tezlanish esa,

$$a = \left| \frac{v}{t} \right| = \frac{\text{metr}}{\text{sek.}^2}$$

Egri chiziqli traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning chiziqli tezlanish va tezligini ko'rib chiqamiz (4 - 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 M holatda bo'ladi, Δt vaqt o'tgandan so'ng moddiy nuqta



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

$\vec{r}_1 = \vec{r}(t + \Delta t)$ radius-vektorli M_1 nuqtaga ko‘chadi. Rasmdan ko‘rinib turibdiki moddiy nuqta AV egri chiziq bo‘ylab harakatlenganda $\vec{r}(t)$ radius-vektor kattaligi va yo‘nalishi o‘zgaradi.

O‘rtacha tezlik quyidagicha ifodalanadi.

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

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

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

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

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

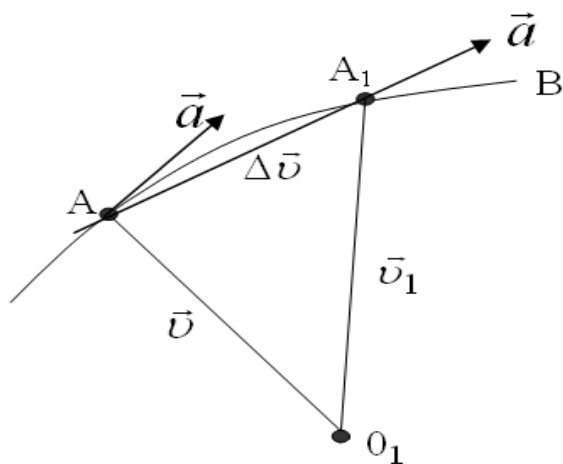
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt},$$

$$\vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2},$$

4 - va 5 - rasmlarga nazar tashlasak, tezlik va tezlanish vektorlari orasidagi o‘xshashliklarni ko‘ramiz.

Qo‘zg‘almas O_1 nuqtaga har xil vaqt momentida harakatlanayotgan nuqtaning tezlik vektorini ($\vec{v}$) joylashtiramiz. Bu holda $\vec{v}$ - vektorning

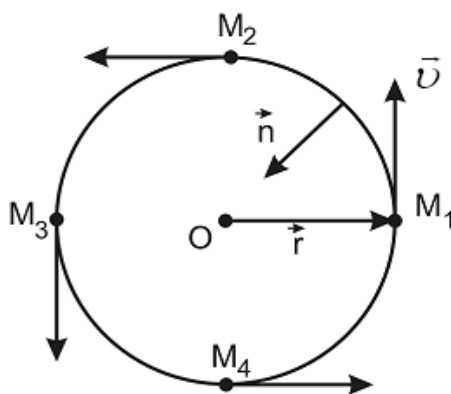
oxirini tezlanuvchan nuqta A – deb ataymiz.



5 - rasm. Moddiy nuqtaning tezlik traektoriyasi

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

6 – rasmda $\vec{v}$ tezlik aylanaga urinma bo‘lib yo‘nalgan, uning qiymati

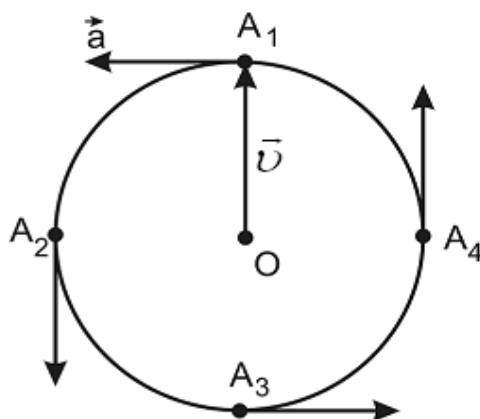


6 - rasm. Moddiy nuqta radiusining aylana bo‘ylab harakati

$$\vec{v} = \omega \vec{r} = \frac{2\pi \vec{r}}{T} \quad ,$$

ga teng.

7 - rasmda $\vec{U}$ radiusli vektorning traektoriyasi aylana koʻrinishda tasvir etilgan.



7 - rasm. Moddiy nuqta tezlik vektorining aylana boʻylab harakati

Moddiy nuqtaning M_1, M_2, M_3, M_4 holatlari 7 - rasmda A_1, A_2, A_3, A_4 tezlanish nuqtalarini belgilaydi.

Tezlanish $\vec{a} \perp \vec{v}$ - radiusli aylanaga urinma boʻylab yoʻnalgan.

Tezlanish qiymatini quyidagi koʻrinishda ifoda qilish mumkin:

$$\vec{a} = \omega v = \frac{2\pi v}{T} = \frac{v^2}{r} ,$$

bu yerda

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r} .$$

Bu markazga intilma tezlanish boʻlib, uni vektor shaklida quyidagicha keltiramiz:

$$\vec{a}_n = -\omega^2 \vec{r} ,$$

$\vec{a}$ bilan $\vec{r}$ vektorlari bir-biriga qarama-qarshi yoʻnalgan uchun minus ishorasi paydo boʻldi.

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad .$$

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

$$\vec{v} = v \cdot \vec{\tau} \quad .$$

Agar

$$\vec{a} = v \frac{d\vec{\tau}}{dt} \quad , \quad \frac{d\vec{\tau}}{dt} = \frac{v}{r} \vec{n} \quad ,$$

bo'lsa,

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n}$$

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.

Agar tezlik qiymati o'zgara borsa,

$$\vec{v} = v \cdot \vec{\tau}$$

bu ifodani differensiallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

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

$$\frac{d\vec{\tau}}{dt} = \frac{v}{r} \vec{n} ,$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{\tau} + \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n} ,$$

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

(5.9) – ifodadagi birinchi had quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\vec{a}_t = \frac{dv}{dt} \vec{\tau} ,$$

Bu aylanaga urinma bo‘lgan vektor – **tangensial tezlanish** deb ataladi.

Ikkinchi had esa:

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{r} \vec{n} ,$$

normal tezlanish deb ataladi va **u** markazga qarab yo‘nalgan bo‘ladi.

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

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n ,$$

Tangensial tezlanish $\vec{a}_t$ tezlikni miqdor jihatidan o‘zgarishi hisobiga paydo bo‘ladi.

Normal tezlanish $\vec{a}_n$ tezlikning yoʻnalishi oʻzgarishi hisobiga paydo boʻladi.

Yuqoriga tik otilgan jismning harakati.

Faraz qilaylikki, jism yuqoriga v_0 boshlangʻich tezlik bilan tik otilsin. Bunday harakat yoʻnalishi erkin tushish yoʻnalishiga teskari va tekis sekinlanuvchan harakatga misol boʻladi. Yuqoriga tik otilgan jism to tezligi nolga teng boʻlib qolguncha tekis sekinlanuvchan harakat qilib, koʻtarila boradi. Tezligi nolga teng boʻlgan paytda u eng yuqori balandlikka erishadi, keyin shu balandlikdan pastga tomon erkin tusha boshlaydi.

Yuqoriga v_0 tezlik bilan tik otilgan jismning istalgan t vaqtdan keyingi tezligi va koʻtarilish balandligi

$$v = v_0 - gt \quad (9)$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (10)$$

formulalar orqali topiladi.

Harakatning eng baland nuqtasida jismning tezligi $v=0$ boʻlganligi uchun, shu nuqtada (20) formula

$$v_0 - gt = 0 \quad \text{yoki} \quad v_0 = gt \quad (11)$$

koʻrinishiga keladi. Bundan koʻtarilish vaqti t ni aniqlab (11) ga qoʻysak koʻtarilish balandligi bilan boshlangʻich tezlik orasidagi bogʻlanish hosil boʻladi.

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \quad (12)$$

(11) va (12) formulalarni taqqoslasak, v_0 boshlangʻich tezlik bilan

yuqoriga tik otilgan jism h balandlikka ko'tarilishini va h balandlikdagi erkin tushayotgan jismni xuddi shunday tezlik bilan yerga tushishini ko'rishimiz mumkin. Xuddi shuningdek, ko'tarilish vaqti t bilan tushish vaqti t' ham o'zaro teng ($t=t'$) ekanligiga ishonch hosil qilishimiz mumkin.

Ta'kidlash kerakki, $g=9,81 \text{ m/s}^2$ tezlanish yer sirtiga yaqin bo'lgan nuqtalar uchun o'rinlidir. Balandlik ortgan sari erkin tushish tezlanishining qiymati ham kamaya boradi. G. Galiley zamonida g ning qiymati taxminan aniqlangan bo'lsa, XIX asrning o'rtalariga kelib g ning qiymati 10^{-4} aniqlikda, XX asrning boshlarida bu aniqlik 10^{-5} ga yetdi. Lazer nurlarining kashf etilishi, hamda elektronikaning rivojlanishi natijasida g ning qiymatini aniqlashda aniqlik darajasini 10^{-8} gacha yetkazish imkonini berdi.

Nazorat savollari.

1. To'g'ri chiziqli tekis hamkatda tezlikning formulasi ko'rsating?
2. Oniy tezlik deb nimaga aytiladi?
3. O'rtacha tezlik deb nimaga aytiladi?
4. Tekis va notekis harakat farqini tushuntring ?

3-Mavzu: Gorizonttal va gorizontga qiya otilgan jism harakati.
Aylana bo‘ylab tekis harakatni tavsiflovchi kattaliklar orasidagi
bog‘lanish

Reja:

- 1. Gorizontga qiya otilgan jismlar harakati.**
- 2. Aylanma tekis harakat**
- 3. Chiziqli tezlik, burchakli tezlik**
- 4. Jismlarning erkin tushishi va erkin tushish tezlanishi.**
- 5. Gorizontga qiya otilgan jismlar harakati.**

Ta’yanch so‘z iboralar; Tezlanish, tezlikning o‘zgarishi, vaqtning o‘zgarishi, egri chiziqli, aylana, erkin tushish tezlanishi, erkin tushish, gorizonttal harakat, vertikal harakat aylana tekis harakat, chiziqli tezlik, burchakli tezlik, aylanish chastotasi, davr, egri chiziqli, tezlanish vektori, burchakli tezlik va chiziqli tezlik orasidagi bog‘lanish, siklik chastota.

Biror balandlikdan pastga tushayotgan jismlarning harakatini ilk bor italiyan olimi G. Galiley tekshirgan. U yuqoridan pastga tushayotgan jismlarning harakatini tekshirishda havoning qarshiligini ta’siri borligini va jismlarning havosiz joyda erkin tushishini kuzatish uchun uni yo‘qotish kerakligini tajribada isbotladi. Bu fikr o‘rinli ekanligini quyidagi misolda kuzatamiz. Vaznlari bir xil bo‘lgan ikkita qog‘oz parchasining birini buklamasdan, ikkinchisini g‘ijimlab biror balandlikdan toshlasak g‘ijimlangan varaq yerga tezroq tushganligini ko‘ramiz.

Demak, vazni bir xil bo‘lsa ham har xil shakldagi jismlarga havoning qarshiligi turlicha ta’sir etar ekan. Shuning uchun ham ular

turlicha vaqtda yerga tushadi.

Boshqa tajriba qilib ko'raylik. Biror metall dan yasalgan doirachani va shu metall doiracha kattaligidagi yengil karton doirachani olib, ularni bir xil balandlikdan baravar tashlab yuborsak metall doirachaning tezroq tushganini ko'ramiz. Endi tajribani o'zgartiraylik. Karton doirachani metall doirachaning ustiga qo'yib tashlasak, ikkala doiracha barovar yerga tushadi. Bu tajribaning birinchi tajribadan farqi shundaki, bunda doirachalarning tushish sharoitlari bir xil yemas.

Metall doiracha tushayotgan vaqtda havoning qarshiligiga uchraydi, karton doiracha metall doirachaning ustida bo'lgani uchun havoning qarshiliga uchramaydi. Xullas, jismlarning tushish tezligiga havoning qarshiligi ta'sir ko'rsatadi.

Jismlarning tushishiga havoning qarshiligi borligini uzil-kesil hal etish maqsadida quyidagi tajribani amalga oshiraylik.

Uzunligi 1,5 - 2 m chamasidagi bir og'zi berk shisha nay olib unga tanga, qush pati, ro'kak va mayda qog'oz bo'lagini solamiz. Nayning ikkinchi uchi jumrakgi bo'lsin. Agar naychani to'ntarsak tanga nay tubiga birinchi bo'lib yetib keladi, ya'ni turli jismlar turlicha tezlik bilan tushadi.

Nay ichidagi havo so'rib olinsa, ular bir vaqtda, ya'ni bir xil tezlik bilan tushadigan bo'lib qoladi. Jismlarning havosiz joyda tushishiga erkin tushish deb aytiladi. Bu vaqtda jismlar tekis tezlanuvchan harakat qiladi va ularning vaznlari qanday bo'lishidan qat'iy nazar bir xil tezlanish bilan tushadi. Bu tezlanishga yerkin tushish tezlanishi deyiladi va g harfi bilan belgilanadi.

Tushish qonunlarini Galiley silliqqlangan qiya joydan tushayotgan jismlarning harakatini tekshirish orqali aniqlagan. Vunday harakat ham aslida tushishdir, lekin u vertikal tushishdagi harakatdan ko'ra sekinroq

davom etadi.

Tekis tezlanuvchan harakat uchun yuqorida chiqarilgan (9), (10), (11) formulalar erkin tushish uchun ham o‘rinlidir. Faqat bu ifodalardagi “a” ni “g” bilan, "S" ni esa "H" bilan almashtirish, hamda erkin tushayotgan jismlar uchun $v_0=0$ ekanligini inobatga olish kifoya. U holda shu formulalarga mos ravishda

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad (16)$$

$$h = \frac{v^2}{2g} \quad (17)$$

$$v^2 = 2gh \quad (18)$$

yo‘zish mumkin.

Bu formulalar yordamida h balandlikdan erkin tushayotgan jismning yerga tushish vaqtini uning yerga urilish paytidagi tezligini topish mumkin.

Odatda g ning qiymatini quyidagi tajriba yordamida aniqlash mumkin. Biror po‘lat sharchaning ma’lum balandlikdan tushish vaqti sekundomer yordamida o‘lchanadi. Bunda po‘lat sharchaga ko‘rsatadigan ta’siri sezib bo‘lmas darajada oz bo‘ladi. O‘lchangan natijalarni

$$g = \frac{2h}{t^2} \quad (19)$$

formulaga qo‘yib, g ning qiymati topiladi. Ko‘pgina o‘lchashlar $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ekanligini ko‘rsatgan. Ta’kidlash kerakki, erkin tushish tezlanishi vertikal ravishda Yer markaziga qarab yo‘nalgan. Yerning o‘z o‘qi atrofida sutkalik aylanishi va Yer qutblari bo‘yicha siqilganligi tufayli "g" ning qiymati geografik kenglikka qarab mos ravishda o‘zgarib boradi. Xususan, qutblarda $g=9,83 \text{ m/s}^2$ ga teng bo‘lsa,

ekvatorida $9,78 \text{ m/s}^2$ ga teng. Boshqa kengliklarda shu qiymatlar orasida o'zgaradi. Toshkentda $g=9,8008 \text{ m/s}^2$ ga teng. Anqlik unchalik talab qilinmaydigan tajribalarda $g=98,1 \text{ m/s}^2$, masalalar yechishda $g=10 \text{ m/s}^2$ ga teng deb olinishi mumkin.

Gorizontga qiya otilgan jismlar harakati.

Gorizontga qiya burchak ostida v_0 boshlang'ich tezlik bilan otilgan jism harakatini kuzataylik. Bunday otilgan jismlar uchun uchish vaqti nimaga tengligi, qancha balandlikka ko'tarilishi, qancha masofaga borib tushishi, harakat traektoriyasining istalgan nuqtasidagi tezligini topish talab qilinadi.

Gorizontga qiya otilgan jismlar harakatini ham ikkita mustaqil harakatlanuvchi jismlar majmyasidan iborat deb qarash mumkin. Boshqacha aytganda tezlikni vertikal (v_y) va gorizonttal (v_x) tashkil etuvchilarga ajratib qaraladi. U holda

$$v_y = v_0 \sin \alpha \quad (24)$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha \quad (24a)$$

Tezlikning vertikal tashkil etuvchisining qiymati vaqt o'tishi bilan o'zgaradi.

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt' \quad (25)$$

Jismning eng yuqoriga ko'tarilish nuqtasida $v_y = 0 = v_0 \sin \alpha - gt'$ va (25) ifodadan quyidagini olamiz:

$$t' = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

Vertikal yuqoriga otilgan jism qancha vaqt ko'tarilgan bo'lsa shuncha vaqt pastga tushganligi tufayli, jismning uchish vaqtini ham

quyidagicha aniqlash mumkin:

$$t = 2t' = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (26)$$

Tezlikning gorizontal tashkil etuvchisi o'zgarmas kattalikdir. Shuning uchun jismning uchish uzoqligi

$$S_x = v_x t = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (27)$$

orqali topiladi.

Jismning ko'tarilish balandligi quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$h = v_y t' - \frac{gt'^2}{2}$$

Bu formulada $v_y = v_0 \sin \alpha$, $t' = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ ekanligini inobatga olsak,

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (28)$$

hosil qilamiz.

Harakat traektoriyasining istalgan nuqtasidagi tezligi quyidagicha hisoblanadi:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - gt')^2} \quad (29)$$

Ta'kidlash kerakki, yuqorida keltirilgan ifodalarning hammasi havoning qarshiligini inobatga olmaganda o'rinalidir.

Ma'lumki, to'g'ri chiziqli harakatlanayotgan jismga harakat yo'nalishida teskari kuch ta'sir etsa jismning harakat yo'nalishiga teskari bo'lsa tezligining miqdori kamayadi, lekin yo'nalishi o'zgarmaydi. Endi jism tezligi yo'nalishiga burchak ostida kuch ta'sir etgan holni qaraylik.

To'g'ri chiziqli harakat qilayotgan jismga ip bog'langan bo'lsa va uni yon tomonga tortsak, biz uni eqri chiziqli harakat qilishga majbur

etamiz, bunda kuch jismning harakat tezligiga burchak ostida ta'sir qilgan bo'lishi shart

Demak, yo'nalishi jism tezligining yo'nalishi bilan burchak hosil qilgan kuch ta'sirida jism egri chiziqli harakat qiladi.

Jismga ta'sir etuvchi kuchning kattaligi va yo'nalishiga qarab egri chiziqli harakatlar xilma-xil bo'lishi mumkin. Aylana, parabola, ellips va hokazo bo'ulab bo'ladigan harakatlar egri chiziqli harakatlarning eng oddiy turlaridir. Tajribalarning ko'rsatishicha egri chiziqli harakatlanayotgan jismga yon tomondan ta'sir etuvchi kuchning ta'siri to'xtasa u to'g'ri chiziq bo'ylab, harakat traektoriyasiga o'rinma ravishda harakatlana boshlaydi.

Istalgan egri chiziqli harakatdagi jismga ham bu xulosa o'rinli bo'lganligi tufayli aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning istalgan nuqtadagi tezligi aylananing shu nuqtasiga o'tkazilgan urinma bo'yicha yo'nalgan bo'ladi, degan xulosaga kelamiz.

Aylana bo'ylab, harakat egri chiziqli harakatning eng sodda holidir. Shu harakatni qarab chiqaylik.

Faraz qilaylikki, moddiy nuqta radiusi r bo'lgan aylana bo'ylab, tekis harakat qilayotgan bo'lsin. Δt vaqt oralig'ida moddiy nuqta ΔS yoyini bosib o'tadi va bu vaqtda u $\Delta\varphi$ burchakka buriladi(12-rasm). 12-rasmdan ko'rinadiki

$$\Delta S = \Delta\varphi r \quad (1)$$

Bu tenglamaning har ikkala tomonini Δt ga bo'lamiz.

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = r \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad (2)$$

Bunda

$$\omega = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} \quad (3)$$

(3) ifodaga burchak tezlik deyiladi. Demak, burchakli tezlik, vaqt birligi oralig'ida burilish burchagining qanchaga o'zgarishini ko'rsatadi.

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (4)$$

(4) kattalikga esa aylana bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqtaning chiziqli tezlanishi deyiladi. Binobarin, chiziqli tezlik bilan burchakli tezlik quyidagicha bog'langan:

$$v = \omega r \quad (5)$$

Moddiy nuqtaning bir marta to'la aylanishi uchun ketgan vaqtga aylanish davri (T) deyiladi. Bir davrda aylana bo'ylab harakatlanayotgan moddiy nuqta 2π radian burchakka burilgandan, burchakli tezlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (6)$$

Bundan esa, burchakli tezlikning XV tizimidagi o'lchov birligi radian ekanligi kelib chiqadi. $1 \text{ radian} = 57^{\circ} 3$ yoki $360^{\circ} = 2\pi$ radianga teng.

Birlik vaqtdagi aylanish soniga chastota deyiladi. Chastota davrga teskari bo'lgan kattalikdir:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (7)$$

Burchakli tezlikni chastota orqali ifodalasak:

$$\omega = 2\pi\nu \quad (8)$$

(8) ifodaga doiraviy chastota ham deyiladi. Moddiy nuqtaning aylanish chastotasi ma'lum bo'lsa, uning chiziqli tezligini topish mumkin, ya'ni

$$v = 2\pi\nu r \quad (9)$$

Jism aylana bo'ylab tekis harakatlanayotgan bo'lsa, chiziqli tezlikning moduli $v = \text{const}$ o'zgarmas bo'ladi. Bundan aylana bo'ylab

tekis harakat qilayotgan moddiy nuqtaning tezlanishsiz harakatda bo'ladi, degan ma'no kelib chiqmaydi. Bunday harakatda moddiy nuqta chiziqli tezligini yo'nalishi uzluksiz o'zgarib turadi. Traektoriyaning har bu nuqtasida moddiy nuqtaning tezligi shu nuqtaga o'rinma ravishda yo'nalgan bo'ladi.

Tezlik vektorining yo'nalish bo'yicha o'zgarishini aniqlovchi tezlanishni 13-rasmda ko'rsatilgan aylana traektoriyasida olingan A va B nuqtalaridagi tezliklarni mos ravishda v_A va v_B deb belgilaylik. v_A va v_B tezliklar orasidagi farqni topish uchun B nuqtadagi tezlik v_B ni o'ziga parallel qilib v_A vektorining boshlanish nuqtasiga ko'chiraylik. Har ikki tezlik miqdor jihatdan teng bo'lib, yo'nalishi bo'yicha farq qiladi, xolos. Unda rasmda ko'rsatilgan $v_A - v_B = \Delta v$ tezlikning yo'nalish bo'yicha ortirmasini ko'rsatadi.

13-rasmda AB vatar uzunligi Δl , AB uou uzunligi Δs bilan belgilangan.

v_A vektor r radiusga A nuqtada perpendikulyar bo'lsa, v_B vektori r radiusga B nuqtada perpendikulyardir. Shuning uchun $\triangle CAB$ va $\triangle BCD$ lar o'xshashdir. O'xshash uchburchaklar xossalriga binoan:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta l}{r} \quad (10)$$

Bunda $v_A = v_B$ vektorlar miqdor jihatidan teng bo'lganligi uchun ularni bitta v tezlik bilan belgiladik, ya'ni $v = v_A = v_B$. (10) ifodadan quyidagini olamiz:

$$\Delta v = \frac{v}{r} \Delta l \quad (11)$$

(11) ning har ikkala tomonini Δt ga bo'lsak

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{r} \frac{\Delta l}{\Delta t} \dots \quad (12)$$

tezlanish qiymatini topamiz.

Oniy tezlanishni topish uchun, (12) ifodadan limit olamiz.

$$a = \frac{v}{r} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (13)$$

Kuzatish vaqti Δt nolga intilganda ($\Delta t \rightarrow 0$) Δl vatarning uzunligi ΔS uou uzunligiga, B nuqta A nuqtaga intila boshlaydi. Tezlanish esa radius bo‘ylab aylana markazi tomon uo‘naladi. Shuning uchun ham, tezlikning yo‘nalishi bo‘yicha o‘zgarishni ko‘rsatadigan bu kattalikga markazga.intilma tezlanish deb autiladi. Yuqoridagi mulohazalardan ko‘rinadiki,

$$a_n = \frac{v}{r} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{v}{r} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{v}{r} * v = \frac{v^2}{r} \quad (14)$$

Shunday qilib, markazga intilma tezlanish chiziqli tezlik kvadratining radiusga nisbatiga teng.

$v = \omega r$ ekanligini inobatga olsak

$$a_n = \omega^2 r = \omega v \quad (15)$$

deb ham yozish mumkin.

Agar aylana bo‘ylab harakatlanayotgan jismning tezligi vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib (ortib yoki kamayib) borsa, u holda normal tezlanishdan tashqari tangensial tezlanish ham mavjud bo‘ladi, ya'ni

$$a_\tau = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (16)$$

Bu formulada Δv - tezlik miqdorining Δt vaqt davomida o‘zgarishini xarakterlaydi.

Agar aylana bo‘ylab harakatlanayotgan jismning tezligi ham miqdoriy o‘zgarsa u holda (normal) markazga intilma tezlanish bilan birgalikda tangensial tezlamshni ham inobatga olish kerak bo‘ladi. Binobarin, to‘la tezlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} \quad (17)$$

Aulana bo‘ylab harakatlanayotgan jism aylanish boshlanishida tezlanuvchan harakat qiladi. Bu tezlanishga burchakli tezlanish ham deyiladi, ya'ni

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (18)$$

Agar (3) ifodani inobatga olsak (18) ni qo‘yidagicha yozishimiz mumkin:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (19)$$

Bu formuladan yesa burilish burchagi ni topish mumkin, ya'ni

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (20)$$

Shunday qilib, aulana harakat davomida burilish burchagining vaqtga, burchakli tezlik va burchakli tezlanishga bog‘lanishi (20) ifoda orqali topiladi. Bu formulani $S = v_0 t + at^2 / 2$ formula bilan taqqoslasak, bosib o‘tilgan masofa S o‘rnida burilish burchagi φ , boshlang‘ich tezlik v_0 o‘rnida, boshlang‘ich burchakli ω_0 tezlik, tezlanish a o‘rnida burchakli tezlanish ε kelganini ko‘ramiz. Binobarin, to‘g‘ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatda yo‘lni topish formulasi $S = v_0 t + \frac{vt^2}{2}$, aylanma harakatda esa, aylanish burchagini topish ifodasi (20) formulaga ekvivalentdir.

Nazorat savollari.

1. Aylanma tekis harakat misollar keltirining.?
2. Chiziqli tezlik deb nimaga aytiladi.?
3. Burchakli tezlik deb nimaga aytiladi.?
4. Aylanish chastotasi deb nimaga aytiladi.?
5. Jismlarning erkin tushishi va erkin tushish tezlanishi.?

D I N A M I K A

**4-Mavzu: Dinamikaning vazifasi, Nyuton qonunlari, butun
olam tortishish qonuni, 1-2 kosmik tezliklar.**

Reja:

- 1. Nyutonning I-II-III qonunlari.**
- 2. Kuch, massa.**
- 3. Kuchning o'lchov birliklari.**

Ta'yanch so'z iboralar; Dinamika, statika, kuch, kuchlarni qo'shish, nyuton, inertsia,, galiley, massa, tezlanish, kuchning kattaligi, ozgarmas tezlik, kuch ta'sir vaqti, gravitatsion maydon, kosmik tezliklar, birinchi kosmik tezlik

Dinamika esa jismlar harakatini uning kelib chiqish sabablarini bilgan holda o'rganadi. Dinamika asosida Nyuton qonunlari yotadi.

Nyutonning birinchi qonuni. Jism o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini tashqaridan boshqa jismlar ta'sir etmaguncha saqlab qoladi.

Jismlarni o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlab qolish xususiyati, jismlarning **inersiya** xususiyati deb ataladi.

Shuning uchun, Nyutonning birinchi qonuni, inersiya qonuni deb ham ataladi.

Mexanik harakat nisbiydir va uning xususiyatlari sanoq tizimiga bog'liq bo'ladi. Nyutonning birinchi qonuni istalgan sanoq tizimida

bajarilavermaydi, shuning uchun bu qonun bajariladigan sanoq tizimlari **inersial sanoq tizimlari** deb ataladi.

Boshqa sanoq tizimlariga nisbatan o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlay oladigan sanoq tizimlari **inersial sanoq tizimlari** bo'laoladi.

Koordinata boshi Quyosh markaziga joylashgan geliotsentrik sanoq tizimini juda katta aniqlik bilan inersial sanoq tizimi deb hisoblash mumkin. Uning koordinata o'qlari o'rganiladigan planeta yoki yulduzlarga yo'naltirilgan bo'ladi.

Xuddi shu holat uchun, Yer bilan bog'langan sanoq tizimi inersial sanoq tizimi bo'laolmaydi, chunki Yer nafaqat Quyosh atrofida, hattoki o'zining o'qi atrofida ham aylanishini hisobga olish zarur. Ammo Yerdagi mexanikaviy harakatlar uchun Yer bilan bog'liq bo'lgan sanoq tizimini inersial sanoq tizim deb hisoblash mumkin.

Tajribalardan ma'lumki, bir xil ta'sir ostida turli jismlar o'zining harakat tezligini bir xil o'zgartirmaydi, boshqacha qilib aytganda, har xil tezlanish qiymatlariga ega bo'ladilar.

Tezlanish faqat ta'sir kuchiga bog'liq bo'lmay, jismning o'zini xususiyatiga, ya'ni massasiga ham bog'liqdir.

Jismning **massasi** – materiyaning asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib, uning inersial va gravitatsiyaviy xususiyatlarini belgilaydi.

Inersial massa jism inertligining o'lchov birligi bo'lib, inertlikni o'zi esa, jismning o'z holatini saqlab qolish xususiyatidir.

Nyutonning birinchi qonunidagi ta'sirni ta'riflash uchun kuch tushunchasini kiritish zarurdir. Tashqi kuch ta'sirida jism o'zining harakat tezligini o'zgartiradi, tezlanishga ega bo'ladi yoki o'zining shakli va o'lchamlarini o'zgartirishi mumkin – deformatsiyalanadi. Demak kuch ikki xil ta'sirga egadir: dinamik va statik.

Vaqtning har bir belgilangan momentida, kuch o'zining qiymati, fazodagi yo'nalishi va qaysi nuqtaga qo'yilgani bilan xarakterlanadi.

Shunday qilib, kuch vektor kattalik bo'lib, boshqa jism yoki maydonlarning, jismga mexanikaviy ta'sirining o'lchovi bo'laoladi.

Nyutonning ikkinchi qonuni. Nyutonning ikkinchi qonuni – ilgarilanma harakat dinamikasining asosiy qonuni bo'lib, tashqi qo'yilgan kuch ta'sirida moddiy nuqta yoki jismning mexanikaviy harakati qanday o'zgarishini tushuntirib beradi.

Moddiy nuqta yoki jismga har xil kuchlar ta'sir etganda, tezlanish qo'yilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchi qiymatiga proporsionaldir.

$$a \sim F, \quad (m = \text{const}),$$

Turli jismlarga bir xil kuch ta'sir etsa, ularning olgan tezlanishlari har xil bo'ladi. Jismning massasi qancha katta bo'lsa, uning inertligi shuncha yuqori bo'ladi va olgan tezlanishi kichik bo'ladi.

$$a \sim \frac{1}{m}, \quad (F = \text{const}),$$

yuqoridagi ifodalardan foydalangan holda, kuch va tezlanish vektor kattalik ekanligini hisobga olib, quyidagi ifodani yozishimiz mumkin:

$$\vec{a} = K \frac{\vec{F}}{m},$$

bu formula Nyuton ikkinchi qonunining matematik ifodasidir.

Moddiy nuqtaning olgan tezlanishi, ta'sir etuvchi kuch yo'nalishiga mos kelib, shu kuch moddiy nuqta massasining nisbatiga tengdir.

Nyutonning ikkinchi qonuni faqat inersial sanoq tizimlari uchun o'rinlidir.

«XB» tizimida proporsionallik koeffitsienti K birga teng. U holda:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

yoki

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} ,$$

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} ,$$

$$\vec{P} = m\vec{v}$$

vektor kattalik, tezlik yoʻnalishi boʻyicha yoʻnalgan boʻlib, harakat miqdori – **impuls** deb ataladi.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} ,$$

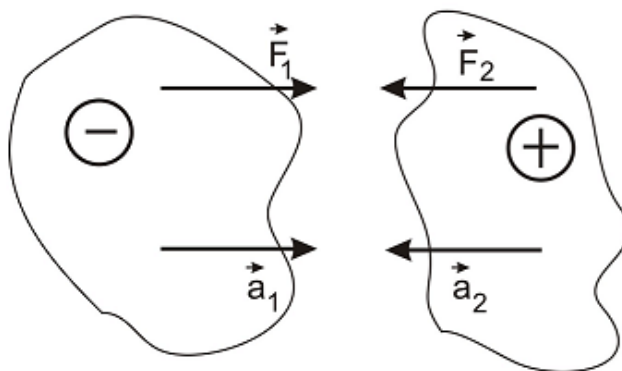
Moddiy nuqta harakat miqdorining vaqt boʻyicha hosilasi jismga taʼsir etuvchi kuchga tengdir.

$$1H = 1 \frac{\kappa \varepsilon \cdot m \text{emp}}{ce \kappa^2}$$

Nyutonning uchinchi qonuni. Moddiy nuqtalarning oʻzaro taʼsiri xarakterini Nyutonning uchinchi qonuni bilan ifodalash mumkin. Moddiy nuqta yoki jismlarning bir-biriga taʼsiri, oʻzaro taʼsir kuchlari xarakteriga ega, bu kuchlar moduli boʻyicha teng boʻlib, bir-biriga qarama-qarshi yoʻnalgan:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad ,$$

Musbat va manfiy zaryadlar bilan zaryadlangan m_1 va m_2 massali jismlar bir-biriga tortishishgandagi o‘zaro ta’sirni ko‘rib chiqaylik (8 - rasm).



8 - rasm. Zaryadlangan jismlarning o‘zaro ta’siri

$\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlar ta’sirida jismlar $\vec{a}_1$ va $\vec{a}_2$ tezlanishlarga ega bo‘ladilar.

Nyutonning ikkinchi qonunini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vec{F}_1 = \vec{a}_1 m_1 \quad , \quad \vec{F}_2 = \vec{a}_2 m_2 \quad ,$$

$$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2 \quad \text{yoki} \quad \vec{a}_1 = -a_2 \frac{m_2}{m_1} \quad ,$$

O‘zaro ta’sir etuvchi jismlarning olgan tezlanishlari massalariga teskari proporsional va bir-biriga qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi.

Gravitatsion tortishish kuchi – bu ikkita moddiy nuqtalar orasidagi o‘zaro ta’sir etuvchi kuchdir. Butun dunyo tortishish qonuniga asosan m_1 va m_2 massali jismlar orasidagi gravitatsion tortishish kuchi jismlar massalariga to‘g‘ri proporsional va oralaridagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo‘lib, ikki jism markazlarini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab yo‘nalgan bo‘ladi:

$$\vec{F} = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \left| \frac{\vec{r}}{r} \right|$$

bu yerda γ - gravitatsion doimiylik.

$$\gamma = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$$

Bu ifodada massalar tortishish xususiyatini belgilagani uchun ularni **gravitatsion massalar** deb atashadi, ammo qiymati bo‘yicha inersion massalarga tengdir.

Kulon kuchi

Bu ikkita q_1 va q_2 nuqtaviy zaryadlar orasidagi ta’sir etuvchi kuchdir:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} ,$$

k – proporsionallik koeffitsienti, r – zaryadli nuqtalar orasidagi masofa.

Gravitatsion tortishish kuchidan farqli ravishda Kulon kuchi tortishish yoki itarish xususiyatlariga ega bo‘lishi mumkin.

Agar zaryadlar harakatlansa, Kulon qonuni aniq bajarilmaydi, chunki zaryadlar harakatiga bog‘liq magnit maydon va uning kuchlari paydo bo‘la boshlaydi.

Bir jinsli og‘irlik kuchi

Butun olam tortishish qonuniga ko‘ra, tabiatdagi barcha jismlar bir-birini tortishish xususiyatiga egadirlar. Bu qonunga binoan, Yer atrofidagi barcha jismlar Yerning tortish kuchi ta‘sirida bo‘ladi. Yerning tortish kuchi ta‘sirida hosil bo‘ladigan kuch **og‘irlik kuchi** deyiladi va bu kuch jismlarning erkin tushish tezlanishiga bog‘liqdir. Shuning uchun bu kuchni jismlarning erkin tushish tezlanishi ta‘sirida paydo bo‘luvchi **kuch** ham deyiladi

$$F = mg ,$$

m – jism massasi, g – erkin tushish tezlanishi

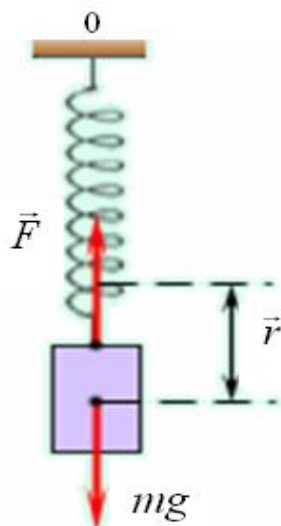
Elastiklik kuchi

Elastiklik kuchi moddiy nuqtaning muvozanat holatidan ko‘chishiga proporsional va muvozanat holati tomon o‘nalgan bo‘ladi (9 - rasm):

$$\vec{F} = -\alpha\vec{r} ,$$

bu yerda $\vec{r}$ - jismning muvozanat holatidan siljishini belgilovchi radius-vektordir.

α - jismning elastiklik xususiyatiga bog‘liq bo‘lgan proporsionallik koefitsienti.



9 - rasm. Prujinaga osilgan jismning muvozanat holatidan siljishi

Ishqalanish kuchi

Ishqalanish kuchi jismning boshqa jism sirtida sirpanishiga qarshilik ko'rsatadigan kuch bo'lib, jismning sirtiga normal bo'yicha bergan bosim kuchiga tengdir.

$$\vec{F} = k\vec{R}_n ,$$

k – jism sirtining holatiga bog'liq bo'lgan ishqalish koeffitsienti. R_n – jism sirtiga normal bo'yicha yo'nalgan bosim kuchi.

Qarshilik kuchi

Qarshilik kuchi gaz va suyuqliklarning ilgarilanma harakatlarida hosil bo'ladigan kuchdir.

Gaz va suyuqliklarda harakatlanuvchi har qanday jism qarshilikka uchraydi va bu ilgarilanma harakatni susaytirishga olib keladi. Bu kuch harakatlanuvchi jismni harakat tezligiga kuchli bog'lanishda bo'ladi:

$$\vec{F} = -k_1 \vec{v} ,$$

bu yerda k_1 – muhitni xarakterlovchi doimiylik (moy, suv, yopishqoq suyuqliklar).

Bu kuch suyuqlik yoki gazning harakat tezligiga proporsional kuch bo‘lib, kichik tezliklar uchun o‘rinli bo‘ladi. Katta tezliklarda esa formula biroz boshqacha ko‘rinishga ega bo‘lib, kuch tezlikning kvadratiga proporsional bo‘ladi.

$$\vec{F} = -k_2 \vec{v}^2 ,$$

Jismlar harakatini uni vujudga keltiruvchi sabablar asosida o‘rganadigan bo‘limga dinamika deyiladi. Dinamika asosida I.Nyuton kashf etgan qonunlar yotadi va uning sharafiga Nyuton qonunlari deb ataladi. Nyuton bu qonunlarni o‘zining 1687 yilda ye‘lon qilgan "Natur falsafasining matematik asoslari" nomli ilmiy asarida (kitobida) bayon qilgan. Shu qonunlar bilan tanishamiz.

Nyutonning birinchi qonuni. Inersial sanoq sistemasi.

Nyutonning birinchi qonuni jismlarning qanday holda tinch holatda va qanday holda to‘g‘ri chiziqli tekis harakatda bo‘lishini ko‘rsatadi. Dinamikaning bu qonunini asoslashda buyuk italyan fizigi G. Galileyning xizmati kattadir.

Silliqlangan qiya novdan dumalayotgan sharcha harakatini Galiley kuzatib jismlarning yerga tortilishi, havoning qarshiligi va ishqalanishlar bo‘lmagan ideal hollarda sharcha gorizonta tekislikda o‘zgarmas tezlik bilan abadiy harakat qilmog‘i kerak, degan to‘g‘ri xulosaga keldi.

Qiya tekislik va gorizonta sirtning silliqlik darajasini orttira borib,

sharchaning novdan keyin gorizontal sirtida bosib o'tgan yo'lining orta borishini kuzatish munshin.

Nyuton o'zidan oldin o'tgan olimlar xulosalariga hamda o'z tajribalariga asoslanib, Galiley xulosasining to'g'ri ekanligiga to'la ishonch hosil qildi va u talkif etgan harakat qonunini dinamikaning birinchi qonuni deb qabul qildi.

Agar bir jismga boshqa jismlar yoki tashqi kuchlar ta'sir etmasa, u o'zining nisbiy tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.

Shunday qi lib, jismga tashqi kuch ta'sir etmasa ($F=0$) u tinch

($\vec{v}=0$) yoki yo'nalishi va kattaligi jihatidan o'zgarmas ($\vec{v}=\text{const}$) tezlik bilan harakat qiladi.

Jismlarning tinchlik yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlashga intilish xususiyati inersiya deb ataladi. Shu sababli Nyutonning birinchi qonuni inersiya qonuni deb ham ayti ladi.

Ma'lumki, jismlarning tinchlik yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holati faqat biror sanoq tizimiga nisbatan aniqlanadi. Binobarin, biror sanoq tizimida Nyutonning birinchi qonunini kuzatish uchun sanoq tizim boshqa jismlarning ta'siridan xoli bo'lishi kerak. Tashqi ta'sirdan xoli bo'lgan sanoq tizimiga odatda inersial sanoq tizim deyiladi. Inersial sanoq sistemasida Nyutonning birinchi qonuni to'liq bajariladi. Ideal inersial sanoq tizimi tabiatda uo'q. Lekin Nyutonning birinchi qonuni taqriban bajariladigan sanoq tizimlarni ko'plab tanlab o lish mumkin. - Yer o'z o'q atrofida sutkali aulanma harakat qiladi. Yer sirtidagi jismlar yesa Yerning aylanishidan hosil bo'lgan markazga intilma kuch ta'sirida bo'ladi. Lekin bu ta'sir nisbatan juda kichik va uni inobatga olmasak, Yer bilan bog'liq tizimni inersial sanoq tizim deb olish mumkin.

U holda Yerga nisbstan tinch turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan har qanday jism bilan bog'liq bo'lgan sanoq tizim

inersial sanoq tizim sifatida olinadi.

Masalan; vagon to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan bo'lsin. Faraz qilaylikki, shu vagonda yo'lovchi tik turibdi. Agar vagon to'satdan tezlanuvchan harakat qilsa, yo'lovchi o'z inersiyasini saqlashga harakat qilib orqaga egiladi, aksincha vagon tormozlansa yo'lovchi oldinga intiladi. Demak, tashqi kuch ta'sirida bo'lgan tizimda Nyutonning birinchi qonuni bajarilmaydi. Shuning uchun kuch ta'sirida bo'lgan tizimga noinersial sanoq tizim deb atiladi. Inersial sanoq tizimga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan tizim ham inersial sanoq tizimdir.

Bu xulosaga Galileyning nisbiylik tamoyili ham deyiladi. Boshqacha qilib aytganda, barcha inersial sanoq tizimlarda mexanik tajribalar bir xil kechadi yoki mexanik tajribalar yordamida inersial sanoq tizimining tinch turganligini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotganini aniqlab bo'lmaydi. Demak, Galiley tamoyiliga ko'ra inersial sanoq tizimlar o'zaro teng kuchli bo'lib, ulardan birortasini boshqasiga nisbatan imtiyozligini ajratish mumkin emas. Inersiya materiyaning eng umumiy xossalaridan biridir. U jismlar qanday va qayerda bo'lishidan qat'iy nazar, ularning hammasiga xosdir.

Shuning uchun har doim jismlarning inersiyaga ega ekanliklarini inobatga olish kerak. Chunki ishlab chiqarishdagi asbob, uskuna va mashinalarning harakatlanuvchi qismlari bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi, inersiya tufayli ularni birdan to'xtatib bo'lmaganidek, birdaniga yurgizib yuborish ham mumkin emas. Jismlarning ana shu xossasi Nyutonning birinchi qonunida o'z ifodasini topgan.

Kuch. Massa. Nyutonning ikkinchi qonuni.

Nyutonning birinchi - inersiya qonunidan jism tezligining kattaligi

va yoʻnalishi bu jismga boshqa jismlarning koʻrsatadigan taʼsiri tufayli oʻzgaradi, degan xulosa kelib chiqadi. Ammo tezlikning oʻzgarishi tezlanish bilan xarakterlanadi. Shunday ekan, jismlarning tezlanishi - bu jismga boshqa jismlarning koʻrsatgan taʼsiri natijasidir, deb aytish mumkin.

Tabiatdagi hamma (moddalar) jismlar oʻzaro taʼsirlashadi. Jismlar orasidagi taʼsirni, yaʼni jismlarning tezlanish olishiga sabab boʻlgan kattalikni miqdor va yoʻnalish jihatidan xarakterlash uchun kuch degan fizik kattalik kiritiladi.

Kuch tushunchasi fizikaning eng asosiy tushunchalaridan biridir. Mexanikada kuch tushunchasiga beriladigan maʼno bizning kuch toʻgʻrisidagi oddiy (kuchli, kuchsiz) tasavvurlarimizdan koʻr farq qilmaydi.

Bir jismning ikkinchi jism tezligining oʻzgarishiga, yaʼni uning tezlanish olishga va jismlarning deformatsiyalanishiga sabab boʻluvchi taʼsirni xarakterlovchi kattalikga kuch deyiladi. Demak, kuch jismlarning oʻzaro taʼsirida namoyon boʻladi.

Tabiatda kuchlar asosan toʻrt xil taʼsir tufayli yuzaga kelishi mumkin.

1. Butun olam tortish qonuniga asosan jismlar orasida yuzaga keladigan gravitatsion kuch.
2. Tinch yoki harakatlanayotgan zaryadli zarralar orasidagi elektromagnit taʼsir kuchi.
3. Atom yadrosi tarkibidagi proton va neytronlar orasida vujudga keladigan yadroviy taʼsir kuchi. (kuchli taʼsir kuchlari)
4. Elementar zarralar orasida roʻy beradigan kuchsiz taʼsir kuchlari (kuchsiz taʼsir)

Kuchlar odatda F harfi bilan belgilanadi va u vektor kattalik boʻlib

yoʻnalishi, qoʻyi lish nuqtasi hamda miqdori bilan xarakterlanadi. Mexanikaning dinamika qismida jismlar orasidagi gravitatsion kuch bilan bogʻliq boʻlgan harakatlardan tashqari, jismlarning bevosita kontaktga kelishi tufayli yuzaga keladigan elastiklik, ishqalanish va qarshilik kuchlari bilan bogʻliq boʻlgan hodisalar oʻrganiladi.

Tajribadan ma'lumki, jismlarning oʻzaro ta'sirlashuvi ularning harakatining oʻzgarishiga (tezlanish olishga) yoki shakllarining oʻzgarishiga olib kelishi mumkin. Jismlarning oʻzaro ta'siri tufayli shakllarining oʻzgarishiga deformatsiya deyiladi. Kuch ta'sirida bu oʻzgarishlarning har biri ayrim holda yoki ikkalasi bir vaqtda namoyon boʻlishi mumkin.

Nyutonning ikkinchi qonuni jismga ta'sir etuvchi kuch bilan shu jism tezlanishi va massasi orasidagi bogʻlanishni belgilab beradi. Uning oʻtkazgan tajribalariga,koʻra, biror kuch ta'sirida jismning olgan tezlanishi shu kuchga toʻgʻri proporsional va tezlanish yoʻnalishi kuch yoʻnalishi bilan mos tushadi, ya'ni

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{F}_2} = \frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_2} \quad (1)$$

Bu ifodadan koʻrinadiki, jismga ta'sir etayotgan kuchning mos ravishda jismning olgan tezlanishiga nisbati oʻzgarmas kattalikdir. Bu nisbat boshqa jismlar uchun boshqacha, ammo oʻzgarmas qiymatlarga ega ekanligini koʻrsatadi.

Aynan F/a nisbat jism inertligining oʻlchovi boʻlib, massa (m) deb ataluvchi fizik kattalikdir. Jismning massasi uning inertligining oʻlchovidir hamda uni tashkil etgan modda turiga ham bogʻliq. Bu bogʻlanishni xarakterlash uchun jism zichligi tushunchasi kiritiladi.

Jismning hajm birligiga toʻgʻri keluvchi massasiga uning zichligi (ρ)

deyiladi.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

bu yerda, ρ - zichlik, m - jism massasi, V - jism hajmi.

XV tizimida massa birligi qilib kilogramm (kg) qabul qilingan. Hajm m^3 larda, massa esa kg larda o'lchanganligi tufayli zichlik kg/m^3 larda o'lchanadi.

Jismning biror kuch ta'sirida olgan tezlanishi bilan jism massasi orasidagi bog'lanishni o'rganishga bag'ishlangan tajribalar ularning massasiga teskari proporsional ekanligini ko'rsatdi. Bu munosabatni quyidagi matematik formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_1}{m_2} \quad (3)$$

Shunday qilib, tajribalarning natijalari jismning biror kuch ta'sirida olgan tezlanishi, jismga ta'sir etuvchi kuchga to'g'ri proporsional va jism massasiga teskari proporsional ekanligini ko'rsatadi va jimning tezlanishi shu kuch ta'sir yo'nalishida bo'ladi, ya'ni

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (4)$$

Bu xulosaga Nyutonning ikkinchi qonuni deb ataladi. Vu qonundan ko'rinadiki

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (5)$$

Demak, jismga ta'sir etuvchi kuch jism massasi bilan uning shu kuch ta'sirida olgan tezlanishining ko'paytmasiga teng. Bu tenglamaga ilgarilanma harakat dinamikasining asosiu tenglamasi ham deyiladi, Shunday qilib, Nyutonning ikkinchi qonuni jismning massasi va harakat tezlanishi ma'lum bo'lsa, jismga ta'sir etuvchi kich kattaligini aniqlash imkonini beradi.

XB tizimida kuchni Nyutonlarda (N) o'lchash qabul qilingan. 1 kg massali jismning tezligini 1 s davomida 1 m/s ga o'zgartira oladigan kuchga, ya'ni 1 kg massali jismga 1 m/s² tezlanish bera oladigan kuchga 1 Nyuton (1N) deb ataladi.

Bundan tashqari kuchning kG (kilogramm kuch) birligi ham ko'r ishlatiladi. kG og'irlik kuchining birligi sifatida qabul qilingan. Jismning og'irligini (P) Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan shu jism massasi (m) va erkin tushish tezlanish (g) orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P=mg \quad (6)$$

1 kG kuch deb 1 kg massali jismga 9.8 m/s² tezlanish bera oladigan kuchga aytiladi. Demak. 1 kG=1kg* 9,8 m/s² =9,8N ga teng.

(5) va (6) ifodalarni taqqoslab,

$$\frac{F}{P} = \frac{a}{g}$$

ekanligini ko'ramiz, ya'ni jismga ta'sir etuvchi kuch jism og'irligidan qancha katta yoki kichik bo'lsa jismning shu kuchdan olgan tezlanishi erkin tushish tezlanishidan shuncha katta yoki kichik bo'ladi..

Agar jismga bir vaqtning o'zida bitta kuch emas, bir necha kuch ta'sir etayotgan bo'lsa u vaqtda Nyutonning ikkinchi qonuni,

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \vec{a}$$

ko'rinishida yoziladi. Bu holda,

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

kuchga ta'sir etuvchisi yoki natijalovchi deyiladi.

Nyutonning uchinchi qonuni.

Nyutonning ikkinchi qonuni bayon etilganda kuch deb jismning

tezligini o'zgartiruvchi yoki deformatsiyalovchi sababga aytiladi dedik. Kuch nuna sababdan paydo bo'lishi haqida hech narsa deyilmadi. Kuchning paydo bo'lishini Nyutonning uchinchi qonuni tushuntiradi.

Tabiatda hech qachon jismlarning bir tomonlama ta'siri uchramaydi. Ta'sirda har doim ikki jism qatnashadi, ya'ni o'zaro ta'sir ro'y beradi. Ta'sirga har doim aks ta'sir mavjud. Boshqacha aytganda, kuch jismlarning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi

Jismlarning shu xossasini Nyuton o'zining uchunchi qonunida, bir jismga ikkinchi jism ta'sir etsa, ikkinchi jism ham birinchi jismga xuddi shunday, teskari uo'nalishdagi kuch bilan ta'sir etadi, deb ta'riflaydi, ya'ni

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (7)$$

Bu formulada birinchi jismning ikkinchi jismga ta'sir kuchi bo'lsa, ikkinchi jismning birinchi jismga ta'sir kuchi F_{21} ga tengdir. «-» ishora ularning uo'nalishlari qarama-qarshi ekanligini bildiradi. Bu kuchlar boshqa-boshqa jismlarga qo'yilganligi uchun ular o'zaro muvozanatlashmaydi, chunki birinchi jismning ta'sir kuchi ikkinchi jismga, ikkinchi jismning ta'sir kuchi birinchi jismga qo'yilgan. Biz uurganimizda oyoqlarimizni Yerga tirab harakatlanamiz. Yer esa, bizni qarama-qarshi tomonga itaradi. Yerning massasi bizning massamizdan juda ham katta bo'lganligi uchun amalda yer harakatsiz qoladi, biz esa qandaydir tezlik bilan yurib ketamiz. Avtomobil, poezd va h.k. transportlar yurganida uning g'ildiraklari yerga tayanib, paroxodning eshkagi suvga tayanib, uchib borayotgan qush qanoti havoga tayanib harakatlanadi.

$$\vec{F}_{12} = m_1 a_1, \vec{F}_{21} = -m_2 a_2$$

ekanligini inobatga olsak, unda quyidagi ifodani yozish o‘rinli bo‘ladi:

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2 \quad (8)$$

dan ko‘rinadiki jismlarning o‘zaro ta’siri tufayli olgan tezlanishlari ularning massalariga teskari proporsional bo‘lib, uo‘nalishlari qarama-qarshidir.

Shunday qilib, Nyutonning uchinchi qonuni jismlarning o‘zaro ta’sirini o‘rganib, ularning massalarini aniqlash imkonini beradi. Buning uchun jismlarning birining massasini etalon sifatida qabul qilib, ularning o‘zaro ta’siri tufayli olgan tezlanishlarini o‘rganmoq kerak. U holda (8) ifoda orqali noma'lum massa aniqlanadi.

Gravitatsion kuchlar. Butun olam tortishish qonuni.

Yer sirtiga yaqin jismlarning yerba tortishi natijasida erkin tushish tezlanish tufayli Yer tomon harakatlanishini birinchi bo‘lib Galiley aniqlagan edi. O‘tkazilgan tajribalar jismlarning katta-kichikligidan qat’iy nazar hamma jismlar bir xil g tezlanish bilan Yerga tortilishini ko‘rsatadi. Keyinchalik Nyuton qonunlaridan ma'lum bo‘ldiki kuch ta’sirida jismlar tezlanuvchan harakat qiladi. Demak, Yer sirtiga yaqin jismlar bilan Yer ta’sirlashadi va shuning uchun ham jismlar Yer tomon g tezlanish bilan tortiladi, deb fikrlash o‘rinlidir.

Bunday xulosa birinchi marta Nyuton tomonidan aytilgan. Nyutonning bunday xulosaga kelishiga I.Kepler tomonidan ochilgan sayyoralarning quyosh atrofidagi harakat qonunlari ham sababchi bo‘lgan.

Bu qonunlar: 1) barcha sayyoralar quuosh atrofida elliptik orbitalar bo‘ylab harakatlanadilar. Bu ellips fokusining birida quyosh turadi.

2) quyosh atrofida aylanuvchi planetalar teng vaqtlar oralig'ida teng sektorial yuzalar chizadi;

3) quyosh atrofida aylanuvchi sayyoralar aylanish davrlarning kvadrati, ellips katta yarim o'qlari kublariga to'g'ri proporsional, ya'ni

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \quad (1)$$

Kepler ochgan bu qonunlarni Nyuton quyosh atrofida aylanuvchi sayyoralar o'zaro bir-biriga va quyoshga tortilishi tufayli yuzaga keladi deb tushuntirdi va matematik hisoblashlar natijasiga asoslanib butun olam tortishish qonunini kash etdi.

Nar qanday m_1 va m_2 massasli jismlar orasidagi o'zaro tortishish kuchi massalar ko'paytmasiga to'g'ri, va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir, ya'ni

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (2)$$

bu yerda m_1 va m_2 jismlarning massalari, R - ular orasidagi masofa, γ -proporsionallik koeffitsienti bo'lib, unga butun olam tortishish yoki gravitatsiya doimiysi deyiladi. Gravitatsiya doimiysini birinchi bo'lib tajriba asosida Kavendish burama tarozi yordamida aniqlanadi. Uning aniqlanishicha $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Bu doimiyning fizik ma'nosi quvidagicha: masalalari 1 kg dan bo'lgan jismlar orasidagi masofa 1 m bo'lsa, ular o'zaro $6,67 \cdot 10^{-11}$ Nyuton kuch bilan tortishishadi.

Ko'pgina o'tkazilgan tajribalar butun olam tortishish qonunidagi gravitatsion massa bilan Nyutonning ikkinchi qonunida qatnashadigan "inert" massa o'rtasida hech qanday farq uo'qligini, ular aynan bir xil kattalik ekanligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, butun olam tortishish qonuni istalgan massali jismlar

o'rtasida va istalgan masofada ham Nyuton ochgan qommga binoan ro'y berishi aniqlandi.

Harakat miqdori. Harakat miqdorining saqlanish qonuni.

Harakat miqdori tushunchasi fanga Nyuton tomonidan kiritilgan. Harakat miqdori deb, harakatdagi jism massasi bilan tezligining ko'paytmasiga aytiladi (mv). Harakat miqdori ham kuch singari tezlik yo'nalishidagi vektor kattalikdir.

Jismlar o'zaro ta'sirlashganda harakat miqdori bir jismdan ikkinchi jismga uzatilishi mumkin. Masalan, massalari m_1 va m_2 bo'lgan va bir to'g'ri chiziq bo'ylab v_1 va v_2 tezlik bilan bir tomonga haraktlanayotgan ikkita sharchalarni qaraylik.

Ikkinchi sharning tezligi v_2 birinchi sharcha tezligi v_1 dan katta bo'lsin ($v_2 > v_1$) Ma'lum vaqtdan keyin ikkinchi shar birinchi sharga yetib u bilan to'qnashadi va natijada ularning tezliklari o'zgaradi (v_1' , v_2'). Sharlarning ta'sir vaqtini t deb olaylik. U holda Nyutonning uchinchi qonuniga muvofiq

$$F_{12} = -F_{21}$$

yoki,

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2.$$

Agar sharlarning to'qnashish davomida olgan tezlanishlari

$$a_2 = \frac{v_2' - v_2}{t}, a_1 = \frac{v_1' - v_1}{t}$$

ekanligini inobatga olsak,

$$m_1 \frac{v_2' - v_2}{t}, m_2 \frac{v_1' - v_1}{t} \quad (3)$$

$$m_1 v_1' + m_2 v_2' = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (4)$$

kelib chiqadi.

Bu munosabat o'zaro ta'sir etuvchi berk tizimdagi jismlar harakat miqdorlarining yig'indisi o'zgarmas ekanligini ko'rsatadi. Vu ifodaga harakat miqdorining saqlanish qonuni ham deyiladi.

Og'irlik kuchi. Jismning og'irligi. Solishtirma og'irlik.

Butun olam tortishish kuchining ko'rinishlaridan biri og'irlik kuchidir. Og'irlik kuchi jismlarning Yerga tortilishi tufayli yuzaga keladi. Agar Yerning massasini M bilan, radiusini R bilan, Yer sirtidagi jism massasini m bilan belgilasak, bu jismni Yer

$$F = \gamma \frac{Mm}{R^2} \quad (5)$$

kuch bilan o'ziga tortadi va bu kuch Yer markazi tomon yo'nalgan bo'ladi.

Ikkinchi tomondan, Nyutonuing ikkinchi qonunga binoan jismning og'irlik kuchi

$$F = mg \quad (6)$$

ga teng. Bu ifodadan ya'ni

$$g = \gamma \frac{M}{R^2} \quad (7)$$

ko'rinadiki jismning erkin tushish tezlanishi jismning massasiga bog'liq bo'lmasdan, hamma jismlar uchun bir xildir. Turli samoviy sauoralarning massalari va radiuslari turlicha bo'lganligi uchun shu sayyoralaridagi yerkin tushish tezlanishlari ham har xil. Masalan: oyga erkin tushish tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik.

Ta'kidlash kerakki, Yerning qutbdagi (R_q) radiusi bilan ekvatoridagi radiusi (R_e) farq qilganligi uchun yerkin tushish tezlanishining qutblardagi va yekvatoridagi qiymatlari bir-biridan farq qiladi. $R_q < R_e$ bo'lganligi uchun $g_q > g_e$, haqiqatan ham, aniq o'lchashlar $g_q = 9,832 \text{ m/s}^2$

va $g_c = 9,780 \text{ m/s}^2$ ekanligini ko'rsatdi. Agar jism Yer sirtidan ko'tarila borsa erkin tushish tezlanish va binobarin, og'irlik kuchi ham kamaya boradi, ya'ni buni isbotini quyidagi ifodadan ko'rish mumkin:

$$g_h = \frac{M}{(R+h)^2}; F = \gamma \frac{Mm}{(R+h)^2} \quad (8)$$

Shunday qilib, jismning og'irlik kuchi, jism massasi bilan erkin tushish tezlanishining ko'paytmasiga teng. Jismning og'irlik kuchi jismning o'ziga qo'yilgan.

Ta'kidlash kerakki, jismning og'irlik kuchi bilan og'irligi bir xil kattalik yemas. Jismning og'irligi, jismning Yerga tortilish kuchi tufayli tayanchga yoki osmaga ko'rsatilgan ta'sir kuchiga aytiladi. Jismning og'irhgi jismning o'ziga emas, balki tayanch yoki osmaga qo'yilgan. Jism osmaga osilib yoki tayanchga tinch qo'yilganda uning og'irligi $R=mg$, og'irlik kuchi $\vec{F} = m\vec{a}$ ga teng bo'ladi. Jismning og'irligi og'irlik kuchidan katta yoki kichik ham bo'lishi mumkin.

Masalan: lift a tezlanish bilan yuqoriga kotarilayotganida undagi m massali jismning og'irligi $R=m(g+a)$ og'irlik kuchi $\vec{F} = m\vec{a}$ dan katta va aksincha a tezlanishi bilan pastga tushayotgan bo'sa, og'irligi $R=m(g-a)$ og'irlik kuchi $\vec{F} = m\vec{a}$ dan kichik bo'ladi.

Agar lift yuqoriga yoki pastga tekis ($a=0$) harakatlanayotgan bo'lsa, uning o'g'irligi va og'irlik kuchi farq qilmaydi.

Jism og'irligining uni tashkil etgan modda turiga bog'liq ekanligini xarakterlash uchun solishtirma og'irlik tushunchasi kiritiladi.

Jismning solishtirma og'irligi deb, hajm birligiga to'g'ri kelgan og'irligiga aytiladi:

$$d=P/V$$

Bu yerda, d- solishtirma og'irlik ,R - uning og'irligi,V- uning hajmi . $R=mg$ va $m = \rho V$ ekanligini inobatga olsak jisrining solishtinna

og'irligi d bilan uning zichligi orasida

$$d = \rho g \quad (10)$$

bog'lanish borligini ko'rishimiz mumkin. Demak, jismning solishtirma og'irligi uning zichligi bilan erkin tushish tezlanishining ko'paytmasiga teng. Solishtirma og'irlik g/m^3 yoki N/m^3 larda o'lchanadi.

Kosmik tezliklar.

Butun olam tortishish qonunidan ko'rinadiki, biror jismning og'irlik kuchi

$$F = mg = \gamma \frac{Mm}{R^2}$$

gravitatsiya doimiysi va Yerning radiusini bilgan holda Yerning massasini aniqlash mumkin. Xuddi shuningdek, Yerning markaziga intilma tezlashishi va Yerning quyoshgacha bo'lgan masofa ma'lum bo'lsa, quyoshning massasini ham aniqlash mumkin. Quyosh tizimidagi barcha sayyoralarning massalari ham xuddi shu yo'llar orqali topish mumkin. Butun olam tortishish qonuni Yer atmosferasidan yuqoriga ko'tarilgan har qanday jismga ham ta'lluqlidir.

U jismga ham Yer va boshqa sayyoralardan tomonidan tortish kuchi ta'sir yetadi. Yer sirtidan ko'tarilishda berilayotgan tezlik miqdoriga qarab bu jismlar Yer sirtiga qayta tushishi, uning atrofida sun'iy yo'ldosh sifatida harakatlanishi yoki quyosh atrofida sun'iy planeta kabi aylanishi va hatto galaktikamizdan chiqib ketishi mumkin. Ana shu maqsadlarda jismlarga beriladigan tezliklarga kosmik tezlik deyiladi. Kosmik tezlik beriladigan jismlarga yesa, raketalar deyiladi. Yer atrofidagi koinotda jismlarning Yer sirtiga parallel yo'nalgan tezligining kattaligi $v_0 < 7,9 \text{ km/s}$ dan kichik bo'lsa jismning harakat traektoriyasi ellips yoyidan iborat bo'ladi. U erda shunday tezlik bilan otilgan jism

Yerga qaytib tushadi.

Agar jismga $v_1=7.9\text{km/s}$ tezlik berilsa jism Uerning sun'iu yo'ldoshiga aylanib aylana bo'ylab, harakatlanadi. Bu vaqtdagi berilgan tezlikka birinchi kosmik tezlik deyiladi. Birinchi kosmik tezlik bilan uchirilgan jism Yer atrofida aylanganda unung markazida intilma tezlanishi erkin tushish tezlanishidan iborat bo'ladi.

$$v_1^2 / R = g$$

yoki

$$v_1 = \sqrt{R_1 g} \quad (11)$$

bu yerda, R - yerning radiusi, g - erkin tushish tezlamshi.

Bundan birinchi kosmik tezlik ekanligini topamiz.

$$v_1 = \sqrt{6370\text{km} * 9.8\text{m/s}^2} = 7.9\text{km/s}$$

Yerning tortish doirasidan chiqib quyoshning sun'iy yo'ldoshi bo'lib harakatlana olishi uchun zarur bo'lgan boshlanag'ich tezlikka ikkinchi kosmik tezlik deyiladi. Bu vaqtda beriladigan tezlik

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgR_{yer}$$

shartidan topiladi.

$$v_2 = \sqrt{2R g} = 11.2\text{km/s}.$$

Jismning quyosh tortish doirasidan chiqib ketishi va galaktikaning sun'iy yo'ldoshi bo'lib harakatlanishi uchun zarur bo'lgan boshlang'ich tezlikga uchinchi kosmik tezlik deyiladi. Uchinchi kosmik tezlik $v_3 = 16,7 \text{ km/s}$ ga teng.

Shunday qilib, jismga berilayotgan boshlang'ich tezlik qiymatiga qarab bu jism Yerga qaytib tushishi, Yer atrofida sun'iy yo'ldosh sifatida harakatlanib aylanishi, quyosh atrofida elliptik orbita bo'ulab aylanishi yoki gallaktikadan chiqib ketishi mumkin ekan.

Biologik tizimlar mexanikasi

Jismga kuch ta'sir ettirilganda uning shakli yoki hajmi o'zgarishiga **deformatsiya** deyiladi. Deformatsiya tufayli jism zarralari orasidagi masofa o'zgaradi va Nyutonning 3 - qonuniga asosan deformatsiya kuchiga qarama-qarshi va kattaligi jihatidan unga teng bo'lgan kuchlar yuzaga keladi. Ular **elastiklik kuchlari** deyiladi va elektr tabiatiga ega bo'ladi. Agar kuch ta'siri to'xtatilgandan keyin jism hajmi va shakli o'z holatiga to'liq qaytsa, bunday deformatsiya **elastik deformatsiya**, jism esa **elastik jism** deyiladi. **Mexanik kuchlanish** deb, deformatsiyalovchi kuchning ko'ndalang kesim yuziga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$\delta = \frac{F}{S} \left[\frac{H}{\text{m}^2} \right]$$

Kuch ta'sirida sterjin Δl qiymatga uzayadi va u **absolyut deformatsiya** deyiladi. Δl ning boshlang'ich qiymatiga nisbati **nisbiy deformatsiya** deyiladi va ε bilan belgilanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

Yung moduli son jihatidan nisbiy deformatsiyasi birga teng bo'lgandagi kuchlanishga teng bo'lgan kattalikka aytiladi (ya'ni jism bunda ikki marta uzayadi). Guk qonuni elastik jismlar uchun.

Yopishqoq moddalarda deformatsiya sekin-asta o'sadi va uning ta'sir etuvchi kuchiga emas, ta'sir etish vaqtiga bog'lik bo'ladi. Kuch ta'siri to'xtagandan keyin yopishqoq jismlar deformatsiya holatini saqlab qoladi, ya'ni qoldiq deformatsiya bo'ladi. Elastik jismlarda deformatsiya keskin sodir bo'ladi va kuch olingandan keyin shunday tez yo'qoladi.

Ko'p hollarda elastik jismlar, ham elastik, ham elastiklik, ham yopishqoqlik xossalriga ega bo'ladi.

Kompozitsion sistemalar modeli ya'na ham murakkab sistemaga ega. Bunga tirik to'qimalar misol bo'ladi. Uzoq vaqt kuch ta'sir ettirilganda yopishqoqlik hususiyati namoyon bo'ladi, qisqa vaqtda elastiklik hususiyati, chunki to'qimalarning muhim hususiyatlaridan ya'na biri (yopishqoqlik va elastiklikdan tashqari) uning mustahkamligidir. **Mustahkamlik** - bu uzilishga qarshilikdir. **Mustahkamlik zapasi (zahirasi)** - bu mustahkamlik chegarasi ruhsat etilgan kuchlanishdan necha marta kattaligini bildiradi.

Suyak to'qimalari eng katta mustahkamlik hususiyatiga ega. Travmatologiyada shuni hisobga olish kerakki, suyakning mustahkamligi siqilganda cho'zilgandagiga qaraganda 1,8 barobar katta. Naysimon suyaklarning mustahkamligi egilishga yaxshi bardosh bo'ladi. Suyakdagi ko'p sonli bo'shliqlar va kanallar suyakning mustahkamligini oshiradi. Asosiy himoya rolini suyak ustini qoplovchi yumshoq to'qimalar bajaradi. Teri bilan qoplangan suyakka zarar etkazish uchun ochiq suyakka ta'sir qiluvchi energiyadan 37% energiya kerak bo'ladi.

Yumshoq to'qimalarning mustahkamligini avvalo birlashtiruvchi tolalar tashkil etadi. Ularning orasida qollagen tolalar muhim o'rin tutadi. Ularning mustahkamligi cho'zilganda suyak to'qimalarnikiga teng. Arteriya devorlari $\delta=3 \cdot 10^6$ N da, vena devorlari esa $\delta=5 \cdot 10^5$ N da uziladi, ya'ni venalarni mustahkamligi kamroq. Tirik to'qimalarning ya'na bir hususiyati plastiklikdir. U o't pufagi, siydik pufagi, oshqazon, yurak va boshqa organlar uchun xarakterlidir. Plastiklik deb, ma'lum organda hech qanday og'irliksiz deformatsiya ta'sirini xis qilishdir. Plastiklik hususiyatiga asoslanib organlar hech qanday kuchlanishsiz yaxshigina cho'zilish hususiyatiga ega. Plastiklik hususiyatidan vena

qon tomirlari odam organizmidagi qonning $2/3$ qismini o'ziga sig'dira oladi va shuning uchun ular ***sig'miy tomirlar*** deyiladi.

Tirik to'qimalar uchun δ bilan ε orasidagi notekis bog'lanish xarakterlidir. Demak, Yung moduli konstanta emas, u o'zgaruvchan kattalik, u δ o'zgarishi bilan va deformatsiya darajasi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Notekis bog'lanish arteriya devorlarida yaqqol ko'rinadi. Ularning deformatsiyasi juda kichik kuch ta'sirlarida ham namoyon bo'ladi. Masalan, arterial qon bosimi ortishida, lekin deformatsiya darajasi fiziologik mustahkamlik chegarasiga yetishi bilan tomir devorlarini ya'na ham cho'zilishi uchun ancha katta urinish kerak bo'ladi. Bu bilan uning cho'zilishidan saqlanadi. Skelet mushaklari ham shunday holatda bo'ladi.

Agar tolalar yo'nalish o'qiga parallel ravishda yo'nalgan bo'lsa, geometrik va fiziologik kesimlar ustma-ust bir hil tushadi, agar tolalar ko'ndalang joylashsa, fiziologik kesim geometrik kesimdan kichik bo'ladi. Mushaklar ko'tara oladigan maksimal yukning uning fiziologik kesimiga nisbatiga ***absolyut mushak kuchi*** deyiladi va u **N/m** birligida ifodalanadi. Mushaklarning 2 hil ish rejimi bo'lib, biri - izometrik (ya'ni mushak o'zgarmas uzunlikda bo'lganda) va ikkinchisi - izotonik (ya'ni o'zgarmas kuch yoki cho'zilishda).

Mushak qisqarishlarining asosi

Mushak tolalarining apparati bo'lib, diametri $d=1\text{mkm}$ bo'lgan miofibrillalar hisoblanadi. Ularning har biri o'rtacha 2500 protofibrillalardan tashkil topadi va ipsimon aktin va miozin - oqsil molekulasidan iborat bo'ladi. Aktin iplari miozin orasida joylashadi. Miofibrillalar ketma-ket joylashgan disk shaklida bo'ladi. Disklardan biri (A disk) anizotropdir va u 2 marta yorug'likni sindirish hususiyatiga

ega, ya'ni oddiy nurdan ular qorong'u, polyarizatsiyalanganda - shaffof, ko'ndalang yo'nalganda - shaffof emas. Boshqa disklar 2 marta yorug'lik sinishini bermaydi va oddiy yorug'likda yorqin bo'lib ko'rinadi.

Mushaklar ishi. Ergometriya. Tayanch harakat apparatlardagi mexanik jarayonlar. Tayanch harakatlanish apparatlaridagi bo'g'imlar va richaglar.

Alohida mushak tolalari qisqarganda $2 \cdot 10^{-3}$ N kuch sarflanadi. Odam mushaklarida 30 ml'ga yaqin tolalar mavjud. Agar ular bir vaqtda bir yo'nalishda qisqarganda juda katta kuch hosil qilgan bo'lar edi, u $6 \cdot 10^4$ N ga teng. Mushaklar kuchi undagi tolalar miqdoriga teng. Mushaklarning ko'ndalang kesimi tolalar soniga teng va shunga qarab uning kuch imkoniyatlariga baho beriladi. Fiziologik ko'ndalang kesim deb, shu mushakni tashkil etuvchi tolalarning ko'ndalang kesim yig'indisiga aytiladi.

Agar tolalar yo'nalish o'qiga parallel ravishda yo'nalgan bo'lsa, geometrik va fiziologik kesimlar ustma-ust bir hil tushadi, agar tolalar ko'ndalang joylashsa, fiziologik kesim geometrik kesimdan kichik bo'ladi. Mushaklar ko'tara oladigan maksimal yukning uning fiziologik kesimiga nisbatiga ***absolyut mushak kuchi*** deyiladi va u **N/m** birligida ifodalanadi. Mushaklarning 2 hil ish rejimi bo'lib, biri - izometrik (ya'ni mushak o'zgarmas uzunlikda bo'lganda) va ikkinchisi - izotonik (ya'ni o'zgarmas kuch yoki cho'zilishda).

Miokard qorinchalari sistolaning ma'lum fazasida (klapanlar yopiq bo'lganda) izometrik rejimda qisqaradi, boshqa holatda (yarimoysimon klapanlar och holda) esa izotonik bo'ladi. Jag' mushaklari birlashganda

izometrik rejim asosida qisqargani uchun juda katta kuchlanish hosil qiladi.

Tayanch harakatlanish apparati bir-biriga tutashgan skelet suyaklarining mushaklar bilan birikishidan hosil bo‘ladi.

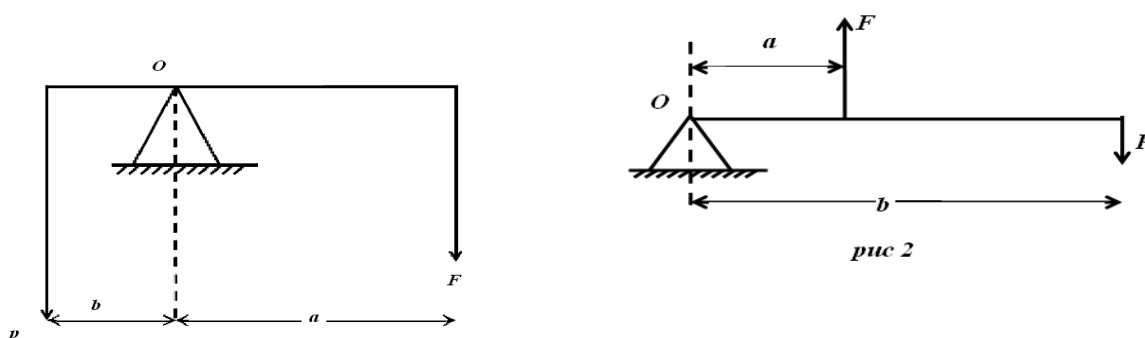
Mushaklar qisqarganda tortishish kuchi ta’sirida suyaklarni harakatga keltiradi, ular mushaklarning tayanch nuqtasidagi richaglar kabi ta’sirda bo‘ladi. Richag deb, aylanish o‘qiga ega bo‘lgan qattiq jismga aytiladi. U moment kuchi M bilan xarakterlanadi. $M=F \cdot \ell$, ya’ni u richag kuch yelkasi bilan kuch ko‘paytmasiga teng. Richaglarning 2 turi bo‘ladi: 1 - tur richaglarda kuch bir tomonga yo‘naltirilgan bo‘lib, tayanch nuqtasi O ta’sir etuvchi kuchlar orasida bo‘ladi.

Misol sifatida kalla suyagining 1 chi umurtqa bilan bog‘lanishini ko‘rsatish mumkin. Richagning muvozanat shartlaridan biri moment kuchlarining tengligidir:

$F \cdot a = P \cdot b$, bu yerda F - og‘irlik kuchi, P - boshning og‘irlik kuchi.

2 - turdagi richaglarda kuchlar qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi, tayanch nuqtasi esa kuch ta’sir etish nuqtasining bir tomonida joylashadi.

rasmda oyoq barmoqlari ko‘tarilishini ta’minlovchi kuch richagi tasvirlangan.



rasmda - tezlik richagi (yelka suyaklari).

Tenglik sharti: tayanch harakatlanish apparatidagi suyaklari bir-biri bilan bo'g'imlar orqali birlashadi. Bo'g'imlar mexanik xususiyatlarining asosiy parametri - erkinlik darajasi soni, ya'ni birikkan suyaklar aylanuvchi o'qlar soni. Bo'g'imlar bir, ikki yoki uch erkinlik darajali bo'lishi mumkin. Masalan, tirsak bo'g'imi 1 erkinlik darajasiga, yelka bo'g'imi 3 erkinlik darajasiga ega.

5-Mavzu: Jismlarning bir necha kuch ta'siridagi harakati, jismning muvozanat sharti.

Reja:

- 1. Jismning muvozanatlik sharti**
- 2. Gidrodinamika elementlari.**
- 3. Kuchni tashkil etuvchilarga ajratish**

Ta'yanch so'z iboralar; Bir necha kuch ta'siridagi harakat, kuchning ta'siri, gidravlik pres, Bles Paskal, bosim, gidrostatik bosim, Arximed qonuni, Arximed kuchi, cho'kish sharti, suzish sharti, Atmosfera bosimimuvozanat, tayanch reaksiya kuchi

Suyuqlik va gazlarga ayrim qatlamlar va mayda zarrachalar bir-biriga nisbatan istalgan yo'nalishda yerkin siljishi mumkin. Suyuqlik va gazlarga berilgan bosim hamma yo'nalishda bir xil uzatilib, bular zarrachaning erkin harakatlanishiga sabab bo'ladi. Gazlar bilan suyuqliklar orasidagi muhim farqlardan biri shundan iboratki, gazlar ixtiyoridagi borliq hajmini egallaydi, suyuqlik esa bor hajmning bir qismini egallaydi. Yana farqlaridan biri, bosim ta'sirida gazlar siqilsa, suyuqliklar esa deyarli siqilmaydi.

Kuchlar ta'sirida suyuqlik va gazlar harakatga kelishi yoki muvozanat holatda bo'lishi mumkin. Kuchning suyuqlik yoki gazga ta'siri bosim deb ataluvchi fizik kattalik bilan xarakterlanadi.

Vosim deb, sirtning bir birlik uuzaga perpendikulyar ravishda ta'sir qiluvchi kuchga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikga aytiladi, ya'ni

$$p=F/S \quad (1)$$

Agar F kuch burchak ostida ta'sir etsa, u holda bu kuchning normal tashkil etuvchisi olinadi. XV tizimidagi o'lchov birligi quyidagicha aniqlanadi:

$$[p]=[F]/[S]=1N/m^2=1Paskal \text{ (Pa)}$$

Fransuz olimi Blez Paskal berk idishdagi suyuqlik yoki gazga quyiladigan tashqi kuchning ta'sirini aniqladi.

Muvozanatda turgan suyuqlik yoki gazlarga berilgan tashqi bosim hamma yo'nalishlarda tomonga bir xil uzatiladi, ya'ni

$$p_1 = p_2, \quad F_1 / S_1 = F_2 / S_2 \quad (2)$$

Gidravlik pressning katta porshenining yuzi kichik porshenning yuzidan necha marta katta bo'lsa, gidravlik pressda kuchdan shuncha marta yutiladi.

Suyuqlik va gazlarning Yerga tortilish kuchi sababli tayanch yuziga bosim beradi.

Gidrostatik yoki aerostatik bosim deb, suyuqlik yoki gazlar ustunining og'irlik kuchi bergan bosimiga aytiladi.

Kesimining yuzi S bo'lgan silindr idishga quyilgan suyuqlik ustunining balandligi h va bu suyuqlik ustunining og'irligi r bo'lsa, uning idish tubiga bergan bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \frac{p}{S} \quad (3)$$

Suyuqlik ustunining og'irligi $p = dV = dSh$ formula bilan aniqlanadi.

Bu yerda d suyuqlikning solishtirma og'irligi bo'lib, suyuqlikning zichligi orqali quyidagicha yoziladi:

$$d = \rho h. \quad (4)$$

U holda (3) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$R=dS=\rho sh. \quad (5)$$

Gidrostatik bosimni quyidagicha ta'riflash mumkin. Suyuqlik yoki gaz ustunini hosil qilgan gidrostatik yoki aerostatik bosimi suyuqlik yoki gaz solishtirma og'irligining shu ustun balandligiga ko'paytmasiga teng.

Suyuqlikning idish yon devoriga bergan o'rtacha bosimi idish tubiga bergan bosimdan ikki marta kichik bo'ladi.

$$P=dh/2 \quad (6)$$

Tutash idishlar deb, tublari tutashtirilgan ikkita vertikal idishlar tizimiga aytiladi,

Har qanday shakldagi tutash idishlarning tirsaklaridagi bir jinsli suyuqlik ustunlarining balandligi bir xil bo'ladi:

$$h_1 = h_2.$$

Agar tutash idishlarga bir-biriga aralashmaydigan ikki xil suyuqlik qo'yilsa, u vaqtda Paskal qonuniga asosan

$$P_1 h_1 = P_2 h_2$$

Bundan

$$h_1/h_2 = P_2/P_1 \quad (7)$$

kelib chiqadi.

Nar qanday shaklda tutash idishlarning tirsaklaridagi har xil suyuqlik ustunlarining balandliklari suyuqlik zichliklariga teskari proporsionaldir.

Arximed qonuni: Suyuqlik yoki gazga botirilgan har qanday jism oʻz hajmiga teng ogʻirlikdagi suyuqlik yoki gazni siqib chiqoradi. Arximed qonunini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$F_A = \rho g v,$$

Bu yerda ρ -suyuqlikning zichligi, v -jismning hajmi.

Aylanma harakat dinamikasi. Markazga intilma kuch

Jism aylana boʻylab harakatlanganda unda markazga intilma tezlanish paydo boʻladi. Har qanday jism tezlanish bilan harakatlanayotganda Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan shu jismga

$$F = ma \quad (8)$$

F kuch taʼsir qiladi. Demak, aylana boʻylab tekis harakatlanayotgan jismga markaz tomon yoʻnalgan markazga intilma kuch taʼsir qiladi. (8) formuladagi a oʻrniga markazga intilma tezlanishi ifodasi qoʻyilsa markazga intilma kuch formulasi hosil boʻladi, yaʼni

$$F = m \frac{v}{R} = m \omega^2 R = m \omega v = P \omega \quad (9)$$

bu yerda P -jism impulsi.

Bu kuch aylana boʻylab harakatlanayotgan jismga qoʻyilgan boʻlib, jimga taʼsir qiluvchi barcha kuchlarning teng taʼsir etuvchisidir.

(9) formuladan koʻrinadiki, markazga intilma kuch chiziqli tezlikka bogʻliq: tezlik ortgan sari bu kuch ham orta boradi. Shuning uchun, tezlik qancha katta boʻlsa, avtomobillarning burilishi shuncha ogʻir ekanligini haydovchilar yaxshi bilishadi.

Markazga intilma kuch ham qandaydir alohida kuch yemas. Nar qanday boshqa kuchlar kabi, u ham berilgan jismga boshqa jismlar taʼsirini xarakterlaydi.

Jismlar harakatiga markazga intilma kuchning ta'siri bo'lgan holatni ko'rib o'taylik .

1.14- rasmda radiusi R bo'lgan botiq ko'prikdan m massali avtomobil V tezlik bilan o'tayotgan bo'lsin. Shu avtomobilning ko'prikgacha bosim kuchi nimaga tengligini aniqlaylik.

Vu holda avtomobilga ikki kuch:avtomobilning og'irlik kuchi va ko'rrikning avtomobilga kursatgan bosim kuchi ta'sir qiladi.

Avtomobil tinch turganda bu kuchlar son jihatdan teng va uo'nalishlari vertikal qarama - qarshi bo'lib, ular bir-birini muvozanatlaydi.

Ko'prikdan V tezlik bilan o'tayotgan avtomobilga ko'prikkacha Q kuch bilan avtomobilning og'irlik kuchiga qarama-qarshi kuch bilan ta'sir etadi. Bu kuch avtomobilning og'irligi P va uning markazga intilma kuchi F bilan muvozanatlanadi.

$$Q = P + F = P + \frac{mv^2}{R} \quad (10)$$

Ko'prikkacha avtomobilga qanday kuch bilan ta'sir etsa, Nyutonning uchinchi qonuniga muvofiq avtomobil ham ko'prikkacha shunday kuch bilan bosadi.

Demak, botiq ko'prikkacha avtomobilning bosim kuchi uning og'irlik kuchiga nisbatan $F = \frac{mv^2}{R}$ markazga intilma kuch miqdoriga katta bo'ladi.

Shuning uchun botiq ko'priklar qurish foydali bo'lmaydi.

2. 15- rasmda esa P og'irlikdagi avtomobilning radiusi R bo'lgan qabariq ko'prikdan bo'tish holini qaraylik. Bu holda markazga intilma kuch egrilik markazi tomon yo'nalganligi tufayli ko'prikkacha botiq tomoniga, ya'ni og'irlik kuchi P tomoniga yo'nalgan va natijada F , P , Q

kuchlar o'zaro

$$F=P-Q$$

munosabatida bo'ladi. Bundan esa

$$Q = P - F = P - \frac{mv^2}{R} \quad (11)$$

Shunday qilib, qabariq ko'prikda avtomobilning ko'prikga bosim kuchi og'irlik kuchidan - markazga intilma kuch miqdoriga kichik bo'ladi. Demak, qabariq ko'priklarga undan o'tuvchi transportlarning bosim kuchi og'irlik kuchidan kichik bo'ladi.

Shuning uchun bunday ko'priklar qurish foydalidir va shu tufayli ko'rriklar qabariq qilib quriladi.

Ko'rib o'tilgan hollarda jismga ta'sir qiluvchi kuchlar (P, F va Q) bir to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan edi. Endi bu kuchlarning bir- biriga burchak ostida ta'sir yetgan holni qaraylik. Bunga misol qilib, biror OO' o'q atrofida aylanayotgan stol chetida o'rnatilgan shoqulning harakatini keltirish mumkin.

U holda Q va R kuchlar bir-biriga biror α burchak hosil qilib aylanadi (16-rasm). Bu vaqtda P va Q kuchlarning teng ta'sir etuvchisi $F = \frac{mv^2}{R}$ aulana markazi tomon uo'naladi. Bu formnlada R - sharcha markazidan aulanish o'qi yo'nalishigacha bo'lgan masofa. FAP uchburchakdan shoqulning aulanma harakati davomida og'ish burchagi α ni topish mumkin, ya'ni

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F}{P} = \frac{m\omega^2 R}{mg} = \frac{\omega^2 R}{g} \quad (12)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, burchakli tezlikning ortishi bilan shoqulning og'ish burchagi ham orta boradi. Berilgan ifodada R va burchak aniq bo'lsa markazga intilma kuchni yoki tezlanishni aniqlash mumkin.

SAQLANISH QONUNLARI.

6-Mavzu: Jisim impulsi va kuch impulsi, impulsning saqlanish qonuni, reaktiv harakat, mexanik ish.

Reja:

1. Jism impulsi, kuch impulsi
2. Impulsning saqlanish qonuni
3. Mexanik ish

Ta'yanch so'z iboralar; impuls, jism impulsi, kuch impuls, tezlik, massa, erkin tushish tezlanish, energiya, energiya saqlanish qonuni, vector kattalik, mexanik ish joul, ish birligi, quvvat, vatt, manfiy ish, foydali ish koeffisienti, kinetic va potensial energiya

Nyutonning 2-qonunidan

$$F = ma = m(v_2 - v_1) \quad (1)$$

Vu ifodadagi v_1 va v_2 - mos ravishda kuch ta'sir etguncha va undan so'ng t vaqtdan keyingi tezliklar.

Jism massasining tezligiga ko'paytmasi shu jismning impulsi yoki harakaftmiqdori deyiladi, ya'ni

$$R = mv.$$

Jismning impulsi vektor kattalik bo'lib, uning P vektorning yo'nalishi v vektorning yo'nalishi bilan mos tushadi. Uning birligi

$$[P] = [m] [v] = \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

qabul qilingan. U holda (1) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$F = \frac{(P' - P)}{t} \text{ yoki } Ft = P' - P = mv' - mv \quad (2)$$

Demak, ixtiyoriy jism impulsining doimiy kuch ta'siridagi

o'zgarishi kuchning uni ta'sir etish vaqtiga ko'paytmasi (bu kuch impulsi deyiladi) bilan aniqlanadi. Vu mulohaza bitta jismga tegishlidir.

Bir-biriga tomon v_1 va v_2 tezliklar bilan harakatlanayotgan m_1 va m_2 massali ikki elastik jismdan tashkil topgan yopiq tizimni tekshiraylik.

Vu jismlarning impulslari mos ravishda m_1v_1 va m_2v_2 bo'ladi.

Ularning to'qnashishi t vaqt davom etadi deylik. To'qnashish jarayonida Nyutonning uchinchi qonuniga asosan, $F_1 = -F_2$ kuchlar bilan ta'sirlashadi. Bu tenglikning ikkala tarafini t ga ko'raytirsak:

$$F_1t = -F_2t \quad (3)$$

hosil bo'ladi.

Demak, jismlarga ta'sir etuvchi kuch impulslarining kattaliklari teng va yo'nalishlari jihatidan qarama-qarshi tomonga yo'nalgandir. Ta'sirlashuv natijasida jismlarning tezliklari v_1' va v_2' ga o'zgaradi. U holda jismlarning ta'sirlashuvidan keyingi impulslari m_1v_1' va m_2v_2' bo'ladi va natijada quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F_1t = m_1v_1' - m_1v_1 \quad \text{va} \quad F_2t = m_2v_2' - m_2v_2 \quad (4)$$

Bu ifodalarni (3) tenglikka qo'ysak

$$m_1v_1' - m_1v_1 = m_2v_2' - m_2v_2$$

tenglama hosil bo'ladi. Bunda esa

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

ifoda hosil bo'ladi.

Demak, uoriq tizimini tashkil qilgan jismlar impulslarining vektor yig'indisi bu tizimdagi jismlarning bir-biri bilan bo'ladigan har qanday o'zaro ta'sirida o'zgarmaydi. Bu impulsning saqlanish qonunidir. Impulsning saqlanish qonuni reaktiv harakatda yorqin namayon boladi. Reaktiv harakat jism va shu jismdan tashqariga chiqarib yuboriladigan modda orasidagi ta'sirlashishga asoslangan. Harakat miqdorining

saqlanish qonuni tabiatning asosiy qonunlaridan biri bo‘lib, har qanday o‘zaro ta’sirlashuvchi jismlar uchun bajariladi. O‘q uzish rautida miltiqning orqaga tepishi xuddi shu harakat miqdorining saqlanish qonunining amal qilishidir.

Hozirgi zamon to‘plari otuvchi zaryadlar juda og‘ir va juda katta tezlikga ega bo‘lganligidan (reaktiv katyushalar) to‘plar tepkini qaytaradigan maxsus mexanizmlar bilan ta'minlanadi.

$$F = m \frac{v_1' - v_1}{t}$$

tenglamadan ko‘rinadiki, harakat miqdorining o‘zgarishi

$$(\Delta mv = mv_1' - mv)$$

son jihatidan (kuchning vaqtiga ko‘paytmasiga kuch impulsu (Ft) deyiladi.) kuch impulsiga teng , ya'ni

$$Ft = mv_1' - mv \quad (5)$$

Shuning uchun, harakat miqdorining saqlanish qonuniga impulsning saqlanish qonuni ham deb yuritiladi. Shu qonunning amal qilishi tufayli reaktiv harakat yuzaga keladi.

Reaktiv harkat deb, jismning biror qisnu undan qandaydir tezlik bilan otilib chiqqanda jismning qarama - qarshi yo‘nalishida olgan harakatiga aytiladi. Reaktiv harakatni hosil qiluvchi kuchqa reaktiv kuch deyiladi. Birinchi reaktiv uchirilgan apparat raketa loyihasi 1881 yilda rus injeneri N.I.Kibalchich tomonidsn aytilgan edi. Sayyoralar aro uchuvchi raketalar yaratishda rus olimi K.Ye.Siolkovskiyning xizmatlari buyuk.

Reaktiv dvigatelli samolyot va raketalarining harakati harakat miqdorining saqlanish qonunining amalda qo‘llanishidan dalolat beradi.

Mexanik ish.

Kundalik turmushda siz ish qilib charchadim, bugun falon ishni bajardim kabi iboralarini ko‘r eshitgansiz. Vu vaqtda qo‘llaniladigan ish tushunchasi fandagi ish tushunchasidan kengroq ma'noda ishlatiladi.

Insoniyat o‘z aqlini taniganidan buyon kishilar qo‘l mehnatini yengillashtiradigan, uni tezlashtiradigan va kishi mehnatining o‘rnini bosa oladigan turli xil mashinalardan, mexanizmlardan foydalanib kelgan. Bu mexanizmlar, mashinalar qisqa vaqt ichida ko‘proq ish bajarishga yoki inson o‘z kuchi hisobiga bajara olmaydigan ishlarni bajarishga yordam beruvchi qurilmalardir. Shunday ekan, ish deb nimaga aytiladi? Biz biror kuch ta'sirida aravachani yurgizamiz, yukni siljitamiz, prujinani cho‘zamiz va h.k. Bu vaqtda malum ish bajaramiz, ya'ni kuch ta'sirida jismni ma'lum masofaga ko‘chiramiz. Ko‘chish bo‘lmasa ish ham bajarilmaydi.

Agar jism o‘z inersiyasi bilan harakatlanayotgan bo‘lsa va bu harakatda hech qanday qarshilikga uchramasa ham ish bajarilmaydi. Demak, jism ko‘chsa ham unga kuch qo‘yilmasa ish bajarilmaydi.

Jismga qo‘yilgan kuch qancha katta bo‘lsa va bu kuch ta'sirida ko‘chish qancha katta bo‘lsa ish ham shuncha katta bo‘ladi. Masalan, yuk qancha og‘ir va u qancha yuqoriga ko‘tarilsa shuncha ko‘r ish bajariladi.

Shunday qilib, mexanik ish deb, kuchning kuch yo‘nalishidagi ko‘chish masofasiga ko‘paytmasiga aytiladi. Agar ishni A , kuchni F va ko‘chish masofasini S harfi bilan belgilasak ish ifodasini quyidagicha yozamiz:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} \quad (1)$$

Bu formula kuch o‘zgarmas bo‘lib, uning yo‘nalishi harakat

yoʻnalishi bilan mos kelgandagina oʻrinlidir. 17- rasmda koʻrsatilganidek agar kuch yoʻnalishi harakat yoʻnalishi bilan mos kelmasdan, biror burchak tashkil etsa, u holda kuchni harakat yoʻnalishida(F_x) va unga perpendikulyar (F_y) boʻlgan tashkil etuvchilarga ajratamiz.

Bu holda kuchning harakat yoʻnalishidagi tashkil etuvchisigina ish bajaradi. Unga perpendikulyar boʻlgan tashkil etuvchi esa ish bajarmaydi.

Chunki, perpendikulyar yoʻnalishida koʻchish uoʻq, demark, bu holda

$$A = F_x S = 0, A = F_x S \quad (2)$$

rasmdan koʻrinadiki,

$$F_x = F \cos \alpha \quad (3)$$

F_x ning bu qiymatini (2) ga qoʻysak

$$A = FS \cos \alpha \quad (4)$$

hosil boʻladi.

Shundau qilib, umumiy holda mexanik ish kuchning bosib oʻtgan yoʻlga va kuch bilan yoʻl orasidagi burchakning kosinusiga boʻlgan koʻpaytmasi bilan topiladi.

Bu formuladan koʻrinadiki, $\alpha = 0$ boʻlsa (1) formula oʻrinli boʻladi. Bu holda kuch yoʻnalishi bilan koʻchish yoʻnalishi mos keladi; $\alpha = 90^\circ$ boʻlganida ish bajarilmaydi;

$0 < \alpha < 90^\circ$ va $270^\circ < \alpha < 360^\circ$ boʻlganida bajarilgan ish musbat, $90^\circ < \alpha < 270^\circ$ boʻlganda esa bajarilgan ish manfiy boʻladi.

Masalan: jismni yuqoriga koʻtarayotganda ogʻirlik kuchining bajargan ishi manfiy pastga tushayotganda yesa, bajargan ishi musbat boʻladi.

Ish birligi qilib XV tizimida Joul (J) qabul qilingan. 1N kuchning 1

metr masofada bajargan ishga 1 Joule deyiladi:

$$1J = lN \cdot m$$

yani, texnik birliklar tizimida ishni $kG \cdot m$ birlikda ham o'laydilar.

$$1kG \cdot m = 9,8Nm = 9,8 J \text{ ga teng.}$$

Quvvat

Mashina va mexanizmlarning biror ishni bajara olishidan tashqari qancha vaqtda bajara olishi ham muhimdir. Masalan. DT-54 traktori bir ish kuni davomida haydagan yerni «Kiroves» traktori 4 soat davomida hayday oladi.

Turli xil mashinalarning ma'lum vaqtda ish bajara olish qobiliyatini xarakterlash maqsadida quvvat tushunchasi kiritiladi. Mashina ma'lum vaqt ichida qancha ko'ra ish bajarsa uning quvvati shuncha katta bo'ladi.

Quvvat turli xil mashina, mexanizm, odam va hayvonlarning ma'lum vaqt oralig'ida qancha ish bajara olishini xarakterlaydi.

Shunday qilib, vaqt birligi ichida bajarilgan ishga son jihatdan teng bo'lgan kattalikka quvvat deyiladi.

Quvvatni N harfi bilan belgilasak, unda uni ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$N = A/t. \quad (5)$$

N quvvatga ega bo'lgan mashinaning t vaqt davomida bajargan ishi esa,

$$A = Nt \quad (6)$$

orqali topiladi.

Ta'kidlash kerakki, (5) ifoda bilan aniqlanadigan quvvat o'rtacha

quvvatni bildiradi. Aurim hollarda mashinalar quvvati shu o'rtacha quvvatdan ozgina farq qilishi mumkin.

Masalan: balandlikka chiqayotgan avtomobil o'z quvvatidan ortiqroq quvvat bilan ishlaydi. Mexanik ish

$$A=F*S$$

yekanligini nazarga olsak, quvvat ifodasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N = F*S/t=Fv \quad (7)$$

Demak, quvvat son jihatdan kuch bilan tezlikning ko'paytmasiga teng bo'lar ekan. Bu formuladan ko'rinadiki, mashinalar quvvatini o'zgartirmagan holda ularning harakat tezliklarini kamaytirib, tortish kuchlarini oshirish mumkin ekan.

XV tizimida quvvat birligi qilib, 1 sekund davomida 1 Joul ish bajaradigan quvvat birligi qabul qilingan. Bu birlikka 1 Vatt (Vt) deyiladi, ya'ni $1Vt=1J/1s$. Texnik birliklar tizimida quvvat birligi qilib $1kGm/s$ qabul qilingan. Amaldagi texnik birliklar tizimida quvvat birligi qilib ot kuchi qabul qilingan.

$$1 \text{ ot kuchi} = 75 \text{ kGm/s}=736Vt.$$

Ko'r hollarda quvvatni vaqtdan ming marta katta bo'lgan kVt (kilovatt) larda o'lchaydilar.

Mashina mexanizmlarning foydali ish kooeffisienti

Mashina va mexanizmlar ish bajarganda kuchning hammasi ham foydali ish bajarishga sarf bo'lavermaydi. Kuchning bir qismi qarshiliklarni, ishqalanishlarni yengishga, ya'ni behudaga sarf bo'ladi.

Shuning uchun harakatlantiruvchi kuch bajaradigan to'liq ish

foydali ishdan hamma vaqt katta bo‘ladi.

Mashina va mexanizmlar baj argan foydali ishning to‘liq umumiy ishga nisbatiga foydali ish koeffisienti (FIK) deyiladi. FIKni η harfi bilan belgilasak, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \frac{A_{foy}}{A_{um}} * 100\%$$

Masalan: rasmda ko‘atilganidek og‘irligi P bo‘lgan jismni balandlikka ko‘tarishda uzunligi L bo‘lgan qiya tekislikdan foydalanilayotgan bo‘lsin. Jismni qiya tekislik bo‘ulab ko‘tarishi uchun F kuch qo‘yish zarur. Ammo ishqalanishni ham yengish uchun $F+f$ kuch qo‘yish talab etiladi.

Bunda $Ph=Fl$ (5) foydali ish bajariladi. Bu vaqtda bagariladigan to‘liq ish

$$A_{to'l}=(F+f)l \quad (8)$$

U holda qiya tekislikning foydali ish koeffisienti

$$\eta = \frac{F}{F + f} \quad (9)$$

Istalgan mexanizmning FIK xuddi shunday topiladi.

Energiya potensial energiya. Kinetik energiya.

Odatda ish bajarish imkoniyatiga ega bo‘lgan jismlarga energiyaga ega deyiladi. Energiya so‘zi grekcha «energiya» so‘zidan olingan o‘lib “faoliyat” ma’nosini anglatadi.

Jismlar harakatini yoki bir- biriga nisbatan vaziyatini baholashda energiya tushunchasi asosiu rol o‘ynaydi.

Yenergiya jismlar uoki jismlar sistemasining ish bajara olish qobiliyatini xarakterlovchi kattalikdir.

Boshqacha autganda bajarilishi mumkin bo‘lgan ishning miqdori jismdagi yoki jismlar sistemasidagi energiya jamg‘armasini (zapasini)

ko'rsatadi. Bundan ko'rinadiki, ish qanday birliklarda o'lchansa, energiya ham shu birlikda o'lchanadi.

Jismlarning yoki jism qismlarining bir-biriga nisbatan joylashish o'rni yoki vaziyatiga bog'liq bo'lgan yenergiyasiga rotensial yenergiya deyiladi.

Masalan: P og'irlikda jism Yerga nisbatan h balandlikga ko'tarilganda $W_p = Ph$ potensial energiyaga ega bo'ladi yoki h balandlikdan tushayotgan R og'irlikka ega bo'lgan jism $A = Ph$ ish bagara oladi.

Bundan ko'rinadiki

$$W_p = A = Ph = mgh \quad (10)$$

ga teng.

Gidroelekt stansiyalarida tug'onlar tufayli sathi ko'tarilgan suvlarning rotensial energiyasidan bu suvlarning rastga oqishida elektrostansiya turbinalariui harakatga keltirishda foydalaniladi.

Yer sirtidan ma'lum balandlikka ko'tarilgan jismlardan tashqari deformatsiyalangan elastik jismlar ham potensial energiyaga ega bo'ladilar.

Ma'lumki, cho'zilishdagi elastiklik kuchining kattaligi deformatsiya (1) qiymatiga to'g'ri rroporsional.

$$F_{el} = \Delta kl \quad (11)$$

Bu kuchning bajargan ishi snu kuchning o'rtacha qiymati $F_{o'r} = \frac{F_{el}}{2}$ bilan aniqlanganligi uchun, chuzilgan prujinaning siqilishidagi bajargan ishi

$$A = F_{o'r} \Delta l = \frac{k\Delta l}{2} \Delta l = \frac{k\Delta l^2}{2}$$

son jihatdan shu prujinaning potensial energiyasiga teng bo‘ladi.

$$A = W_p = \frac{k\Delta l^2}{2} \quad (12)$$

Bunda k-prujinaning birkligi. Siqilgan gaz yoki cho‘zilgan (siqilgan) prujinalarning potensial energiyasidan amalda keng ko‘lamda foydalaniladi.

Harakatlanayotgan har qanday massali jism ham ish bajarish qobiliyatiga - energiyaga ega. Jismlarning harakati tufayli olgan energiyasiga kinetik energiya deyiladi.

Kinetik energiya nimalarga bog‘liq ekanligini bilish uchun qo‘yidagi tajribani qilib ko‘raylik. Qiya novdan metal sharchani yumalatsak, u o‘z yo‘lidagi g‘o‘laga kelib uriladi va uni orqaga bir muncha siljitadi, ya'ni ma'lum ish bajaradi. Rasmda keltirilganidek.

Tajriban+i turli xil massadagi sharchalar uchun o‘tkazib va qiya tekislikdan turli xil balandlikdan bu sharchani yumalatib g‘o‘laning surilish masofasi, ya'ni bajargan ishning kattaligi sharcha massasiga va uning g‘o‘laga kelib urilish tezligiga bog‘liq ekanligini ko‘rishimiz mumkin.

Bu vaqtda bajari1gan ish

$$A = F \cdot S \quad (13)$$

Bu formulada R sharchaning g‘o‘laga masofasi

Bunda g‘o‘laga ta'sir etuvchi kuch tezlanuvchan harakat qilganligi uchun

$$S = \frac{at^2}{2}$$

ekanligini inobatga olsak ,

$$W_k = A = \frac{ma * at^2}{2} = \frac{m(at^2)}{2} = \frac{mv^2}{2} \quad (14)$$

Bu yerda v -sharchaning g' o' laga urilish rautidagi tezligi. Bu vaqtda bajarilgan ish son jihatdan sharchaning harakat tufayli o'lgan kinetik energiyasiga W_k teng

$$W_k = A = \frac{mv^2}{2} \quad (15)$$

Bu ifodadan ko'rinadiki, $v=0$ bo'lsa, jism kinetik energiyaga ega bo'lmaydi.

Yenergiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishi. Yenergiyaning saqlanish va aylanish qonuni.

Vir-birlari bilan ta'sirlashuvchi jismlar bir vaqtning o'zida ham kinetik, ham potensial energiyaga ega bo'lishi ari mumkin.

Masalan, rasmda ko'rsatilganidek biror nuqtaga osilgan m massali h uzunlikga ega bo'lgan matematik mayatnikning tebranishini qaraylik.

Bunday tebranuvchi mayatnikni yopiq sistema deb qarash mumkin. Yopiq sistema deb, o'zaro ta'sirlashuvchi, tashqi kuchlarning ta'siri bo'lmagan sistemaga aytiladi.

Mayatnik muvozanat vaziyatdan eng chetki biror masofaga siljirilganda u muvozanat vaziyatga nisbatan $W_p = mgh$ potential energiyaga yega bo'ladi, Mayatnik erkin qo'yib yuborilsa u muvozanat holat atrofida tebrana boshlaydi. Muvozanat holatga qaytishda uning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylana boradi.

Muvozanat holatga kelganda uning barcha potensial energiyasi kinetik $W_k = \frac{mv^2}{2}$ energiyaga aylanadi. Kinetik energiya ega bo'lgan jism o'z o'rnida tinch tura olmaganligi tufayli, u o'z harakatini qarama qarshi tomonga davom ettiradi va barcha kinetik energiya yana potensial

energiyaga aylanguncha u ko'tarila boradi va yana h balahdlikga ko'tarilib to'xtaydi.

Keyin esa teskari uo'nalishda harakatni davom ettiradi. Demak bunday sistemada $W_k + W_p = \text{const}$. Bunday tebranish ishqalanish kuchlari va muhitning qarshilik kuchlarini yengib, ma'lum ish bataradi va berilgan energiya tamomlanguncha tebranma harakat davom etadi. Bu vaqtda berilgan boshlang'ich energiya besamar yo'q bo'lib ketmaydi. Bu ish natijasida energiyaning boshqa turlari yuzaga keladi. Masalan, ishqalanish tufayli sharcha va havo zichligi. Natijadn. sharcha va atrofdagi havoning holati o'zgaradi, ya'ni ularning ichki energiyalari oitadi. Jismni tashki1 etuvchi zarralar (molekula va atomlar)ning barcha kinetik va potensial energiyalarining uig'indisiga ularning ichki energiyalari deyiladi.

Ishqalanishlar tufayli jismning mexanik energiyasi, uning ichki energiyasiga aylanadi. Shunday qilib, energiya uo'qolmaydi, uo'qdan bor bo'1maydi, bordan yuq bo'1maudi. U faqat bir turdan ikkinchi turga o'tadi.

Ana shu fikrga energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanishi qonuni deyiladi. Bu fikr1arning barchasi yopiq sistemalar uchun o'rinlidir.

Kinetik va potensial energiya

Kinetik energiya jism mexanik harakatining o'lchovidir va bu harakatni vujudga keltirish uchun bajarilgan ish bilan baholanadi.

Agar $\vec{F}$ kuch tinch turgan jismga ta'sir etib, unga $\vec{v}$ harakat tezligini bersa, u holda u ish bajarib jismning harakat energiyasini shu bajarilgan ish miqdoriga oshiradi. Shunday qilib, bu bajarilgan ish jismning kinetik energiyasining oshishiga olib keladi.

$$dA = dW_k$$

Nyuton II qonunining skalyar formasidan foydalansak

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

bajarilgan ishni quyidagicha ifodalashimiz mumkin.

$$dA = F \cdot dS = m \frac{dv}{dt} \cdot dS$$

$$v = \frac{dS}{dt} \text{ bo'lgani uchun;}$$

$$dA = m dv \cdot \frac{dS}{dt} = m v \cdot dv = dW_k$$

To'la kinetik energiya ifodasi esa

$$W_k = \int_0^v m v \cdot dv = m \cdot \int_0^v v \cdot dv = \frac{mv^2}{2}$$

ga teng bo'ladi.

Shunday qilib v - tezlik bilan harakatlanayotgan, m – massali jismning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{mv^2}{2},$$

ga teng ekan. Kinetik energiya m – massaga bog'liq bo'lishi bilan harakat tezligi funksiyasi hamdir.

Potensial energiya - umumiy mexanik energiyaning bir qismi bo'lib, jismlarning bir-biriga nisbatan qanday holatda turishi va ular orasidagi ta'sir kuchlarining xarakteriga bog'liqdir.

Agarda jismlarning o'zaro ta'siri kuch maydonlari orqali bajarilsa

(masalan, elastik kuch maydoni, gravitatsiya kuchi maydoni, elektr ta'sir kuchi maydoni) bu holda jismni ko'chishida bajarilgan ish, bir nuqta bilan ikkincha nuqta orasidagi traektoriyaga bog'liq bo'lmay, jismning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liqdir. Bunday ish bajaradigan maydonlar **potensial maydonlar** deb ataladi va ularda ta'sir qiluvchi kuchlar **konservativ kuchlar** deb ataladi.

Agarda kuch bajargan ish harakat traektoriyasiga bog'liq bo'lsa, bunday kuchlar **disipativ kuchlar** deb ataladi.

Kuchning potensial maydonida turgan jism W_n - potensial energiyaga ega bo'ladi.

Odatda jismning ma'lum bir holatdagi potensial energiyasini nol deb hisoblab, hisob boshini belgilashadi. Boshqa holatdagi energiya hisob boshidagi holatga nisbatan aniqlanadi. Shuning uchun ayrim vaqtlarda potensial energiyalar farqi degan tushunchadan foydalaniladi.

Jismga qo'yilgan konservativ kuchlar bajargan ish, shu jism potensial energiyasini o'zgarishiga tengdir.

$$dA = -dW_n,$$

Bunda potensial energiya **sarf bo'lishi natijasida ish bajarilgani uchun** minus ishora paydo bo'ldi. Bajarlilgan ish $dA = Fdr$ bo'lgani uchun

$$Fdr = -dW_n.$$

Agarda $W_n(r)$ - funksiya aniq bo'lsa, kuchning moduli va yo'nalishini aniqlash mumkin.

$W_n(r)$ funksiyaning aniq ko'rinishi kuch maydonining xarakteri bilan aniqlanadi. Masalan, Yer sirtidan h balandlikka ko'tarilgan jismning potensial energiyasi

$$W_n = \int dW_n = \int_0^h Pdh = mgh ,$$

ga tengdir.

Bu yerda potensial energiya h balandlikdan tushayotgan m massali jismning bajargan ishiga tengdir.

Tizimning to'liq energiyasi, doimo mexanik harakat va o'zaro ta'sir energiyalarning yig'indisidan iboratdir.

$$W = W_k + W_n ,$$

Energiyaning saqlanish qonuni

Energiyaning saqlanish qonuni – ko'pgina tajribaviy ma'lumotlarning umumlashgan natijasidir. Bu qonunni miqdor jihatdan nemis vrachi Yu.Mayer va nemis tabiatshunosi G.Gelmgolslar ifodalab berishgan.

Massalari $m_1, m_2, \dots, m_n$, va $v_1, v_2, \dots, v_n$ tezlik bilan harakatlanayotgan moddiy nuqtalardan iborat bo'lgan yopiq tizimni olaylik.

Har bir moddiy nuqtaga $f_1, f_2, \dots, f_n$ teng ta'sir etuvchi ichki konservativ kuchlar va $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ teng ta'sir etuvchi tashqi kuchlar ta'sir etayotgan bo'lsin.

$v \ll c$ bo'lganda, moddiy nuqtalar massalari o'zgarmaganligi sababli, ularga Nyutonning II qonunini tadbqiq etish mumkin:

$$m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt} = \vec{f}_1 + \vec{F}_1$$

$$m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt} = \vec{f}_2 + \vec{F}_2$$

.....

$$m_n \frac{d\vec{v}_n}{dt} = \vec{f}_n + \vec{F}_n$$

Barcha nuqtalar qandaydir dt vaqt oralig'ida $dx_1, dx_2, \dots, dx_n$ masofalarga ko'chgan bo'lsin. Shu ko'chishlarni tezlik orqali, skalyar ko'rinishda ifodalasak, quyidagilarga ega bo'lamiz:

[illegible]

Yopiq tizim uchun, uning moddiy nuqtalariga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar yig'indisi nolga tengdir

$$F_1 + F_2 + + F_n = 0 \text{ .}$$

Shu sababli yuqoridagi tenglamalarni jamlasak, quyidagiga ega bo‘lamiz

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i dv_i - \sum_{i=1}^n f_i \cdot dx_i = 0.$$

Bu yerda

$$\sum_{i=1}^n m_i v_i dv_i = \sum_{i=1}^n d\left(m_i \frac{v_i^2}{2}\right) = dW_k,$$

dW_k – tizim kinetik energiyasining cheksiz kichkina o'zgarishidir

$$-\sum_{i=1}^n f_i \cdot dx_i = 0 \quad \text{yopiq tizim ichida moddiy nuqtalarning ichki}$$

konservativ kuchlarga qarshi bajargan ishidir va u tizim potensial energiyasini o'zgarishiga tengdir

$$dA = -dW_n$$

Butun yopiq tizim uchun

$$dW_k + dW_n = 0$$

ga teng. Demak yopiq tizimning to'liq mexanik energiyasi

$$W_k + W_n = W = \text{const} \quad ,$$

ga ega bo'lamiz.

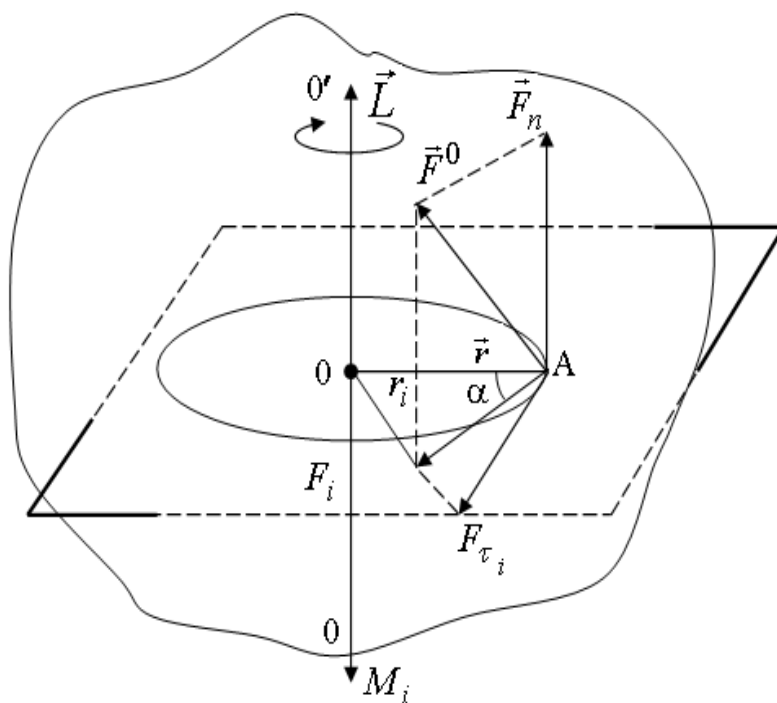
ifoda mexanik energiyaning saqlanish qonunidir.

Jismlarning yopiq tizimida faqat konservativ kuchlar ta'sir etsa, mexanik energiya saqlanib qoladi yoki vaqt bo'yicha o'zgaras bo'ladi.

7-Mavzu: Kuch momenti

Qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy kattaliklari - impuls momenti va kuch momenti tushunchalari bir-biri bilan chambarchas bog'liqdir. Kuch momenti nuqtaga nisbatan bo'lsa, impuls momenti o'qqa nisbatandir. Shuning uchun ularni bir-biri bilan almashtirish mumkin emas. Har qanday vektorning biror nuqtaga nisbatan momenti vektor kattalik bo'lgani uchun, kuch momenti ham vektor kattalikdir. Impuls momenti esa vektor kattalik emas.

Endi qattiq jismning biror 0 nuqtasiga nisbatan kuch vektori $\vec{F}$ ning yoki impuls vektori $\vec{P}$ ning momentini qarab chiqaylik (11 - rasm). Bu nuqta **bosh nuqta yoki qutb** deb ataladi.



11 - rasm. 00' aylanish o'qiga o'rnatilgan qattiq jismga ixtiyoriy tashqi kuch ta'siri

Massa markazidan o'tgan 00' o'qqa mahkamlangan jismning, shu o'qdan r masofaga joylashgan qandaydir A nuqtasiga istalgan yo'nalishda $\vec{F}^0$ kuch qo'yamiz.

$\vec{F}^0$ – kuch vektori bilan ustma-ust tushgan chiziqqa **kuchning ta'sir chizig'i** deb ataladi.

Aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotuvchi kuchning $\vec{F}_i$ tashkil etuvchisi jismning aylanishiga sabab bo'lishi mumkin.

$\vec{F}_n$ – tashkil etuvchisi esa, 00' o'q bo'ylab ilgariylanma harakatni vujudga keltiradi.

Kuchning $\vec{F}_{\tau i}$ – tangensial tashkil etuvchisi ta'sirida, m_i massali A nuqta $\vec{r}$ radiusli aylanani chizishi mumkin.

$\vec{F}_i$ kuchning aylantirish effekti 00' o'q bilan kuchning ta'sir chizig'i orasidagi masofa katta bo'lishi bilan orta boradi.

Radius vektor $\vec{r}_i$ ning $\vec{F}_i$ kuchga vektor ko'paytmasi kuchning ixtiyoriy qo'zg'almas 00' o'qqa nisbatan **kuch momenti** deb ataladi.

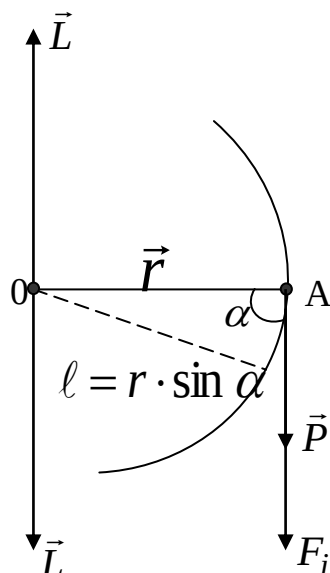
$$\vec{M}_i = [\vec{r}_i \cdot \vec{F}_i]$$

Kuch momentining moduli quyidagiga teng

$$|\vec{M}_i| = [|\vec{r}_i \cdot \vec{P}|] = M_i = F_i \cdot r \sin \alpha ,$$

Uchta $\vec{r}_i$, $\vec{F}_i$, $\vec{M}_i$ vektorlar o'ng parma qoidasiga bo'ysungani uchun kuch momentining yo'nalishi 00' o'q bo'yicha yo'nalgan bo'ladi.

$\vec{r}$ – radius vektorning $\vec{P}$ impulsiga vektor ko'paytmasi **impuls momenti** deb ataladi.



12 - rasm. Moddiy nuqta impuls momenti vektorining yoʻnalishi

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = [\vec{r}(m \cdot \vec{v})] = m[\vec{r} \cdot \vec{v}],$$

$\vec{L}$ – impuls momentining vektori yoʻnalishi parma qoidasi asosida aniqlanadi (12 - rasm).

$\vec{r}$ - radius vektor va $\vec{P}$ - impuls vektori yotgan tekislikka perpendikulyar ravishda 0 nuqtaga joylashtirilgan parma dastasining aylanma harakat yoʻnalishi impuls yoʻnalishi bilan mos tushganda, parmaning ilgarilanma harakat yoʻnalishi impuls momenti $\vec{L}$ ning yoʻnalishini koʻrsatadi.

Impuls momentining moduli quyidagiga tengdir

$$[\vec{L}] = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = r \cdot P \sin \alpha ,$$

Moddiy nuqta impuls momenti oʻzgarish qonunini impuls momentining vaqt boʻyicha hosilasi orqali topamiz

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt} [\vec{r} \cdot \vec{P}] = \left[\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{P} \right] + \left[\vec{r} \cdot \frac{d\vec{P}}{dt} \right],$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{v} \cdot \vec{P}] + [\vec{r} \cdot \vec{F}],$$

$\vec{v}$ va $\vec{P}$ vektorlar parallel, kolleniar vektorlarning koʻpaytmasi boʻlgani uchun $[\vec{v} \cdot \vec{P}] = 0$ ga teng boʻladi, u holda

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = [\vec{r} \cdot \vec{F}] = \vec{M}_c$$

ya'ni

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}_c ,$$

Moddiy nuqta impulsining biror nuqtaga nisbatan o'zgarishi, shu moddiy nuqtaga ta'sir qiluvchi kuch momentiga tengdir.

Agar $\vec{M} = 0$ bo'lsa, impuls momentining saqlanish qonunini ifodasiga ega bo'lamiz.

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = 0 , \quad \vec{L} = [\vec{v} \cdot \vec{P}] = [\vec{r} \cdot m \cdot \vec{v}] = const ,$$

Ixtiyoriy o'q atrofida aylanma harakat qilayotgan moddiy nuqtaga tashqi kuch momenti ta'sir etmasa, u o'zining impuls momentini miqdor va yo'nalishi jihatdan o'zgarmas holda saqlaydi.

8-Mavzu: Qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi

Shu vaqtgacha aylana bo'ylab harakat tenglamalarini chiziqli tezlik orqali ifoda qilgan edik. Endi shu ifodalarni burchak tezlik va burchakli tezlanish

$$\frac{d\omega}{dt} = \beta$$

orqali ifodalaymiz.

1. Impuls momenti.

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = [\vec{r} \cdot m \cdot \vec{v}] = m[\vec{r} \cdot \vec{v}] ,$$

chiziqli tezlik burchak tezlik bilan quyidagicha bog'langan $\vec{v} = \omega \vec{r}$,
u holda

$$L_z = m[\vec{r} \cdot \omega \vec{r}] = mr^2 \cdot \omega$$

$\vec{L}_z$ - moddiy nuqta impulsining z o'qqa nisbatan impuls momentidir.

Moddiy nuqta impulsining z aylanish o'qiga nisbatan **inersiya momenti** uning massasining aylanish radiusi kvadrati ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikdir.

$$I_z = \frac{\vec{L}_z}{\omega} = m\vec{r}^2 ,$$

Qattiq jismning z aylanish o'qiga nisbatan impuls momenti - $\vec{L}_z$ shu o'qqa nisbatan inersiya momenti I_z - ning burchak tezlikka ko'paytmasiga tengdir.

$$L_z = I_z \cdot \omega$$

Endi impuls momentining o'zgarishini aniqlaymiz.

$$\frac{d\vec{L}_z}{dt} = \frac{d(I_z \omega)}{dt} = M_z ,$$

$$\frac{dL_z}{dt} = I_z \cdot \frac{d\omega}{dt} = I_z \cdot \vec{\beta} = \vec{M}_z$$

Shunday qilib, qattiq jismning z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momentini burchak tezlanishga ko'paytmasi, tashqi kuchning shu o'qqa nisbatan natijaviy kuch momentiga teng bo'ladi.

Qattiq jism aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasidir, u $\vec{F} = m\vec{a}$ tenglamaga o'xshash bo'lgani uchun ba'zan uning qattiq jism aylanma harakati uchun Nyutonning ikkinchi qonuni deb ataladi.

Agar aylanish o'qiga ega bo'lgan jismga tashqi kuchlar ta'sir qilmasa

$$\vec{M}_z = 0$$

$$d\vec{L}_z = \vec{M}_z dt = 0$$

yoki

$$d\vec{L}_z = d(I_z \cdot \vec{\omega}) = \vec{M}_z dt = 0$$

$$L_z = I_z \vec{\omega} = \text{const} ,$$

Bu ifoda **impuls momentining saqlanish qonunidir**.

Aylanish o'qiga ega bo'lgan qattiq jismga tashqi kuchlar ta'sir etmasa yoki ularning aylanish o'qiga nisbatan kuch momenti nolga teng bo'lsa, qattiq jismning aylanish o'qiga nisbatan impuls momenti miqdor va yo'nalishi jihatidan o'zgarmay qoladi.

9-Mavzu: Inersial sanoq tizimlari. Galiley almashtirishlari

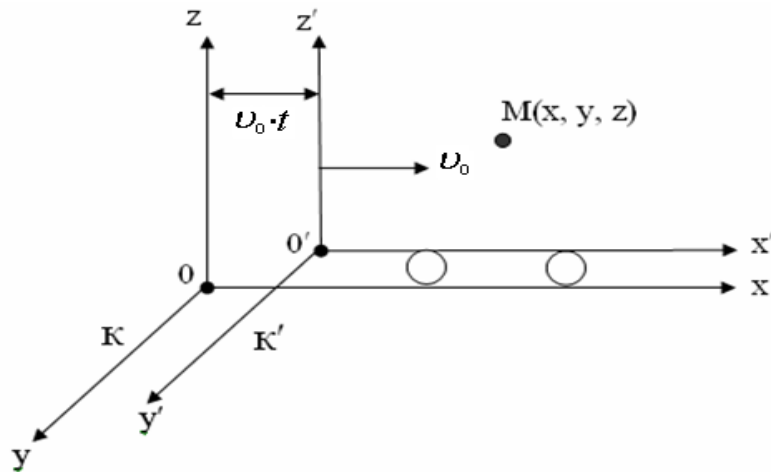
Jismning harakati va tinch holati biz kuzatayotgan sanoq tizimlariga nisbatan nisbiy tushunchalardir.

Bir-biriga nisbatan tekis va to'g'ri chiziqli harakat qilayotgan sanoq tizimlarning birida Nyuton qonunlari bajarilsa, bunday sanoq tizimlar **inersial sanoq tizimlar deb ataladi**.

Oddiy misolda bir inersial tizimdagi nuqta koordinatalaridan ikkinchi tizimdagi koordinatalarga o'tish formulalarini keltirib chiqarishga harakat qilamiz.

Shartli tinch holatda bo'lgan K sanoq tizimiga nisbatan OX o'qi

bo‘ylab $v_0 = \text{const}$ tezlik bilan harakatlanayotgan K' sanoq tizimini olamiz (15 - rasm).



15 - rasm. Bir-biriga nisbatan tekis va to‘g‘ri chiziqli harakat qilayotgan inersial sanoq tizimlar

$t=0$ momentda ikki sanoq tizimi bir-birining ustiga tushadi.

t vaqtdan so‘ng K - tizimdagi qandaydir M nuqtaning koordinatalari $M(x, u, z)$ bo‘lsin.

K' - sanoq tizimida esa, bu nuqtaning koordinatalari

$$x = x' - v_0 \cdot t, \quad y' = y, \quad z' = z,$$

$$K' \rightarrow K$$

Natijada

$$x = x' + v_0 \cdot t, \quad y = y', \quad z' = z, \quad t = t'.$$

ga ega bo‘lamiz. Har ikki tizimda vaqt bir xil o‘tadi $t = t'$.

Bular **Galileyning koordinatalarni almashtirish ifodalari** yoki klassik mexanikaning koordinatalarni almashtirish formulalari deb ataladi.

Ifodalardan t bo'yicha hosila olamiz:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx'}{dt} + v_0 \ ; \ \frac{dy}{dt} = \frac{dy'}{dt} \ ; \ \frac{dz}{dt} = \frac{dz'}{dt}$$

$$v_x = v_x^1 + v_0 \ ; \ v_y = v_y^1 \ ; \ v_z = v_z^1 \ .$$

yoki vektor ko'rinishda:

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_0$$

Bu ifoda **klassik mexanikada tezliklarni qo'shish formulasi** deb ataladi.

Bir sanoq tizimidan ikkinchi sanoq tizimiga o'tishda koordinatalarni almashtirish (15.1) – ifoda bilan, tezliklarni almashtirish esa ifoda bilan amalga oshiriladi.

ifodadan t vaqt bo'yicha hosila olsak:

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv'}{dt} \ ; \ \vec{a} = \vec{a}' \ ,$$

ga ega bo'lamiz. Barcha sanoq tizimlarida tezlanish bir-xil bo'lib, bir inersial sanoq tizimidan ikkinchi sanoq tizimiga o'tish invariant bo'ladi.

10-Mavzu: Eynshteyn postulatları. Lorens almashtirishlari

Eynshteynning maxsus nisbiylik – relyativistik nazariyasi ikkita postulatga asoslangan:

1. Nisbiylik prinsipi: barcha inersial sanoq tizimlari teng huquqlidir, bu tizimlarda tabiat hodisalari bir xilda o‘tadi va qonunlar bir xil ifodalanadi.

Boshqacha qilib aytganda, barcha fizik hodisalar turli inersial sanoq tizimlarida bir xil sodir bo‘lib, mexanik, elektromagnit, optik va shu kabi tajribalar yordamida, berilgan inersial sanoq tizimining tinch turganligini yoki to‘g‘ri chiziqli tekis harakatlanayotganligini aniqlab bo‘lmaydi.

2. Yorug‘lik tezligining invariantlik prinsipi: yorug‘likning bo‘shliqdagi tezligi barcha inersial sanoq tizimlarida bir xil bo‘lib, manba va kuzatuvchining nisbiy harakat tezligiga bog‘liq emas.

Maxsus nisbiylik nazariyasining birinchi postulati Galileyning nisbiylik prinsipiga muvofiq keladi va uni yorug‘likning tarqalish qonunlariga joriy etib, umumlashtiradi.

Ammo, ikkala postulatning bir vaqtdagi tadbiqu Galiley almashtirishlariga ziddir.

Bu ikkala postulat barcha eksperimental faktlar bilan tasdiqlangani uchun, bu ziddiyat postulatlar orasida emas, balki postulatlar bilan Galiley almashtirishlari orasida mavjuddir. Chunki Galiley almashtirishlarini yorug‘lik tezligiga yaqin tezlikdagi harakatlarga tadbiqu etib bo‘lmaydi.

Eynshteyn shunday almashtirishlarni topdiki, bu almashtirishlar maxsus nisbiylik nazariyasining ikkala postulatiga ham, Galiley almashtirishlariga ham muvofiq keladi.

Bu almashtirishlar oldinroq Lorens tomonidan yuzaki topilganligi uchun – Lorens almashtirishlari deb ataladi.

$$x = \frac{x' + v_0 t'}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}; \quad y = y', \quad z = z', \quad t = \frac{t' + \frac{v_0 x'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}},$$

Lorens almashtirishlariga bir necha misollar keltiramiz:

1) Biror bir tizimning har xil nuqtalarida bir vaqtda sodir bo‘layotgan hodisalar, boshqa tizimda bir vaqtda sodir bo‘lmasligi mumkin.

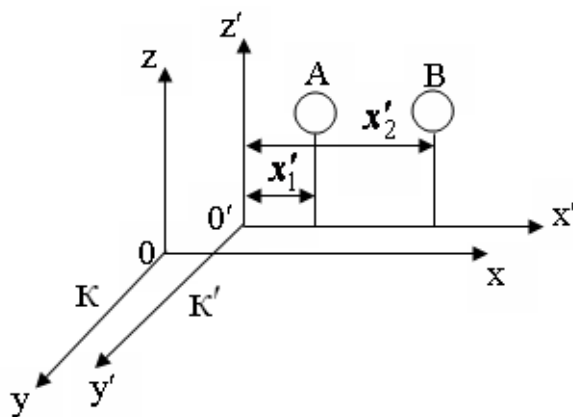
16-rasmda K' sanoq tizimida, koordinatalari

$$x'_1 \neq x'_2$$

bo‘lgan A va V nuqtalarda bir vaqtda ($t_1^1 = t_2^1$) ikkita lampa yorishgan bo‘lsin (16 - rasm).

K - sanoq tizimida t_1 va t_2 vaqt momentlari (16.1) – ifodaga binoan quyidagicha bo‘ladi:

$$t_1 = \frac{t'_1 + \frac{v_0 x'_1}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} \quad \text{va} \quad t_2 = \frac{t'_2 + \frac{v_0 x'_2}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$$



16 - rasm. Bir-biriga nisbatan tekis va to‘g‘ri chiziqli harakat qilayotgan sanoq tizimlarida sodir bo‘ladigan hodisalarning vaqt momentlari

$$t'_1 = t'_2 \quad \text{va} \quad x'_1 \neq x'_2$$

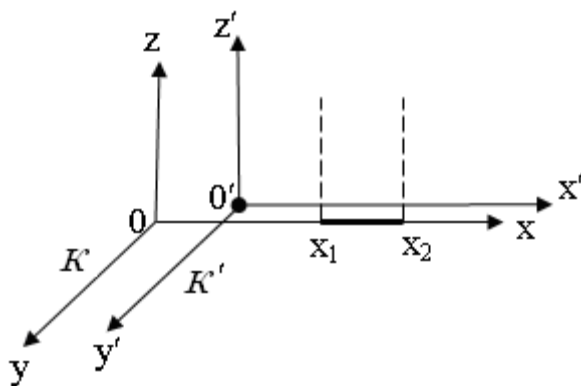
bo‘lgani uchun

$$t_1 \neq t_2$$

ya’ni K – sanoq tizimida ikkita lampa har xil vaqtlarda yorishadi.

1) K sanoq tizimida OX o‘qi bo‘ylab koordinatalari x_1 va x_2 bo‘lgan sterjen yotgan bo‘lsin (17 - rasm).

2)



17 - rasm. Bir-biriga nisbatan harakatda bo‘lgan sanoq tizimida uzunlik o‘lchamining o‘zgarishi

K sanoq tizimida sterjenning uzunligi

$$\ell_0 = x_2 - x_1$$

bo'ldi, K' - tizimda esa

$$\ell = x'_2 - x'_1$$

bu yerda $t'_1 = t'_2$ (16.1) - Lorens almashtirishlariga asosan

$$\ell_0 = x_2 - x_1 = \frac{x'_2 + v_0 t'_2}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} - \frac{x'_1 + v_0 t'_1}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} = \frac{\ell}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$$

yoki

$$\ell = \ell_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}$$

Sterjen tinch holatda bo'lgan K - sanoq tizimiga nisbatan v_0 - tezlik bilan harakatlanayotgan K' - sanoq tizimida sterjenning uzunligi

$\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}$ marta kichikdir.

Tizimning v_0 - tezligi, yorug'lik tezligiga yaqinlashishi bilan, sterjenning uzunligi nolga tenglashadi va uning haqiqiy uzunligi yo'qola boradi.

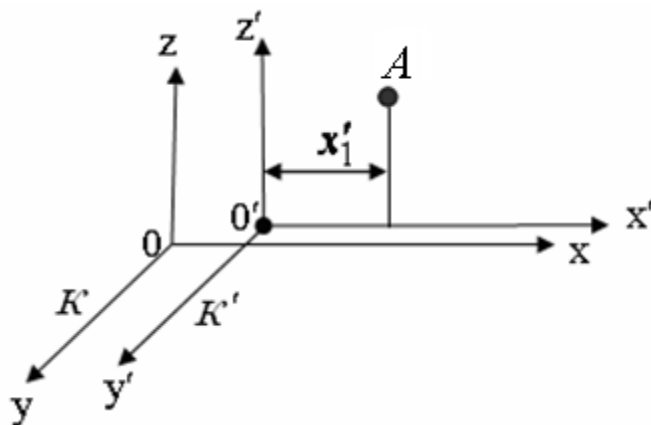
3) K' tizimda koordinatalari $x'_1 \neq x'_2$ bo'lgan A - nuqtada lampa t'_1 - vaqtda yorishib, t'_2 - momentda o'chadi (18 - rasm).

K' - tizimda lampaning yonish vaqti

$$\Delta t' = t'_2 - t'_1$$

ga teng.

Lorens almashtirishlaridan foydalanib K – tizimda yonish vaqtini ifodalab ko‘ramiz.



18 - rasm. Bir-biriga nisbatan harakatda bo‘lgan sanoq tizimida vaqtning o‘zgarishi

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{t'_2 + \frac{v_0}{c^2} x'_2}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} - \frac{t'_1 + \frac{v_0}{c^2} x'_1}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t^1}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t^1}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} ; \quad \Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}} .$$

Hodisa sodir bo‘layotgan tizimning tezligi yorug‘lik tezligiga yaqinlashishi bilan K – tizimda yonish vaqti cheksizlikka intiladi va o‘z ma‘nosini yo‘qotadi.

4) formulalardan foydalanib tezliklarni qo‘shishning relyativistik

ifodasini keltirib chiqarish mumkin. Yuqoridagi formulalarning hosilalarini keltiramiz

$$dx = \frac{dx' + v_0 dt'}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}; \quad dt = \frac{dt' + \frac{v_0}{c^2} dx'}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}},$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx' + v_0 dt'}{dt' + \frac{v_0}{c^2} dx'}, \quad v_x = \frac{v'_x + v_0}{1 + \frac{v_0}{c^2} v'_x}$$

yoki

$$v'_x = \frac{v_x - v_0}{1 - \frac{v_0}{c^2} v_x}$$

5) Klassik mexanikaga asosan, jismning massasi o'zgarmasdir. Ammo, zarrachalar tezligining oshishida o'tkazilgan tajribalarda massaning tezlikka bog'liqligi kuzatilgan

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}},$$

bu yerda m_0 – tinch holatda turgan elektronning massasi, m – relyativistik massa deb ataladi.

Nyutonning dinamikasiga asosan:

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Moddiy nuqta relyativistik dinamikasining asosiy qonunini shunday

yo'zish mumkin:

$$\vec{F} = \frac{d}{dt} \left(\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} \cdot \vec{v} \right),$$

yoki

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}; \quad \vec{p} = m\vec{v} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}} \cdot \vec{v},$$

Bu moddiy nuqtaning **relyativistik impulsidir**.

TEBRANISHLAR VA TO‘LQINLAR.

11-Mavzu: Tabiatda tebranish harakat. Erkin va majburiy tebranishlar. Amplituda, davr, chastota. Matematim mayatnikning tebranish davri.

Reja:

- 1. Tabiatda tebranma harakat.**
- 2. Erkin va majburiy tebranishlar**
- 3. Amplituda, davr, chastota**
- 4. Matematim mayatnikning tebranish davri**

Ta’yanch so‘z iboralar; Tebranma harakat, tebranish davri, tebranish chastotasi, tebranish fazasi, tebranish siklik chastotasi, majburiy tebranish, xususiy tebranish, tebranish amplitudasi, tebranishlar turlai, matematik mayatnik, fizik mayatnik, prujinali mayatnik.

Tabiat texnikada juda ko‘r tarqalgan takrorlanuvchi protsess asosida u yoki bu darajada tebranishlar va ularning hosil qilgan to‘lqinlari yotadi. Bunday protsesslarga soat mayatnigining tebranishi, zanjirdagi o‘zgaruvchan tok, elektromagnit tebranishlar, tovush va shu kabilar misol bo‘la oladi.

Tebranma harakat yoki tebranish deb, davriy ravishda takrorlanadigan harakatga autiladi.

Tebranma harakatning asosiy belgilaridan biri uning davriyligidir. Nar qanday davriy ravishda takrorlanuvchi harakat T davr va ν chastota bilan xarakterlanadi.

Tebranish davri deb, bir marta to‘la tebranish uchun ketgan vaqtga

miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Tebranish chastotasi deb, vaqt birligi ichida to'la tebranishlar soniga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Agar tebranayotgan moddiy nuqta t vaqt ichida N marta to'la tebransa, uning T davri va ν chastotasi quyidagicha yoziladi.

Bu ifodadan ko'rinadiki, davr bilan chastotabir-biriga nisbatan teskari munosabatdadir,

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \text{yoki} \quad \nu = \frac{1}{T} \quad (2)$$

Tebranish chastotasining birligi qilib gers (Gs) qabul qilingan. 1 Gs deb, bir sekundda bir marta to'la tebranadigan nuqtaning tebranish chastotasiga aytiladi, ya'ni:

$$|\nu| = \left| \frac{N}{t} \right| = \frac{1 \text{ ayl}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ s}^{-1} = 1 \text{ Gs (gers)}$$

Nuqtaning tebranish kengligi amplituda deb ataluvchi kattalik bilan xarakterlanadi,

Tebranish amplitudasi deb, tebanuvchi muvozanat vaziyatidan eng katta chetlanish masofasiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

Amplitudasi A ning vaqt bo'yicha o'zgarishiga qarab tebranishlar ikki xil. so'nmas va so'nuvchi tebranishlarga bo'linadi.

Vaqt o'tishi bilan amplitudasining moduli o'zgarmay qoladigan tebranishga so'nmas tebranish deyiladi, vaqt o'tishi bilan kamayib boruvchi tebranishga esa so'nuvchi tebranish deyiladi.

Shunday qilib, turli xil tebranishlarni bir-biridan farq qilish uchun davr, amplituda va chastotadmi iborat bo'lgan parametrlardan foydalaniladi.

Garmonik tebranishning asosiy qonuniyatlari va xarakteristikallari bilan moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakati misolida qarab

chiqish qulay.

Faraz qilaylik, rasmda ko'rayotganimizdek M moddiy nuqta A radiusli aulana bo'ulab soat aylanishinig yo'nalishiga teskari uo'nalnshda o'zgarnas burchakli tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. U vaqtda bu nuqtaning vertikal X o'qi bo'ylab proeksiyasi O muvozanat holati atrofidagi davriy tehranishni ifodalaydi. Bu proveksivaning $X=OX$ dan iborat bo'lgan siljish kattaligi $+ A$ dan $- A$ gacha chegarada o'zgaradi. U vaqtda tebranishning t vaqtdagi m siljishi quyidagiga teng bo'ladi,

$$X= A \sin \varphi \quad (3)$$

bunda φ - fazoviy burchak yoki tebranishning fazasini radianlarda, chunki (3) formuladan ko'rinib turibdiki, tebranayotgan nuqtaning holatini ham, berilgan paytdagi harakatning yo'nalishini ham xarakterlaydi.

Shunday qilib, tebranishning fazasini radianlarda hisoblangan fazoviy burchak bilan ifodalash mumkin. Modomiki, M nuqtaning harakati tekis aylanrna harakat bo'lganligi uchun φ ni (4) formuladan topish mumkin:

$$\varphi = \omega t \quad (4)$$

Ay1amna harakatdan farqli ravishda tebramna protsesslarda ishlatiladigan kattalikka doiraviy chastota yoki siklik chastota deyiladi.

Tekis aylanma harakatning davri T, aylanish chastotasi ν va ω burchakli tezligi quyidagi munosabat bilan bog'lanishga ega edi

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \quad (5)$$

Fazoviy burchak φ ni (5) formulaga asosan davr T va chastota ν orqali ifodalash mumkin:

$$\varphi = \omega t = 2\pi\nu t = \frac{2\pi}{T}t \quad (6)$$

U vaqtda (6) ga asosan (3) formulani quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$X = A \sin \omega t = A \sin 2\pi\nu t = A \sin \frac{2\pi}{T}t \quad (7)$$

Xuddi shu yo‘l bilan M nuqtaning gorizontal o‘qdagi proeksiyasi olinsa, quyidagi hosil bo‘ladi:

$$X = A \cos \omega t = A \cos 2\pi\nu t = A \cos \frac{2\pi}{T}t \quad (8)$$

Tebranayotgan nuqtaning berilgan sondagi siljish kattaligini aniqlaydigan (7) va (8) formulalar garmonik tebranish tenglamalarining har xil ko‘rinishdagi ifodasidir. Shunday qilib, garmonik tebranishni quyidagicha ta'riflash mumkin.

Garmonik tebranish deb, sinus yoki kosinus funksiyalari bilan ifodalanadigan eng sodda tebranma harakatga aytiladi.

Garmonik tebranishga misol qilib kichik burchak ostida tebranayotgan matematik mayatnikning tebrariishini olish mumkin.

Mayatnik deb, og‘irlik markazidan o‘tmagan ixtiyoriy o‘q atrofida tebrana oladigan har qanday qattiq, jismga aytiladi.

Mayatnikdarga mixga osilgan gardislimi, shipga osilgan qandilni, tarozining shayinini va shu kabilarni misol qilib ko‘rsatish mumkin.

Mayatniklarning eng sodda turi matematik mayatnikdir. Matematik mayatnik deb, vaznsiz ingichka cho‘zilmaydigan ipga osilgan, ma'lum massali moddiy nuqtadan iborat ideallashtirilgan sistemaga aytiladi

Juda kichik shar osilgan ingichka ipdan tashkil topgan mayatnik amalda matematik mayatnik bo‘la oladi.

Tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, matematik mayatnik muvozanat vaziyatidan juda kichik, ya'ni 30^0 dan katta bo'lmagan burchak ostidagi tebranishi ham gannonik tebranishdan iborat bo'lib, unung siljishi ham yuqoridagi (7),(8) bilan aniqlanar yekan.

Yendi matematik mayatnikning tebranish davrini ifodalovchi formulani kelib chiqishini qarab chiqamiz.

Garmonik tebranayotgan matematik mayatnik chetki muvozanat holatda bo'lganda uning $P=mg$ og'irligining asosini tashkil etuvchisi ipning F_t taranglik kuchi bilan muvozanatlashadi. $F_q = mg$ sina mayatnikni muvozanat holatiga qaytaruvchi tashkil etuvchi kuch esa tebranishni hosil qiladi. Bunda minus ishora F_q kuch x siljishga qarama-qarshi yo'nalganligini ifodalaydi. chizmada $\sin \alpha = \frac{x}{l}$ bo'lgani uchun F kuch quyidagiga teng bo'ladi:

$$F_k = -mg \sin \alpha = -mg \frac{x}{l} = -m \left(\frac{g}{l} \right) x \quad (9)$$

Ikkinchi tomondan, Nyuton ikkinchi qonuniga binoan matematik mayatnikning harakat tenglamasi quyidagiga tengdir:

$$F=ma \quad (9a)$$

(9) va (9a) larni tenglashtirib, matematik mayatnikning garmonik tebranishini a tezlanishini aniqlaymiz:

$$\alpha = -\left(\frac{g}{l}\right)x \quad (10)$$

Bu oniy tezlanish, $\alpha = -\omega^2 x$ bo'lganligi uchun

$$-\omega^2 x = -\left(\frac{g}{l}\right)x \quad (11)$$

Bundan matematik mayatnikning siklik chastotasini aniqlaymiz:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (12)$$

Shunday qilib, matematik mayatnikning tebranishi garmonik

bo'lganda uning ~tebranish davri (12) dan quyidagiga teng bo'ladi

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (13)$$

Matematik mayatniklarning kichik burchak ostidagi tebranishlarini tajribada tekshirish natijalari asosida mayatnikning quyidagi qonuniyatlari aniqlangan:

1. Matematik mayatnikning tebranish davri, uzunlikdan chiqarilgan kvadrat ildizga proporsional bo'lib, yerkin tushish tezlanishidan chiqarilgan ildizga teskari proporsional;

2. Matematik mayatnikning tebranish davri uning massasiga bog'liq yemas; 3. Matematik mayatnikning tebranish tekisligi o'zgarishsiz qoladi;

4. Matematik mayatnikning tebranish davri amplitudaga bog'liq bo'lmaydi, ya'ni tebranishining boshidagi va oxiridagi davrlari bir xil bo'ladi. Tebranishning bu xossasiga izoxronik xususiyati deb yuritiladi.

Garmonik tebranayotgan m massali moddiy nuqta s tezlikka ega bo'lganligidan va $\vec{r} = 2kx$ (bunda $k = m\omega^2$ kvazielastik kuch koeffisienti) kuch ta'sirida bo'lganligi uchun W_k kinetik va W_p potensial energiyalarga ega bo'ladi.

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi_0) \quad (14)$$

$$W_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{mA^2\omega^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi_0) \quad (14a)$$

Garmonik tebranayotgan moddiy nuqtaning to'liq energiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$W_t = W_k + W_p = \frac{mA^2\omega^2}{2} \quad (15)$$

Shunday qilib, garmonik tebranayotgan moddiy nuqtaning

energiyasi massasi t ga, amplitudaning kvadrati A^2 ga proporsional.

Energiyaning saqlanish qonuniga binoan garmonik tebranayotgan moddiy nuqtaning to'liq yenergiyasi o'zgarmas bo'lib, kinetik energiya proporsional energiyaga va aksincha aylanib turadi. ya'ni;

$$W_t = W_k + W_p = \text{const} \quad (16)$$

So'navchi tebranishlar.

Muvozanat holatidan chiqarilgan va tashqi kuchlar ta'sirida bo'lmagan mayatniklarning tebranishlariga erkin tebranishlar yoki xususiy tebranishlar deyiladi.

Mayatniklarning erkin tebranishlari faqat ishqalanish bo'lmagan hollardagina garmonik tebranishlar bo'la oladi.

Aslida tebranayotgan mayatnikka ishqalanish kuchlari; -aniqrog'i qarshilik. kuchlari ozmi-ko'pmi hamma vaqt ta'sir ko'rsatadi. Qarshilik kuchlari manfiy ish bajaradi, shu bilan sistemaning mexanik energiyasini kamaytiradi. Shuning uchun, ishqalanish sababli mayatnik tebranishlarining amplitudasi vaqt o'tishi bilan kamayadi.

Vaqt o'tishi bilan amplitudasi kamaya boradigan tebranishlarga so'navchi tebranishlar deyiladi. Mayatnik tebranishlari so'nmasligi uchun atrof-mutitga sarflanayotgan mayatnikning energiyasi uzluksiz kompensatsiya qilinib turilishi kerak. Masalan, soat mexanikalarida uo'qotilgan yenergiya qisilgan purjina energiyasi hisobiga yoki pastga tushayotgan toshning potensial energiyasi hisobiga to'ldirilib to'riladi.

Majburiy tebranishlar. Rezonans. Erkin tebranishlar o'zini ko'pmi vaqt o'tgandan keyin bora-bora to'xtaydi, shu sababli ulardan amalda kamdan-kam foydalaniladi. Istalgancha uzoq vaqt davom eta oladigan so'nmas tebranishlar esa katta amaliy ahamiyatga ega.

Soʻnmaydigan tebranishlarni hosil qilishning eng oson usuli sistemaga tashqi davriy ravishda oʻzgarib turuvchi kuch bilan taʼsir etishdir.

Tebranuvchi sistemada davriy ravishda oʻzgaruvchi tashqi kuch majbur etuvchi kuch taʼsirida sodir boʻladigan soʻnmovchi tebranishga majburiy tebranish deyiladi.

Majburiy tebranish soʻnmaydigan tebranishdan iborat boʻlgani uchun bir garmonik tebranishdan iboratdir. Majburiy tebranishning amplitudasi tebranayotgan sistemaning xossalari, majburiy kuchning amplitudasi va chastotasiga, hamda sistema xususiy chastotasining nisbatiga bogʻliq boʻladi. Sistemaga taʼsir qiluvchi majburiy kuchning chastotasi oʻzgarganida uning amplitudasi ham oʻzgaradi. Davriy ravishda oʻzgaruvchi majburiy kuchning chastotasi sistemaning xususiy chastotasiga yaqinlashishi bilan majburiy tebranishning amplitudasi ortadi va chastotalar teng boʻlganda u maksimal qiymatga erishadi.

Tebranayotgan sistemaga taʼsir qiluvchi davriy oʻzgaruvchi majburiy kuchning chastotasi sistemaning xususiy tebranish chastotasiga tenglashganda majburiy tebranish amplitudasining keskin oʻsishiga rezonans deyiladi.

Maʼlum boʻlishicha, sistema tebranishlar amplitudasining qiymati rezonans vaqtidagi muhitning qarshilik va ishqalanish kichklariga kuchli bogʻliq boʻlar ekan. Bu kuchlar qancha kichik boʻlsa, sistema rezonans tebranishining amplitudasi shuncha katta boʻlib, hatto butun tebranuvchi sistemani buzib uuboroshi mumkin ekan.

Rezonans hodisasi tabiat va texnikada katta amaliy ahamiyatga ega. Rezonans hodisas faqat mexanik hodisalardagina emas, hatto elektrotexnikada, optikada va yadro fizikasida ham foydalaniladi. Radiopriyomnik, televizor va hokazolarning ishlashi rezonans hodisasiga

asoslangandir.

Rezonans hodisasi ko‘pincha zarar ham keltiradi. Masalan, ma'lum tovush chastotalarida ba'zan radiopriyomnik korpusi titraydi, ritmik ravishda ishlaydigan mashinalarda o‘rnatilgan fundamentlar parchalanishi va buzilishi mumkin. Aviatsiyada rezonans hodisasi samolyotlarni rarchalab yuborishi mumkin. Shuning uchun ham rezonans hodisasi zarar keltiradigan joylarda nazariya va tajribalar yordamida rezonans hosil bo‘lishining oldini olish mumkin.

12-Mavzu: Rezanans. Mexanik to‘lqinlar. Ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlar. To‘lqin uzunligi. Tovush to‘lqinlari.

Tovush tezligi. Ul‘tra tovush.

Reja:

- 1. Ko‘ndalang to‘qinlarning xosil bo‘lishi**
- 2. Vo‘ulama to‘lqinlar**
- 3. To‘lqin uzunligining tebranish chastotasiga bog‘liqligi**

Ta’yanch so‘z iboralar: tebranishlar turlari, to‘lqin, to‘lqin tezligi, to‘lqin uzunligi, to‘lqinning ikkita do‘liklari, bo‘ylama to‘lqin, ko‘ndalang to‘lqin, to‘lqin sirti, to‘lqin fronti, yassi to‘lqin, to‘lqin manbai, kamerton.

Mexanik to‘lqin deb, mexanik tebranishlarning elastik muhitda, tarqalish protsessiga aytiladi. To‘lqinlar tebranishi va tarqalish yo‘nalishining o‘zaro munosabatiga qarab ikki turga bo‘linadi: bo‘ylama va ko‘ndalang to‘lqinlar.

Bo‘ylama to‘lqin deb, muhit zarrachalari tebranish bo‘ulab tarqaladigan to‘lqinga aytiladi.

Ko'ndalang to'lqin deb, muhit zarrachalari tebranishiga ko'ndalang tarqaladigan to'lqinga aytiladi. Bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlarning hosil bo'lishi yimshoq rrujina yordamida kuzatish juda qulaydir.

Erkin osilgan uzun prujinaning pastki qismiga gorizontal uo'nalishda zarba berilsa, unda ko'ndalang to'lqin hosil bo'ladi. Agar shu rrujina vertikal yo'nalishida zarba berilsa, bo'ylama to'lqin hosil bo'ladi.

Bo'ylama to'lqinlar yelastik hajmga ega bo'lgan muhitda, ya'ni qattiq, suyuq va gazsimon jismlardagina tarqala oladi.

Ko'ndalang to'lqinlar esa siljish deformatsiyasiga ega bo'lgan muhitda, ya'ni faqat qattiq jismlarda va ikki muhit chegarasida tarqala oladi.

Bo'ylama to'lqinlarga misol qilib, kamertonning tebranishidan hosil bo'lgan to'lqinni, ya'ni umuman tovush to'lqinlarini misol qilib olish mumkin.

Ko'ndalang to'lqinlarga esa suyuqlik sirtida, arqon, rezina shnur, tor va shu kabilar bo'ylab tarqalgan to'lqinlar misol bo'la oladi.

To'lqinlarning shakli to'lqin sirrti, to'lqin fronti bilan xarakterlanadi.

To'lqin sirrti qilib, bir xil fazada tebranayotgan nuqtalarning geometrik o'rniga aytiladi.

To'lqin manbalarining shakliga qarab to'lqin sirtlari ham har hil ko'rinishga ega bo'ladi. Masalan, yassi to'lqinga to'lqin sirtlar tekisliklardan iborat bo'ladi.

To'lqin sirtida normal uo'nalishda o'tkazilgan chiziqlarga nur deyiladi. Nurning yo'nalishi to'qinning tarqalish yo'nalishi bilan mos tushadi. To'lqin manbaining yenergiyasi nur bo'ylab tarqaladi.

Yassi to‘lqinda nurlar parallel yo‘nalgan chiziqlardan iborat bo‘ladi. Yassi to‘lqinning tarqalishida to‘lqin sirtining o‘lchami manbadan uzoqlashgan sari o‘zgarmaganligi sababli yassi to‘lqinning energiyasi fazoda sochilmaydi, lekin tebranish amplitudasi ishqalanish, qarshilik kuchlarining ta'siri tufayligina kamayadi.

Agar to‘lqin sirti sferadan iborat bo‘lsa bundau to‘lqinga sferik to‘lqin deyiladi. Shunday to‘lqin muhit ichiga joylashgan pulsatsiyalanuvchi sferadan iborat manbadan hosil bo‘ladi (3). Bu holda to‘lqin sirtlar sferalardan iborat bo‘lib, nurlar esa pulsatsiyalanuvchi sfera radiuslarining davomi bo‘ulab yo‘nalgan bo‘ladi.

Sferik to‘lqinlar tarqalayotganda ham muhit zarrachalarining tebranish amplitudalari, ishqalanish kuchi sababli, manbadan uzoqlashgan sari kamaya boradi. Sferik to‘lqin manba energiyasi sfera sirti bo‘ylab tekis taqsinilanadi, sferaning radiusi esa to‘lqin tarqalib borgan sari kattalashib boradi:

Binobarin, sferik to‘lqin manbadan uzoqlashgan sari energiyasining zichligikamaya boradi..

Barcha yo‘nalishi bo‘yicha bir xil fizik xususiyatlarga ega bo‘lgan muhitda. Ya’ni izotrop muhitda to‘lqinning froriti o‘zgarmas tezlik bilan siljiydi.

Shuning uchun, to‘lqin tarqalayotganda har bir muhit zarrachalarining tebranish davri T va chastotasi ν to‘lqin manbaining tebranish davri va chastotasiga teng bo‘ladi.

Muhitning xususiyatiga va tebranish chastotasiga bog‘liq ravishda to‘lqin sirtining, ya'ni to‘lqin fazasining bir davr ichidagi siljishini xarakterlovchi kattalikga to‘lqin uzunligi deb aytiladi.

Takroriu davrlar vaqtiga mos kelgan to‘lqin nuridagi nuqtalar bu xil

fazalarda tebranadi, binobarin, to‘lqin uzunligini umumiy ko‘rinishda quydagicha ta’riflash mumkin.

To‘lqin uzunligi deb, bitta nurda yotgan bir xil fazada tebranayotgan qo‘shni nuqtalar orasidagi masofaga aylanadi.

Ko‘ndalang to‘lqinda to‘lqining uzunligi 1 ikki qo‘shni do‘nglik yoki chuqurliklar orasidagi masofaga teng bo‘ladi. Vo‘ylama to‘lqinlarda yesa ikki qo‘shni zichlashish yoki siyraklashish markazlari orasidagi masofa ham to‘lqin uzunligi 1 ga teng bo‘ladi.

To‘lqinlarning tarqalish tezligi.

Izotrop muhitda to‘lqinning tarqalish tezligi o‘zgarmas bo‘lib faqat muhit xususiyati va holatiga bog‘liqdir. Shuning uchun, to‘lqinning tarqalgan masofasi s , to‘g‘ri chirig‘li tekis harakatning yo‘l formulasidan aniqlanadi, ya’ni:

$$S = vt \quad (1)$$

bunda v — to‘lqinning tarqalish tezligi; t — to‘lqinning tarqalish vaqti.

Agar (1) formuladagi to‘lqinning tarqalish vaqti t uning davri T ga teng bo‘lganda, tarqalish masofasi s to‘lqinning uzunligi A ga teng bo‘lib qoladi:

$$\lambda = vT \quad (2)$$

$$\text{Bunda } T = \frac{1}{\nu}$$

ni hisohga olsak (2) ni quyidagi ko‘rinishda yorish mumkin.

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \quad (3)$$

Tovush to'liqlari.

Tovush hodisalari o'rganiladigan fizika bo'limiga akustika deyiladi.

Tovush deb, insonning eshitish organida tovush sezgisini o'yg'otuvchi bo'ylama mexanik to'liqlarga autiladi.

Havoda tovush to'liqlari havo qatlamining goh zichlashib, goh siyraklashishi, ya'ni havo bosimining davriy ravishda tebranishi elastik bo'ylama to'liq ko'rinishida tarqaladi. Shuni qayd qilish kerakki, tovush manbai bilan yeshitish organi orasida tovush to'liqlarini tarqata oladigan elastik muhit mavjud bo'lgandagina, tovush yeshitiladi.

Tovush to'liqining elastik muhitda tarqalishini havo nasosining shisha qalpog'i ostiga qo'yilgan elektr qo'ng'irog'i yordamida isbotlash mumkin. Shisha qalpoq ostidagi havoning bosimi, ya'ni havo siyraklashib borgan sari, tovushning eshitilishi pasayib boradi va nihoyat vakuum (bo'shliq) hosil bo'lganda tovush eshitilmay qoladi.

Tekshirishlardan ma'lum bo'ldiki, tebranish chastotalari 20 dan 20000 Gs gacha bo'lgan bo'ylama mexanik to'liqlargina insonning eshitish organida tovush sezgisni uyg'otar ekan. Bu 20 dan 20000 Gs gacha bo'lgan tovushning chastota intervaliga tovushning eshitilish diapazoni deyiladi.

Shunday qilib, quyidagi to'rtta shart bajarilgandagina inson tovushni eshitadi.. tovush manbai mavjud bo'lishi;

tovush manbai va quloq orasida elastik muhitning bo'lishi;

tovush manbaining tebranish chastotasi 20 Gs bilan 20000 Gs orasida yetishi;

tovush to'liqlarining quvvati eshitish organida tovush sezgisini hosil qilishga yetarli bo'lishi kerak. Tovushning tarqalish tezligi.

Tovush to'liqlari ham barcha to'liqlar singari har qanday

moddada cheklangan tezlik bilan tarqaladi. Uning tarqalish tezligi, to'g'ri chiziqli tekis harakatning uo'l formulasidan aniqlanadi:

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

bunda s tovushning t vaqt oralig'ida o'tgan masofasi. Tovushning tarqalish tezligini aniqlash usulini qarab chiqaylik. Yorug'lik juda katta $s = 300000$ km/s tezlik bilan tarqaladi. Shu sababli miltiqdan o'q otilganda, eng avval olov va tutun ko'rinadi va biror vaqtdan keyin tovush eshitiladi.

Shundau qilib, yoruglik signalining tarqalish vaqti juda kichik bo'lganligidan,, tovush tezlikni aniqlashda uni hisobga olmasa ham boladi.

0 temperaturada tovushning quruq havodagi tarqalish tezligi $v_0 = 332$ m/s ga teng ekan Uy temreraturali va o'rtacha namlikda havodagi tovushning tarqalish tezligi $v = 340$ m/s ga teng ekanligi aniqlangan.

Tovushning tarqalish tezligi gazning zichligiga bog'liq bo'lmasdan absolyut temperatura T ning kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional bo'lib, gazning molyar massasi m ning kvadrat ildiziga esa teskari proporsionaldir.

Masalan, OOS temperaturada tovushning tarqalish tezligi kislorodda ($m = 32$ kg/kmol) 315 m/s, vodorodda ($m = 2$ kg/kmol) 1262 m/s va karbonat angidrida ($m = 44$ kg/kmol) 258 m/s ga teng ekanligi aniqlangan.

Tovushning tarqalish tezligi moddaning agregat holatiga bog'liqdir. Masalan, suvda tovush tezligi 1480 m/s ga, shishada 5600 m/s, po'latda yesa 5000 m/s ga teng.

Tovush tebranishlarining chastotasi ν va uning tezligi v ma'lurn bo'lsa, tovushning to'liq uzunlipi l ni hisoblab chiqarish mumkin.

Masalan, uy temperaturasida tovushning tezligi $v = 340$ m/s bo'lganligi uchun qulog'imiz eshita oladigan $\nu = 20$ Gs chastotaga mos kelgan eng katta to'lqin uzunligi $\lambda_{\max} = 17$ m ga va $\nu = 20000$ Gs chastotaga mos kelgan eng qisqa to'lqinning uzunligi esa $\lambda_{\min} = 17$ mm ga teng bo'ladi.

Tovushning intensivligi va qattiqligi.

Amalda tovushning ta'sirini baholash uchun tovushning kuchi yoki intensivligi degan tushunchalar kiritiladi.

Tovushning intensivligi deb, tovush to'lqinlarining yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan bir birlik uza orqali vaqt birligi ichida o'tgan tovush energiyasiga jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi:

$$I = \frac{W}{St} \quad (2)$$

bunda, W - tovush to'lqinining energiyasi; S - to'lqin o'tgan yuza; t - to'lqinning vaqti,

Insonning qulog'i juda sezgir bo'lganligi sababli, u ancha keng diapazonli tovush intensivligini qabul qila oladi;

Intensivlikning tayinli bir minimal qiymatida odam tovushni eshitmay qoladi; bu minimal intensivlik I_0 ga eshitish bo'sag'asi deb ataladi. Bu I_0 ning qiymati turli chastotalar uchun turlicha bo'ladi.

Insonning qulog'i chastotasi 1000yo3000 Gs orasida bo'lgan tebranishlarga nisbatan juda sezgir bo'lib, bu chastota oralig'ida eshitish bo'sag'asi intensivligi $I_0 = 10-12$ Vt/m² ga tengdir.

Bundan tashqari, chastotasi 20 Gs dan kichik va 20000 Gs dan katta bo'lgan tebranishlar eshutilishiga yetarli intensivlikka ega bo'lsada, tovush sifatida qabul qilinmaydi.

Tovushning intensivligi haddan tashqari katta bo'lganda ham quloq uning tebranishlarini tovush sifatida qabul qilmaydi. Bu tebranishlar quloqda og'riq tuyg'usini uyg'otadi. Tovushning bu maksimal

intensivligi I_m ga og'riq sezish bo'sag'asi deb ataladi.

Tovushning balandligi va tembri. Muhitdagi tovush tebranishlari garmonik bo'lgandagina eshitish orqali baholangan tovushning balandligi (uukzakligi) ob'ektiv ravishda tebranish chastotasiga mos keladi. Agar muhitdagi tovush tebranishlari garmonik bo'lmasa, ya'ni anagarmonik bo'lsa, bu tebranishni chastotali karrali bo'lgan garmonik tebranishlarning uig'indisi sifatida tasavvur qilish mumkin. Bu holda garmonik tebranishning eng kichik chastotasi ν_0 bilan xarakterlanadigan tashkil etuvchisiga asosiy ton deyilib, $2\nu_0$, $3\nu_0$ va hokazo chastotali qolgan tashkil etuvchilariga esa obertonlar deyiladi (birinchi oberton $2\nu_0$, ikkinchi oberton $3\nu_0$ chastotaga ega va hokazo).

Murakkab tovushning tarkibini grafik ko'rinishda akustik spektr orqali tasvirlash mumkin. Buning uchun koordinata sistemasining abssissa o'qiga chastotani, ordinata o'qiga yesa tebranishning garmonik tashkil etuvchilarning asosiy ton va obertonlarning propentlarda ifodalangan nisbiy kuchi (intensivligi) qo'yiladi.

Rasmda reyalda olingan bir xil notering ($\nu_0 = 100$ Gs) akustik spektri ko'rsatilgan. Shunday qilib, akustik spektr murakkab tonli tovushning muhim fizik xarakteristikasidir.

Ultra tovushlar.

Tebranish chastotalari 20 000 Gs dan katta bo'lgan mexaik tebranishlarni inson qulog'i tovush sifatida qabul qilmaydi. Ularga ultratovush tebranishlari yoki ultratovushlar deyiladi. Ultratovush chastotalarining yuqori, chegaralari shartli ravishda 108 Gs deb qabul qilingan.

Ultratovushni hosil qilish (generatsiyalash) va qabul qilishlik uchun ultratovush nurlatgich va priyomnik deb ataluvchi asboblari ishlatiladi. Ultratovush nurlatgichlardan eng ko'r tarqalgan elektromexanik

nurlatgichlar bo'lib, ularning ishlash prinsipi teskari pezoelektrik hodisasiga asoslangan.

Ultratovush to'liqlarining tarqalish tezligi va yutilishining muhit holatiga bog'lanishidan moddalar molekular xossalarini o'rganishda foydalaniladi. Bu xildagi tekshirishlar molekular akustikaning o'rganish predmetidir.

Ultratovush to'liqlarining ikki muhit chegarasidan qaytish xossalariga asoslangan prinsipga binoan suv havzalarining chuqurligini, ular tubining reliefini, avsberalansi, baliq to'dalarini, suv osti kemalar va hokazolarni aniqlashda exolot deb ataluvchi gidrolokatorlardan foydalaniladi. Masalan Olimlar exolot yordamida Shimoliy Muz okeani ostidagi tizmalarni kashf qilishgan.

Kema yo'lida gorizonta l uo'nalishdagi to'siqqa qadar bo'lgan masofani aniqlashda, ishlatiladigan ultratovush (tebranishlari) lokator ham shu prinsipda ishlaydi.

Delfin va ko'rshapalaklar juda ham takomillashgan xususiy ultratovush lokatorlariga yegadir. Ko'rshapalak ultratovush tebranishlari impulsining chastotasi 25000 uo 50000 Gs ni, davomiyligi esa 0,015 s ni tashkil qiladi.

2-BOB

MOLEKULAR FIZIKA

13-Mavzu: Gazning termodinamik parametrlari (mikroskopik va makroskopik). Ideal gaz molekular kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.

Reja:

- 1. Molekular kinetik nazariyaning asosiy qoidalari**
- 2. Avagadro doimiysi, modda miqdori, molyar massa**
- 3. Ideal gaz molekular kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi**

Ta'yanch so'z iboralar: moddaning agregat xolati, qattiq jism, gaz, suyuqlik, molekula, zarracha, avagadro sono,

Moddaning agregat holatlari. Mexanikada biz jismlarni bir butun deb hisoblab, ularning ichki tuzilishiga e'tibor bermadik. Vaholanki, istalgan jism mayda, ko'zga ko'rinmas zarralardan tashkil topganligini suyuqlik va qattiq jismning bug'lanishi va issiqlikda kengayishini isbotlaydi.

Molekular fizika fanida istalgan jismlarning ichki tuzilishi qanday, nima uchun odatdagi sharoitda ayrim moddalar gaz, ayrim moddalar suyuq, ayrim moddalar qattiq holatda bo'ladi degan savollarga javob beriladi.

Moddalarning tuzilishi kishilik jamiyatining eng ilg'or kishilarini qadim zamondan qiziqtirib kelgan. Masalan, bizning yeramizdan oldingi (624-547) yillarida yashagan va aniq falsafaning asoschisi Fales moddiy

dunyoning asosida suv yotadi, degan gʻoyani ilgari surgan. Uning zamondoshlari Anaksimn (588-525u) borliq dunyo zaminida havo, Geraklit (544-483) borliq dunyo asosi olov degan gʻoyani ilgari surishgan.

Empedokl (eradan avvalgi 490-430u) bu gʻoyalarni birlashtirib yer, suv, havo va olov borliq dunyoning asosidir degan edi. Modda tuzilishi toʻgʻrisidagi bu ilk tasavvurlar faqat kuzatishga asoslangan edi.

Moddiy dunyo tuzilishining asosida mayda koʻzga koʻrinmaydigan zarralar yotadi degan taʼlimot Levkit (eradan avval 500-400u), Demokrit (341-270u) Lukretsiy Kar (99-55 u) asarlarida yanada rivojlantirdi. Xususan Demokrit moddalar koʻrinmas, boʻlinmas, uoʻqolmaydigan va gʻoyibdan paydo boʻlmaydigan atomlardan tuzilgan degan nazariyaga asos soldi. Atom grekcha soʻz boʻlib, boʻlinmas degan maʼnoni beradi. Oʻrta osiyolik Vatandoshlarimiz Abu Rayxon Beruniy, Abu Ali ibn Sino va boshqa allomalar modda tuzilishning Demokrit ilgari surgan gʻoyalari asosida ularning xossalarini sharhlashga harakat qilishgan 1897 yilda ingliz fizigi J. Tomson tomonidan atom tarkibiga kiruvchi elektron kashf etildi, Bu bilan atomning oʻzi ham murakkab tuzilishiga ega ekanligini isbotlandi. 1911 uilda Rezerford atom tuzilishining yadroviy modelini taklif yetdi.

Hozirgi zamon fizikasining taʼlimotiga koʻra hamma elementlarning zaminini atomlar tashkil qiladi. Atom elementning barcha xossalarini oʻzida mujassamlashtirgan eng kichik zarrasidir.

Bir yoki bir necha atomlar birikib modda zarralari - molekulalarni tashkil qilish mumkin. Modda molekulasi moddaning barcha xossalarini oʻzida mujassamlashtirgan eng kichik zarrasi boʻlib, «kichik massa» maʼnosini beradi. Barcha moddalar molekular tuzilishni broun harakati, moddalarning diffuziyasi kabi misollar isbotlaydi.

Hozirgi zamon molekulyar fizika fani quyidagi asoslarga tayanadi.

1. Barcha moddalar shu moddaning barcha xossasini o'zida mujassamlantirgan molekulalardan tashkil topgan.

2. Molekulalar uzluksiz issiqlik harakatida bo'lib, ma'lum kinetik energiyaga ega va molekulalar harakat davomida bir-biridan ma'lum masofada bo'ladilar.

3. Molekulalar o'zaro ta'sirlashadi. Ular orasidagi ta'sir kuchi zarralar orasidagi masofaga bog'liq. Kichik masofalarda ular o'zaro itarishadi, kattaroq masofalarda ular o'zaro tortishadi.

Moddalarning qattiq, suyuq va gaz agregat holatlarida bo'lishi modda zarralari orasidagi ta'sirning masofaga bog'liqligi bilan tushuntiriladi.

Modda molekulalar orasidagi ta'sir deyarli nolga teng bo'lganda modda molekulalari bir-biridan yetarli masofada bo'ladilar. Gaz deb ataluvchi bundau modda molekulalari erkin va tartibsiz harakat qilib o'zaro to'qnashib ham turadi. Agar xonaga biror o'tkir hidli gaz kiritilsa ma'lum vaqt o'tishi bilan kuzatuvchiga yetib boradi. Bu gaz molekulalari kuzatuvchiga yetib kelguncha uning molekulalarining harakat traektoriyasi uzluksiz sinq chiziqlardan iborat bo'ladi. Buni birinchi marta suyuqliklarda eritilgan kolloid zarralarning harakatini mikroskop ostida kuzatgan ingliz botanigi R. Braun (1827 u) edi. Shuning uchun bu harakatga Vroun harakati deb atiladi.

Suyuqlik molekulalari orasidan o'zaro tortishish kuchlari gazlardagiga qaraganda bir necha ming marta katta. Nar qanday suyuqlik molekulalar o'zaro ta'sir sferasiga ega. Suyuqlik molekulalari muvozanat holat atrofida tebranma va aylanma harakat qilish bilan birga bir muvozanat holatdan ikkinchi muvozanat holatga ham o'tib turadi. Shuning uchun suyuqliklarda diffuziya gazlardagiga nisbatan ancha

sekin ro'y beradi. Qattiq kristall jismlarda zarralar aniq tartib bilan joylashgan bo'lib, muvozanat holat atrofida tebranma va aylanma harakatda bo'ldi. Vir muvozanat holatdan ikkinchi holatga o'tish deyarli bo'lmaydi.

Shuning uchun qattiq jismlar o'z hajmlari bilan birga o'z shakllariga ham ega, ya'ni qattiq jism zarralari orasidagi ta'sir kuchi suyuqliklardagiga qaraganda ancha kuchli. Shu sababli ham qattiq jismlarda diffuziya hodisasi deyarli kiizatilmaydi yoki juda sust kuzatiladi.

Temperaturaning o'zgarishi bilan qattiq jism, suyuqlik va shuningdek gazlarning xossalari ham o'zgara boradi. Xususan, gazlar va suyuqliklarda temperaturaning ortishi bilan Broun harakati tezlashadi. Temperatiiraning ortishi bilan qattiq jismlarning ham xossalari o'zgara boradi. Xususan, qizdirilish orta borsa qattiq jismlar eriy boshlaydi ya'ni suyuq holatga o'tadi.

Bu esa temperaturaning ortishi bilan uni tashkil etuvchi zaralarning harakat tezligi va ular orasidagi ta'sir kuchi ham o'zgarishini ko'rsatadi.

Shunday qilib, modda qandau agregat holatda bo'lishidan qat'iy nazar uni tashkil etuvchi zarralar uzluksiz issiqlik harakatda bo'ladilar. Gazlarda harakat intensivligi yuqori, suyuqliklarda sustroq, qattiq jismlarda yanada sustroq bo'lar ekan.

Modda miqdori.

Tabiatdagi barcha moddalar Mendeleev davriy sistemasidagi 100 dan ortiqroq kimyoviy elementlardan tashkil topgan. Elementlar massasi katta aniqlik bilan o'lchangan. Molekulaning massasi uning tartibiga kiruvchi elementlar atomlarining massalaridan iborat bo'ladi.

Molekulalarning massasini yoki ularning sonini aniqlashda mol tushunchasidan foydalanish qulay. Mol moddaning shunday miqdoriki,

undagi molekulaning soni 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga teng. Bu son odatda, Avagadro soni deb ataladi. Uning qiymati $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ 1/mol, teng va modda turiga bog'liq yemas.

Avagadro soniga teng zarrasi bo'lgan modda miqdoriga

1 mol deyiladi. 1 mol miqdorda olingan modda massasiga molyar massa *deb* aytiladi. 1 mol modda massasining 1 kg larda ifodalangan qiymati molyar massaga teng (μ). Masalan, Fe moddasidan 56g = 0,056 kg olsak, uning miqdori 1 molga teng. Demak, Fe uchun molyar massalarining $\mu = 56 \cdot 10^{-3}$ kg/mol. O₂ gazi uchun bu miqdor $32 \cdot 10^{-3}$ kg ga teng, ya'ni undagi modda miqdori 1 molga teng.

Demak, O₂ gaz uchun modda molyar massasi $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ kg/mol ga barobar. 1 mol modda miqdorida Avagadro soniga teng zarra bo'lganligi uchun moddaning molyar massasi μ ni aniqlash uchun shu modda bitta molekulasining massasi m_0 ni Avagadro soni N_A ga ko'paytirmoq kerak.

$$\mu = m_0 N_A \quad (1)$$

Yoki ixtiyoriy bitta molekulaning massasini topish uchun uning molyar massasini Avagadro soni N_A ga bo'lish kerak.

$$m_0 = \frac{\mu}{N_A} \quad (2)$$

Masalan, CO₂ - karbonat angidrid molekulasining massasini hisoblaylik. Bu gaz uchun $\mu = 0,044$ kg/mol.

$$\text{Demak, } m_0 = \frac{0,044 \text{ kg/mol}}{6,023 \cdot 10^{23} / \text{mol}} = 7,31 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Istalgan massadagi moddada necha mol miqdorda modda miqdori borligini aniqlash uchun uning massasini shu moddaning molyar massasiga bo'lish kerak.

$$\nu = \frac{m}{\mu} \quad (3)$$

Xuddi shuningdek, modda miqdorini shu moddadagi barcha zarralar sonini Avagadro soniga bo'lish orqali ham topish mumkin.

$$\nu = \frac{N}{N_A} \quad \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu} \quad (3 a)$$

Bu ikki tenglikdan yoki

$$N = \frac{m}{\mu} N_A \quad (4)$$

Bu formula istalgan m massali moddadagi zarralar (molekulalar) sonini aniqlash imkonini beradi. Modda molekulasini massasini zichligi va hajmi orqali ifodalasak

$$N = \rho \nu N_A / \mu \quad (5)$$

kelib chiqadi.

Agar modda molekulasini shar shaklida deb olsak, moddaning hajmini

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 N \quad (6)$$

deb hisoblash mumkin

Bu yerda r — modda molekulasining radiusi. (6) formulani inobatga olsak (5) formuladan molekulaning radiusi (o'lchamini)ni aniqlash mumkin.

$$r = \sqrt[3]{\frac{3\mu}{4\pi\rho N_A}} \quad (7)$$

Masalan: Suv molekulasini shardan iborat deb uning o'lchamini aniqlasak, (suv uchun $\mu = 0,018 \text{ kg/mol}$ $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$) ga teng.

Bundan ko'rinadiki, istalgan moddaning molyar massasi, zichligi ma'lum bo'lsa u modda molekulasining o'lchamini (7) formula orqali

aniqlash mumkin. Odatda molekula o'lchami 10^{-10} tartibga ega.

Ideal gaz molekular kinetik nazariyasining asosiy tenglamasi.

Molekulalarning o'lchamini inobatga olinmaydigan va molekularlar o'rtasiga o'zaro ta'sirini hisobga o'lmasa ham bo'ladigan gazga ideal gaz deb aytiladi. Garchi tabiatda bunday gazlar bo'lmasa ham past bosimdagi gazlarni ideal gazdan iborat deb qarash mumkin. Past bosimlarda gaz molekulari orasidagi masofa shunchalik kattaki, ular deyarli o'zaro ta'sirlashmaydi. Bunday sharoitda gaz molekularining diametri (d) molekular orasidagi masofaga (λ) nisbatan juda kichik ($d \ll \lambda$).

Gaz molekulari tartibsiz, xaotik harakat qilib idish devorlari bilan to'qnashib, idish devoriga ma'lum kuch bilan ta'sir ko'rsatadi. Gazning zichligi qancha katta bo'lsa, birlik vaqt ichida idish devoriga uriluvchi molekular soni ham orta boradi. Gazlarning idish devoriga bo'lgan bu ta'sirini xarakterlash uchun gaz bosimi degan kattalik kiritiladi. Bosim gaz molekulasi idish devoriga ko'rsatgan ta'sirining makroskopik o'lchovidir. Gazning bosimi nimalarga bog'liq yekanligini ko'raylik.

Hajmi V bo'lgan *idishdagi* gazni olib qaraylik. Gaz molekulari har xil tezliklarga ega. Soddalik uchun barcha gaz molekulari bir xil tezlik v ga ega deb hisoblaylik. Idish to'g'ri burchakli rallelepiped shaklida bo'lsin.

Bu idish qirralarini koordinata o'qlari sifatida qabul qilaylik. Narakatlanayotgan gaz molekulasi tezligining x , y , z , o'qlaridagi proeksiyalarida v_x , v_y , v_z bo'lsin.

Muvozanat holatda gaz molekulari xaotik harakatlanganligi uchun uning ixtiyoriy yo'nalishda harakatlanuvchi molekularining soni

o‘zaro teng bo‘ladi. Ya'ni gaz molekulalarining idish devoriga bergan bosimi hamma yo‘nalishda bir xil bo‘ladi $P_x = P_y = P_z$. Shuning uchun x yo‘nalishdagi absd sirtga bo‘lgan gaz bosimini aniqlash kerak. Nyuton qonuniga ko‘ra idish devoriga F kuch bilan uriluvchi molekula $F\Delta t$ miqdorda impuls beradi. Bu uerda Δt molekulaning idish devoriga ta'sir vaqti.

Shu vaqt ichida absd yuzaga x yo‘nalishda kelib uriluvchi molekulalar soni $n' = \frac{1}{2}nmV_x^2S\Delta t$ ga teng.

Bunda n-hajm birligidagi gaz molekulalarining soni, S-avsd tomon yuzasi, V_x urilish vaqti.

Har bir molekula idish devoriga mV_x impuls berganligi uchun idish devoriga berilayotgan umumiy impuls

$$mV_x n' = \frac{1}{2}nmV_x^2S\Delta t \quad (8)$$

ga teng bo‘ladi.

Gaz molekulasi idish devoridan qaytganda ham xuddi shunday impuls beradi. U holda natijaviy impuls

$$\frac{1}{2}nmV_x^2S\Delta t - (-\frac{1}{2}nmV_x^2S\Delta t) = nmV_x^2S\Delta t \quad (9)$$

ga teng.

Kuch impulsining o‘zi $F\Delta t$ bilan o‘zaro muvozanatlashganligi uchun

$$F\Delta t = nmV_x^2S\Delta t \quad (10)$$

Bundan esa

$$P_x = \frac{F}{S} = nmV_x^2 \quad (11)$$

kelib chiqadi.

Bu x o‘qi yo‘nalishdagi sirtga bo‘lgan bosimni ifodalaydi. Xuddi shu usul bilan y va z o‘qi yo‘nalishidagi bosimlarni ham aniqlash

mumkin.

$$P_y = nmV_y^2 \quad (12)$$

$$P_z = nmV_z^2 \quad (13).$$

Gaz molekulalarining V tezligi uning x , y , z o'qlaridagi proeksiyalariga

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2 + V_z^2 \quad (14)$$

munosabatda bog'liq bo'lganligi uchun va tenglik o'rinl bo'lganligi uchun

$$\vec{V} = 3\vec{V}_x^2 \text{ yoki } V_x^2 = \frac{1}{3}\vec{V}^2$$

$$P = P_x = P_y = P_z = \frac{1}{3}nm\vec{V}^2 \quad (15)$$

kelib chiqadi.

(15)ni 2ga ko'paytirib, 2 ga bo'lsak $P = \frac{2}{3}n\frac{mV^2}{2}$ (16) deb yozish mumkin.

Bu tenglama ideal gaz kinetik nazariyasining asosiu tenglamasi deyiladi.

Biz (16)ni keltirib chiqarishda gazning hamma molekulalari bir hil tezlik bilan harakatlanayapti deb faraz qildik. Aslida gaz molekulalari to'xtovsiz harakat davomida ularning tezliklarining qiymati o'zgarib turadi. U holda tezlik gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligini ifodalaydi.

Shunday qilib, ideal gazning bosimi hajm birligidagi zarralar soniga, gaz molekulalarining o'rtacha kinetik yenergiyasiga bog'liq.

Tajribalarning ko'rsatishicha, gaz molekulalarining o'rtacha kinetik energiyasi gazning temperaturasiga to'g'ri proporsional yekan.

$$T = \frac{2}{3} \frac{m \overline{g^2}}{2}$$

Agar k proporsionallik koeffitsientini kiritsak,

$$\frac{2}{3} \frac{m \overline{g^2}}{2} = kT \quad (17)$$

hosil qilamiz.

Bundan bitta gaz molekulasi o'rtacha kinetik energiyasi

$$\frac{m \overline{g^2}}{2} = \frac{3}{2} kT \quad (18)$$

ga teng. U yerda k - temperatura bilan energiyani bog'lovchi doimiyga Boltzman doimiysi deyiladi. Uning qiymatiga teng,

$$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

(18) ni inobatga olib (16)ni qo'yidagicha yozish mumkin.

$$P = nkT \quad (19)$$

Demak, gazning bosimi hajm birligidagi gaz molekulalari soniga va gaz temperaturasiga to'g'ri proporsional. Bu yerda T - temperaturaning Kelvin shkalasidagi qiymatidir.

14-Mavzu: Temperatura - molekula o'rtacha kinetic energiyasining o'lchovi. Ideal gaz holatining (Mind.-Klap.) tenglamasi.

Reja:

- 1. Absolyut temperature**
- 2. Issiqlik muvozanati**
- 3. Kelvin shkalasi**

Biror hajmdagi idishga gaz solingan bo'lsa ma'lum vaqt o'tishi

bilan idishda muvozanat o'g'natiladi. Issiqlik muvozanati ro'y berganda massalari har xil bo'lgan molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasi tenglashadi. Ya'ni gazning ixtiyoriy nuqtasida temperatura tenglashadi. Temperaturaning ortishi bilan molekulaning xaotik harakati kuchayadi. Vinobarin, temperatura moddada molekulalar xaotik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi o'lchovidir.

$$\frac{m\bar{g}^2}{2} = \frac{3}{2}kT \quad (1)$$

Agar temperaturasi turli xil gaz o'z-o'ziga qo'yib berilsa ulardan issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli temperaturaning tenglashuvi kuzatiladi. Temperatura yuqori bo'lgan qismdan temperaturasi past bo'lgan qismga yenergiya uzatiladi. Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik temperatura yuqori qismdan past tomon yo'nalishida ro'y beradi. Yuqorida keltirilgan mulohazalardan ko'rinadiki, temperaturaning o'lchovi sifatida molekulalarning o'rtacha kinetik energiyasini olish mumkin. Lekin alohida olingan molekulaning o'rtacha kinetik energiyasini biror usul bilan o'lchab bo'lmaydi va bunga hojat ham uo'q.

Temperaturani o'lchashda shu jismning hajmi, bosimi, elektr qarshiligi kabi makroskopik parametrlarni o'lchash va shu parametr bilan temperatura orasidagi bog'lanishdan foydalanish qulay. Shunday qilib, jismlarning temperaturasi shu jismning holatini ifodalovchi makroskopik parametrlar o'zgarishini o'lchash orqali amalga oshiriladi. Temperaturani o'lchaydigan asboblarga termometrlar deyiladi. Amalda ko'pincha simobli termometrlardan foydalaniladi. Bu termometrning ko'rsatishi Selsiy shkalasiga asoslangan. Normal atmosfera bosimida (760 mm.simob ustuni) muzning erish va toza suvning qaynash temperaturasi oralig'ini 100 bo'lakga bo'lib, uning bir bo'lagini 10 S deb olingan.

Bu shkalani daniyalik A. Selsiy taklif qilganligi uchun uning nomi bilan yuritiladi.

N.V sistemasida temperatura birligi qilib 1 kelvin = 1 K qabul qilingan. Bu shkalada asosiy nuqta qilib, toza suvning muzlash temperaturasi olingan (760 mm. simob ustuni bosimida). Kelvin shkalasi bilan Selsiy shkalasi orasida $T_K = 273 + t_0$ S bog'lanish bor. Kelvin shkalasiga temperaturaning mutloq shkalasi ham deb uuritiladi. (1) ifodadan molekulasining o'rtacha kvadratik tezligini aniqlasak

$$\bar{g} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \quad (2)$$

kelib chiqadi.

Demak, gaz molekulasining o'rtacha kvadratik tezligi gaz molekulalarining mutloq temperaturasidan chiqarilgan kvadrat ildizga to'g'ri, gaz molekulasining massasidan chiqarilgan kvadrat ildizga teskari proporsional. Shu formula asosida azot molekulasining $t=0^{\circ}\text{C}$ dagi kvadratik tezligi ($T=273\text{ K}$) aniqlasak uning 500 m/s ga, vodorod molekulasini uchun yesa 1800 m/s ga teng, ekanligini aniqlashimiz mumkin.

Ideal gazning holat tenglamasi. Mendeleev Klapayron tenglamasi.

Bosimi P , hajmi V , temperaturasi T ma'lum bo'lsa uning holati aniqlangan hisoblanadi. Ideal gazlar kinetik nazariyasida keltirib chiqarilgan $P=nkT$ tenglamada hajm birligidagi qaz molekulalarining soni ekanligini hisobga olsak va $N = \frac{m}{\mu} N_A$ ekanligini yodga olsak

$$P = \frac{\frac{N}{g} N_A}{\mu} kT \quad (2)$$

kelib chiqadi..

Agar $N_A k = R$ deb belgilasak

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad (4)$$

hosil bo'ladi.

(4) tenglamaga ideal gazning holat tenglamasi uoki Mendeleev-Klapeyron tenglamasi deyiladi. Bu formulada

$$R = N_A k = 8,31 \frac{J}{mol.K}$$

ga gaz-universal doimiysi deyiladi. Uning fizik ma'nosi quyidagicha: Istalgan 1 mol ideal gaz izobarik ravishda 1 K ga qizdirganda kengayishi tufayli 8,31 j ish bajarilishi ko'rsatadi.

Bu tenglamadan ko'rinadiki, ideal gazning bosimi bilan hajmi ko'paytmasi uning temperaturasiga to'g'ri proporsional.

Agar gazning miqdori 1 molga teng bo'lsa, bu tenglama

$$PV = RT \quad (5)$$

ko'rinishini oladi.

Shunday qilib, ideal gazlar Mendeleev-Klapeyron tenglamasiga bo'ysunadi. Yuqorida ta'kidlanganidek past bosimdagi real gazlarni ideal gaz qonunlariga bo'ysunadi deb hisoblash mumkin. Bosim ortgan sari ideallikdan chetlanishlar ortib boradi.

15-Mavzu: Izajarayonlar va ular uchun holat tenglamalari.

Reja:

1. **Izotermik jarayon.**
2. **Izobarik jarayon**
3. **Izoxorik jarayon**

Gazning makroskopik holatini uning bosimi P , hajmi V , temperaturasi T ifodalaydi, Bu parametrlar o'rtasidagi bog'lanish berilgan massadagi gaz uchun turli xil olimlar tomonidan o'rganilgan bo'lib, bu bog'lanishlarni aniqlovchi munosabatlar ularning nomlari bilan yuritiladi. Shu qonunlar bilan tanishamiz.

Ideal gazning hajmi bilan bosimi orasidagi bog'lanish. Boyle-Mariott qonuni.

Gazning temperaturasini doimiy bo'lgandagi jarayonga izotermik jarayon deyiladi. Shu jarayonda gazning bosimi bilan hajmi o'rtasidagi bog'lanishni bir-biridan mustaqil ravishda. tekshirib, ingliz olimi R.Boyl (1627-1691) va fransuz olimi Ye.Mariott (1620-1684) quyidagi qonunni kashf qildilar.

Temperatura o'zgarmas bo'lganda, berilgan gaz massasining bosimi gazning hajmiga teskari proporsional bo'ladi.

Bu qonunga Boyle-Mariott qonuni deb ataladi.

Misol uchun biror gaz massasining temperaturasi o'zgarniaa $T=\text{const}$ bo'lsin. P_1 bosimda gazning hajmi V_1 , P_2 bosimda gazning hajmi V_2 bo'lsin. U holda

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{yoki} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (1)$$

Boshqacha qilib aytganda, temperatura o'zgarmaganda berilgan gaz massasi hajmining bosimga ko'paylmasi o'zgarmas kattalikdir. Agar bu bog'lanishni $P=P(V)$ masshtabida grafik ravishda ifodalasak izotermik

($T_1 = \text{const}$) jarayon grafigi quyidagi rasmda keltirilgan.

Agar temperaturani T_2 gacha oshirib, keyin uni doimiy qoldirib P va V o'rtasida bog'lanishni aniqlasak T_2 -ga tegishli izoterma hosil bo'ladi.

O'tkazilgan tajribalar Boyle-Mariott qonuni past bosimli gazlarda bajarilishi isbotlandi. Juda katta bosimlarda Boyle-Mariott qonunini tadbiq etib bo'lmaydi. Unday hollarda bosim bilan hajm o'rtasidagi bog'lanish ancha murakkablashadi.

Boyle-Mariott qonunidan ko'rinadiki, gazning temperaturasi o'zgarmaganda uning bosimi hajmiga teskari proporsional bo'lganligi uchun, gazning bosimi ortishi bilan uning zichligi ham ortadi, ya'ni gazning bosimi zichligiga to'g'ri proporsional.

Gaz hajmining temperaturaga bog'liqligi. Gey-Lyussak qonuni.

α - ga gaz hajmining termik koeffisienti deyiladi. Bundan esa

$$V = V_0 (1 + \alpha t) \quad (2)$$

Fransuz olimi Geu-Lyussak gazning issiqlikdan kengayishini tekshirib, bosim o'zgarmaganda hamma gazlarning hajm kengayishi koeffisienti birday bo'lib, son jihatdan $1/273$ ga teng ekanligini aniqladi. Bosim o'zgaras bo'lgan jarayonga izobarik jarayon deb aytiladi.

$$(P = \text{const}) \quad V_t = V_0 + \frac{t}{273} V_0 = \frac{(273 + t^0 C) V_0}{273}$$

yoki $273 = T_0$ $273 + t_0 S = T$ ekanligini nazarga olsak,

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{T}{T_0} \quad (3)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Shunday qilib, berilgan massadagi gazning bosimi o'zgaras

bo'lganda hajmi uning temperaturasi ga to'g'ri proporsional. Bunga Gey I.yussak qonuni deyiladi. $V=V(T)$ grafigidagi $P=\text{const}$ chiziqlarga izobara chiziqlari *deb* ataladi.

Agar gaz hajmining temperaturaga bog'ligini Kelvin shkalasida ifodalansa bog'lanish hosil bo'ladi. Gaz bosimining temperaturaga bog'liq bo'lishi. Sharl qonuni.

Agar gazni germetik berk idishga solib uni qizdira boshlasak uning bosimi orta borganini ko'ramiz. Doimiy hajmdagi gaz bosimining temperaturaga bog'liq ravishda o'zgarishini 1787 yilda Fransiya olimi J.S.Sharl tekshirib, berilgan gaz massasini o'zgarmas hajmda 1 °S ga isitganda uning bosimi avvalgi bosimining 1/273 hissasiga ortishini aniqladi.

$$\gamma = \frac{P_t - P_0}{P_0 t} \quad (4)$$

ga gaz bosimining termik koeffisienti deyiladi.

Vundan

$$P_t = P_0(1 + \gamma t) \quad (5)$$

Sharl qonunidan ko'rinadiki, gaz bosimining termik koeffisienti γ ga teng.

Hajmi doimiy bo'lgan jarayonga izoxorik jarayon *deb* aytiladi.

Bu vaqti $P=P(T)$ masshtabida, xuddi shuningdek bu chiziqlarni $P=P(T)$ masshtabida ham chizish mumkin.

Sharl qonunidan juda muhim bir xulosa kelib chiqadi:

$$P_t = P_0(1 + \gamma t)$$

grafikni temregatura chizig'i bilan kesishguncha davom ettirilsa ($t=273^0$ S) bu temperatura gazning bosimi nolga teng bo'lgan holatni ifodalaydi.

$$P = P_0(1 + \gamma t)$$

dan $P_0 = 0$ bo'lganligi uchun $1+t=0$ ekanligi kelib chiqadi. Vundan yesa bo'lganligi uchun $t = -273$ kelib chiqadi. Shunday qilib, -273°S da gazning bosimi nolga teng bo'ladi.

Ingliz olimi V.Tomson (Kelvin) temperaturaning noli deb -273°S ni qabul qilishni tavsiya qildi. Bu shkalaga Kelvin shkalasi deyiladi.

-273°S ga esa mutloq nol temperatura deb ataladi. Kelvin shkalasida ham graduslarning kattaligi Selsiy shkalasidagidek bo'ladi. Faqat uning noli chap tomonga -273 birlikga siljigan. Masalan normal atmosfera bosimida Kelvin shkalasida muzning erish temperaturasi $T_0 = 273\text{ K}$, suvning qaynash temperaturasi $T = 373\text{ K}$ ga teng.

Shunday qilib Kelvin va Selsiy shkalalari o'rtasida

$$TK = 273^0 + t^{\circ}\text{S} \quad (6)$$

yoki

$$t^{\circ}\text{S} = TK - 273^0 \quad (7)$$

bog'lanishlar mavjud.

Gazlar aralashmalari uchun Dalton qonuni.

Odatda bir jinsli gazlarning uchratish juda qiyin, har doim har qanday gazda ham boshqa gazlarning aralashmasi mavjud bo'ladi. Masalan: havo deganda azot (78%), kislorod (21%) va boshqa gazlar (CO_2 , N_2 suv bug'i kabi)ning aralashmasi tushuniladi.

Gaz aralashmalarining idish devoriga bergan bosimini o'rganib ingliz olimi Dalton quyidagi qonuni ochdi: gaz aralashmastmng idish devoriga bergan natijaviy bosimi har bir gazning idish devoriga bergan parsial bosimlarining yig'indisiga teng.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i \quad (8)$$

Vu ifoda o‘zaro reaksiyaga kirishmaydigan istalgan gaz aralashmalari uchun o‘rinlidir.

Avagadro qonuni.

Ideal gazlar uchun chiqarilgan

$$P = nkT = \frac{N}{V} kT$$

munosabatdan ko‘rinadiki, bir hil *bosim* va temperatura har qanday gazning teng hajmidagi gaz molekulalari soni ham teng bo‘ladi. Haqiqatan ham agar ikki xil gaz uchun $P_1=P_2$, $T_1=T_2$ va $V_1=V_2$ bo‘lsa yuqoridagi munosabatdan $N_1=N_2$ ekanligi kelib chiqadi. Vu yesa Italyan olimi A.Avagadro qontmining matematik ifodasidir. Bu qonun qo‘yidagicha ta'riflanadi: Bir hil sharoitda (bir hil bosim va temperaturada) turli gazlarning hajm birligidagi gaz molekulalarini soni ham teng bo‘ladi.

Bu qonundan boshqa bir xulosa ham kelib chiqadi. Molekulalarning soni birday bo‘lgan turli xil gazlar bir xil bosim va temperaturasi bir xil hajmni egallaydi. Normal sharoit ($P=1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $T=273 \text{ K}$) da har qanday gazning bir moli

$$V = N_A k \frac{T}{P} = \frac{6,063 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 273 \text{ K}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

hajmini egallaydi. Bunday sharoitdagi 1 m^3 hajmdagi molekulalar soniga Loshmidt soni deb aytiladi.

$$r_A = \frac{N_A}{V_0} = \frac{6,02 \cdot 10^{23} 1/\text{mol}}{22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ mol}} = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

SUYUQLIKLARNING XOSSALARI.

16-Mavzu: Suyuqliklarning molekuliyar tuzilishi. Suyuqlik sirti.

Sirt taranglik kuchi. Kuchlanganlik.

Reja:

- 1. Ho'llash, kapilyarlik**
- 2. Sirt taranglik kuchi**
- 3. Suyuqliklarning molekular tuzilishi**

Biz ideal gazlar xossalarini ko'rganimizda ularning molekulalari o'lchamsiz va o'zaro ta'sirlashmaydi deb hisobladik. Ammo bunday o'ta soddalashtirilgan tassavurlar faqat siyraklashgan, ya'ni past bosimdagi gazlar uchun o'rinlidir. Gazning bosimi bir necha atmosferaga yetishi bilan ideal gaz qonunlaridan chetlanishlar yaqqol sezila boshlaydi. Buni gaz bosimining ortishi bilan gaz molekulalarining o'zaro ta'sirlashganligi bilan tushuntirish mumkin. Ular juda yaqin masofalarda itarishadi. Masofaning ortishi bilan itarish kuchlari tortishish kuchlari bilan almashinadi.

Gazning temperaturasini pasaytirib, bosimni oshirsak, gazning holatini aniqlovchi parametrlar - bosim, hajm va temperatura ma'lum bir kritik qiymatga erishgandan keyin gazni siqishni yana davom ettirsak gaz suyuq fazaga o'ta boshlaydi. Suyultirilgan gazning temperaturasini yanada pasaytirsak u hatto qattiq fazaga o'tishi mumkin. Gazning suyuq va qattiq fazaga o'tishi molekulalar orasidagi o'tishi ta'sirga bog'liq. Bu kuchlarning ta'siri molekulalar orasidagi o'zaro ta'sirga, uch molekula radiusiga ($2r$ to $3r$) teng bo'lgandagina sezila boshlaydi.

Molekulalar orasidagi bu ta'sir kuchlari elektr tabiatga ega. Bu kuch taxminan, molekulalar massa markazi orasidagi masofaning yettinchi

darajasiga teskari proporsional

$$f_T \approx -\frac{A}{r^7} \quad (1)$$

bunda (-) ishora ta'sir tortish sifatida namoyon bo'lishini ko'rsatadi. A - molekulaning tuztlishiga bog'liq bo'lgan, berilgan molekula uchun doimiy bo'lgan kattalik.

Molekulalar orasidagi itarish kuchi ham molekula1ar orasidagi masofaga bog'liq. Uning qiymati molekulalar orasidagi masofaga to'qqizinchi darajasiga teskari proporsional

$$f_{ym} \approx \frac{B}{r^9} \quad (2)$$

bunda U ham, A ga o'xshash molekulaning tuzilishiga bog'liq bo'lgan koeffitsient. Molekula shu ikkala kuch asosida o'zaro ta'sirlashadi. Rasmda ko'rsatilgan

$$f = -\frac{A}{r^7} + \frac{B}{r^9}$$

grafikdan ko'rinadiki, molekulalarning massa markazlari orasidagi masofa r molekulaning diametri d (effektiv diametri) ga teng bo'lsa molekulaning o'zaro ta'sir kuchi nolga teng.

Agar $r > d$ bo'lsa itarish kuchlarining ta'siri katta, $r < d$ bo'lganda tortishish kuchlarining ta'siri katta bo'ladi. Nisoblashlar ko'rsatadiki $r = r_0 = 1,134 d$ ga teng bo'lganda tortishish kuchi yeng katta qiymatga erishadi. Masofaning ortishi bilan tortish kuchining miqdori kamaya boradi. Shunday qilib, molekular kuchlar qisqa masofalarida ta'sir qiluvchi kuchlardir.

Moddalarning agregat holati molekulalarning o'zaro ta'sir kuchi va ularning potensial yenergiyasi qiymati bilan aniqlanadi. Masalan: normal atmosfera bosimida gaz molekulalarining massa markazlari orasidagi r masofa, molekulaning diametri d ga nisbatan ancha katta $r \gg d$). Bunday

sharoitda molekular kuchlar va molekulalarning potensial energiyasi deyarli nolga teng.

Suyuqlik molekularining massa markazlari orasidagi masofa taxminan molekula diametriga teng. $(r-d)$ suyuqlik temperaturasi uning qotish temperaturasiga yaqin bo'lsa molekulalar muvozanatli holat atrofida tebranib turadi. Bu vaqtda uning molekulasi kinetik va potensial energiyaga ega bo'ladi. Molekulaning to'la mexanik energiyasi kT ga proporsional. Bunday holatda suyuqlik molekulasi yaqin tartibga ega deb aytiladi. Issiqlik harakat energiyasi kT potensial energiyadan ozgina katta bo'lsa molekula tartibli strukturani tashlab, boshqa muvozanat holatga o'tadi. Temperatura oshgani sari molekulaning issiqlik harakati kuchayadi va natijada tebranma harakat amplitudasi ortadi. Bu esa suyuqlik hajmining kengayishiga olib keladi.

Qattiq jismlarda zarralar orasidagi masofa $r = d$ shartni qanoatlantiradi. Ularning zarralari joylashuvdagi tartib uzoq masofalarda ham saqlanganligi uchun qattiq jismlar uzoq tartibga ega deb aytiladi. Temperaturaning ortishi bilan muvozanat holat atrofida tebranuvchi zarralar amplitudalari o'tgani tufayli ularning chiziqli o'lchamlari ham orta boradi. Qattiq jism zarralari kT issiqlik harakat kinetik energiyasiga va $U_{\min}$ potensial energiyaga ega bo'lganliklari va har doim $kT < U_{\min}$ shart bajarilganligi uchun ular o'z hajmlari va shakllarini ham saqlaydilar. $kT - U_{\min}$ shartga yaqinlashsa qattiq jism eriy boshlaydi.

Shunday qilib, moddaning turli hil agregat holatlarida shu moddani tashkil etuvchi zarralar o'rtasida o'zaro ta'sir energiyalari turlicha bo'ladi.

Suyuqliklarda sirt hodisalari. Sirt tarangligi kuchi va sirt tarangligi koeffitsienti.

Ma'lumki, istalgan formadagi idishga suyuqlik solinganda uning erkin sirti mavjud bo'lsa, bu sirt gorizontal holatda bo'ladi. Chunki, suyuqlik sirtidagi molekulalar suyuqlikning qolgan qismidagi molekulalarga nisbatan boshqa sharoitda bo'ladi. Suyuqlik erkin sirtidagi molekulalar suyuqlik hajmidagi molekulalar kabi hamma tomondan o'ziga o'xshash molekulalar bilan o'rab olinmagan.

Faqat yon va past tomonidan o'ziga o'xshash molekulalar bilan qurshab olingan.

Suyuqlik sirti ustidagi suyuqlik bug'i zichligi suyuqlik zichligidan keskin kichik bo'lganligi uchun sirtidagi molekulani yuqori tomondan o'rab turgan bug' holatdagi molekulalar sonidan juda kichik. Shuning uchun bug' molekulaning ta'siri deyarli sezilmaydi. Natijada suyuqlik o'rtasidagi molekulalarga atrofdagi molekulalar tomonidan ta'sir etuvchi kuch nolga teng bo'lsa, sirtidagi molekulaga ta'sir etuvchi kuchlarni teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'lmasdan, tik pastga yo'nalganligi rasmda ko'rsatilgan. Suyuqlik sirtidagi har bir molekulaga shunday kuchlar ta'sir etganligi uchun suyuqlik sirti gorizontal bo'ladi.

Demak, suyuqlik erkin sirtidagi har bir molekulaga tik pastga yo'nalgan kuch ta'sir qiladi. Ana shu kuchga sirt tarangligi kuchi deyiladi. Tabii holda bu kuchning kattaligi erkin sirt uzunligi qancha katta bo'lsa, u shuncha katta bo'ladi. Erkin sirt uzunlik birligiga to'g'ri kelgan sirt taranglik kuchiga sirt tarangligi koeffitsienti deyiladi.

$$\sigma = \frac{F}{l} \quad (3)$$

Bu yerda σ - sirt taranglik koeffitsienti, F - sirt tarangligi kuchi, l - sirt qatlam chegarasi uzunligi. Sirt tarangligi kuchi ta'sirida sirt qatlami chegarasining uzunligi imkoni boricha qisqa bo'lishga erishiladi. Chunki sirt taranglik kuchi shu sirtga urinma ravishda sirt uuzasini

kamaytirish yoʻnalishida boʻladi.

Molekula suyuqlik sirtidan ichiga oʻtganda musbat ish bajariladi. Aksincha mollekulasi suyklik ichidan tashqari qatlamga koʻchirishda tashqi kuchning bajargan ishi manfiy boʻladi. Bundan koʻrindaki Suyuqlik sirtidagi molekula suyuqlik hajmidagi molekulalarga nisbatan ortiqcha potensial energiyaga ega boʻladi.

Suyuqlik erkin sirtining potensial energiyasi uning sirt yuzasiga proporsional,

$$W = \sigma S \quad (4)$$

Bundan yesa

$$\sigma = \frac{W}{S} \quad (5)$$

Shunday qilib, suyuqlikning sirt tarangligi koeffitsienti sirt yuza birligiga toʻgʻri kelgan sirt potensial energiyasining xarakterlaydi.

Mexanika kursidan maʼlumki, muvozanat holatda har qanday sistema yeng kichik potensial energiyaga ega boʻladi. Shuning uchun muvozanat holatda suyuqlik sirti eng kichik qiymatga ega boʻlishi kerak. Geometriyadan maʼlumki, myayyan hajmga ega boʻlgan shakllar orasida shar yeng kichik sirtga ega Binobarin, har qanday suyuqlik molekular kuchlar taʼsirida shar shaklini olmogʻi lozim. Shu sababli yomgʻir tomchisi, gorizontal sirtda toʻkilgan simob tomchilari shar shaklini oladi.

(3) va (5) dan koʻrinadiki, sirt tarangligi koefftsienti N/m yoki j/m² larda oʻlchanadi.

Taʼkidlash kerakki, berilgan suyuqlikning sirt tarangligi koefftsienti temperaga ham bogʻliq. Temperaturaning koʻtarilishi bilan molekulalar aro taʼsir kuchlari kamayganligi tufayli, suyuqlikning sirt tarangligi koeffitsienti ham kamayadi. Kritik holatda suyqlik va uning bugʻi oʻrtasidagi farq uoʻqolganligi uchun sirt taranglik kuchi ham uoʻqoladi.

Suyuqliklarning sirt tarangligi ko'effitsientini bir necha usullar bilan aniqlash mumkin. Bu usullarning barchasi suyuqlikning sirt hodisalarining u yoki bu usullar yordamida o'zgartishini qayd qilishga asoslangan.

Suyuqlik sirt taranglik ko'effisienti aniqlashning eng tarqalgan usullaridan biri tomchi usulidir. Tomchining og'irligi P sirt taranglik kuchi F dan katta bo'lib qolganda tomchi uzilib tushadi. Tomchi uzilishida suyuqlik sirti qatlami chegarasining uzunligi $l=2\pi r$ (r - tomchi uzilish paytida tomizg'ich naychasining ichki radiusi) ga teng 3-rasmda keltirilgan.

Shuning uchun

$$\sigma = \frac{F}{l} = \frac{P}{2\pi r} \quad (6)$$

deb uozish mumkin.

50-60 ta tomchini tarozida P tortib, bitta tomchining og'irligini

$$P=P'/n$$

(n -tomchilar soni) orqali aniqlash mumkin. Tomizg'ich naychaning ichki radiusini bilgan holda P' ni (6) orqali aniqlash mumkin.

Suyuqliklarda kapillyarlik hodisalari.

Suyuqlikga tushirilgan qattiq jism ho'llanishi yoki ho'llanmasligi mumkin.

Masalan: bir chanoq paxtani suvga tashlasak paxta ho'llanadi. O'rdak yoki g'oz ratini suvga botirib olsak ho'llanmagani ko'ramiz. Shuningdek toza suv shishani ho'llaydi, ammo raraffini ho'llamaydi. Suyuqlikning qattiq jismni ho'llash, ho'llanmasligi qattiq jism suyuqlik

va suyuqlik (molekulalari) zarralari orasidagi o'zaro ta'sirga bog'liq. Agar qattiq jism zarralari bilan suyuqlik molekulalari orasidagi ta'sir (tutinish) kuchi suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchiga nisbatan katta bo'lsa qattiq jismni suyuqlik ho'llaydi va aksincha hollamaudi.

Suyuqlik qattiq jismni ho'llash. ho'llamasligiga qarab suyuqlik solingan idish devorlari yonida suyuqlik sirti egrilanishi turlicha bo'ladi.

Suyuqlik idishni ho'llaganda idish devorlari molekulalari bilan suyuqlik molekulalari orasidagi ta'sir, kuchi *suyuqlikni* bir oz ko'taradi va suyuqlik sirti botiq bo'ladi (rasmda ko'rsatilgan). Suyuqlik qattiq jismni ho'llamaganda, buning aksincha suyuqlik molekulalari orasidagi ta'sir kuchi suyuqlikning ichki tomoniga yo'nalgan bo'lib, ich idish devoridan ichkariga qarab itaradi va natijada suyuqlik sirti qavariq bo'ladi.

Qattiq jismni suyuqlik ho'llash, ho'llamasligiga qarab, shundau jismlardan tayyorlangan ingich diametrli naychalar suyuqlikka tushirilganda naycha ichidagi suyuqlik sathi naycha tushirilgan idishdagi suyuqlik sathidan yuqori yoki, past bo'lishi mumkin. Bunday ingichka diametrli naychalarga kapillyar naychalar, bu naychalarda suyuqlik sathining ko'tarilishi yoki tushishiga kapillyar hodisalar deyiladi.

Kapillyar naycha ichida suyuqlik sirtining egrilanishiga menisk deb ataydilar. Suyuqlik kapillyar naychani ho'llaganda menisk botiq, ho'llamaganda yesa qavariq bo'ladi. Kapillyar naychada suyuqlik sathining ko'tarilishi nimalarga bog'liq?

Radiusi r ga teng bo'lgan kapillyar naycha ichida suyuqlik sirti $2\pi r$ aulanada turadi. Bunda suyuqlik sirti chegaralari deyarli vertikal bo'ladi. Agar sirt taranglik koeffitsienti a bo'lsa, suyuqlik sirti chetlarini ushlab turgan bu kuch $F=2\pi r\sigma$ ga teng bo'ladi. Bu kuch og'irligi $\pi r^2 \rho gh$

bo'lgan suyuqlikni h balandlikda (ho'llasa) ushlab turadi, bunda - suyuqlikning zichligi. Demak, naychadagi suyuqlik

$$2\pi r\sigma = \pi r^2 \rho g h \quad (1)$$

shart bajarilganda muvozanatda bo'ladi.

Bundan

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g r} \quad (2)$$

kelib chiqadi.

Shunday qilib, suyuqlik naychani ho'llaganda bu naycha bo'ylab suyuqlikning ko'tarilish balandligi sirt taranglik koeffitsientiga to'g'ri proporsional bo'lib, naychanirig radiusi iga va suyuqlikning zichligiga teskari proporsionaldir.

Suyuqlik naychani ho'llamaganda naychadagi suyuqlik sathi idishdagi suyuqlik sathidan h miqdorda rastda bo'ladi.

Jismlarning suyuqliklarni shimib olish, suyuqlikning pilik bo'ylab yuqoriga ko'tarilishi, kabi hodisalar shu jismlardagi kapillyarlik tufayli ro'y beradi.

Ayniqsa, qishloq xo'jaligida tuproqning kapillyarligi undagi namni saqlashda juda katta amaliy ahamiyatga ega va bunga alohida e'tibor berishni talab qiladi.

Kapillyar hodisalar biologiyada flora va fauna dunyosida muhim rol o'ynaydi. O'simlik va hayvonat dunyosi uning to'qimalaridagi kapillyarlik tufayli oziqlanadi va, har xil tomirlar - kapillyar naylarda suyuqliklar harakati mavjudligi tufayli yashaydi.

17-Mavzu: Bug‘lanish va Kondensatsiya. Tuyingan va tuyinmagan bug‘lar.

Reja:

- 1. Bug‘lanish va Kondensatsiya.**
- 2. To‘yingan va to‘yinmagan bug‘lar.**
- 3. Bug‘ hosil bo‘lish solishtirma issiqligi va uni aniqlash.**

Yuqorida ta'kidlanganidek, agar modda molekulalarining kinetik yenergiyasi, ularning potensial energiyasiga yaqinlashganda modda suyuq holatda bo‘ladi. Suyuqlik molekulalari muvozanat holat atrofida tebranma va aulanma harakatda bo‘lib, bu holatdan ikkinchi holatga o‘tib ham turadi. Suyuqlik temperaturasining ortishi bilan suyuq holatdan bug‘ holatga o‘tuvchi molekulalar soni ham ortadi. Suyuqliklarning bu holatga o‘tishiga bug‘lanish deyiladi. Bug‘lanish shu suyuqlikning muzlash temperaturasidan yuqori istalgan temperaturada go‘u beradi. Lekin, temperatura qancha yuqori bo‘lsa bug‘lanish intensivligi, suyuqlik sirti yuza birligidan vaqt birligi ichida bug‘lashuvchi molekulalar soni shuncha uqori bo‘ladi. Bug‘lanuvchi molekulalar suyuqlik sirtiga yaqinlashganida molekulalar orasidagi o‘zaro ta'sir kuchini uengan molekulalardir. Suyuqlik bug‘lanishi jarayonida kinetik energiyasi eng katta bo‘lgan molekulalarni uo‘qotadi. Suyuqlikda esa kinetik energiyasi past bo‘lgan molekulalar qoladi. Bu esa bug‘lanayotgan suyuqlikning temperaturasi pasayadi, demakdir. Boshqacha aytganda, bug‘lanish vaqtida sovish ro‘y beradi.

Suyuqlikning bug‘lanishi berk idishda bo‘lsa bug‘lanish bilan birga bug‘ning yana suyuqlikga aylanish jarayoni - kondensatsiya ham ro‘y beradi. Bug‘lanish ochiq idishda bo‘lsa kondensatsiya ro‘y bermaydi. Bu vaqtda bug‘lanish tufayli suyuqlik miqdori kamayadi.

Verk idishda bug‘lanishni qaraylik. Vunda vaqt o‘tishi bilan suyuqlikning bug‘lanishi tufayli kamayishi to‘xtaydi. Chunki, berk idishda bug‘lanish bilan birgalikda kondensatsiya ham ro‘y beradi. Vaqt birligi ichida bug‘lanuvchi molekulalar soni, kondensiyalanib yana suyuqlikka aylanuvchi molekulalar soniga tenglashgandagi bug‘ga, ya’ni o‘z suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo‘lgan bug‘ga to‘yingan bug‘ deyiladi.

Dinamik muvozanatning har qanday buzilishi, masalan, idish hajmining ortishi yoki temperaturaning ko‘tarilishi to‘yingan bug‘ni to‘yinmagan bug‘ga aylantirish mumkin. To‘yinmagan bug‘da dinamik muvozanat bo‘lmaydi. Bug‘lanish vaqtida bug‘lanuvchi molekulalar o‘zlari bilan energiya olib ketadi. Kondensiyalanish jarayonida esa bu energiya yana suyuqlikka qaytariladi. Shuning uchun dinamik muvozanat holatida suyuqlik temperaturasi ham doiruiy bo‘ladi. O‘zgarmas temperaturada to‘uingan bug‘ egallagan hajmni kamaytirsak, u holda molekulalarning bir qismi bug‘lanadi aylanadi, yoki aksincha to‘uingan bug‘ning hajmini orttirsak, suyuqlikning bir qismi bug‘lanadi, to‘yingan bug‘ning bosimi hajmga bog‘liq yemas, ya’ni u Boyle-Mariott qonuniga bo‘ysunmaydi, degan xulosa kelib chiqadi. Temperaturaiung ortishi bilan to‘yingan bug‘ning bosimi ortadi. Biroq uning ortishi ideal gaz qonunidan boshqacharoq bo‘ladi. To‘yingan bug‘ning bosimi ideal gaznikiga nisbatan temperaturaning ortishi bilan tezroq ortadi. Shuning uchun to‘uingan bug‘ ideal gaz qonunlariga, xususan Sharl qonuniga ham bo‘ysinmaydi.

Temperaturaning ortishi bilan bug‘ bosimning ortishi, birinchidan bug‘ molekulalari kinetik energiyasining ortishi bilan, ikkinchidan, bug‘ molekulalarining konsentratsiyasi (zichligi) ortishi bilan tushuntiriladi. Shunday qilib, to‘yingan bug‘ning bosimi temperaturaga bog‘liq. Uning

bog'lanish grafigi rasmda keltirilgan.

Grafikdan ko'rinadiki, temperatura qancha katta bo'lsa, bosimi shuncha katta bo'ladi. Ta'kidlash kerakki, bir xil temperaturada turli xil suyuqliklar to'yingan bug'ining bosimi turlicha bo'ladi. Masalan, biror temperatiradagi spirtning to'yingan bug'ining bosimi, shu temperatiiradagi suv to'yingan bug'ining bosimidan har doim katta bo'ladi.

To'uingan bug'ni izotermik kengaytirish yoki izoxorik isitish orqali va nihoyat bir vaqtning o'zida isitish hamda kengaytirish orqali hamma vaqt to'yinmagan bug'ga aylantirish mumkin. To'uinmagan bug'larning bosimi uncha yuqori bo'lmaganda ularni ideal gaz qonunlariga bo'ysinadi *deb* hisoblash mumkin.

Bug' to'yinish holatidan qancha uzoq bo'lsa, uning holati ideal gaz qonunlariga shunchalik ko'proq bo'ysunadi. Suyuqlikni qizdirilishi berk idishda olib borilsa, suyuqlik tempei'aturaning ortishi bilan uning, ichligi kamaya beradi. Uning to'yingan bug'ning zichligi yesa orta beradi. Ma'lum bir temperaturada bu bog'lanishlar umumiy nuqtaga ega bo'ladi.

Bu vaqtdagi temperaturaga "kritik temperatura, bu vaqtdagi bosimga «kritik bosim», bu vaqtdagi hajmga yesa "kritik hajm" deyiladi.

Kritik nuqtaga moddaning kritik holati degan maxsus bir holati mos keladiki, unda suyuqlik bilan uning to'uingan bug'i orasida hech qanday farq qolmasligi rasmda keltirilgan.

Gazlarning temperaturasi kritik temperaturadan pasaytirilgandagina ularni suyuq holatga o'tkazish mumkin. Shu usul bilan ammiak, karbonat angidrid, xlor kabi gazlar suyultiriladi.

Aurim gazlar masalan kislorod, vodorod, azot kabi gazlar hatto

3000 atmosfera bosimgacha siqilib, ularning temperaturasi -110°S gacha sovutilganida ham suyuq holatga o'tmagan. Keyinchalik ma'lum bo'lishicha, ularning kritik temperaturalari juda past ekan. Shuning uchun ham ular har qanday siqilganda ham suyuq holatga o'tmagan yekan. Vodorod – 244°S da, geliu yesa 269°S da suyuq holatga o'tishi keyinchalik ma'lum bo'ladi.

Suyultirilgan gazlar temperaturasida juda ko'r moddalar qattiq holatga o'tadi. Suyuq havo quyilgan stakanga muzlash temperaturasi – 144°S bo'lgan spirt quyilgan probirkani botirib, qattiq spirt hosil qilish mumkin. Suyultirilgan gazlar temperaturasida ko'pgina moddalarning xossalari ancha o'zgarib ketadi. Masalan. qo'rg'oshin past temperaturalarda, po'latdek elastik bo'lib, qoladi va h.k. Shunday qilib, past temperaturalarda moddalarning xossalari sezilarli darajada o'zgaradi.

Bug' hosil bo'lish solishtirma issiqligi va uni aniqlash.

Qaynash temperaturasidagi suyuqlikning massa birligini butunlay bug'ga aylantirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga bug' hosil bo'lishning solishtirma yashirin issiqligi (L) deyiladi.

$$Q = Lm \quad \text{yoki} \quad L = \frac{Q}{m} \quad (1)$$

Bug' hosil bo'lish solishtirma issiqligi J/kg larda o'lchanadi. Bug' hosil bo'lishining solishtirma issiqligi suv uchun $L = 2258 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$.

Turli xil suyuqliklar uchun L turlicha qiymatga ega. Bir xil suyuqlikning bug' hosil bo'lish solishtirma issiqligi har xil temperaturada har xil bo'ladi.

Temperaturaning ortishi bilan bug' hosil bo'lish yashirin issiqligi kamayadi. Kritik temperaturada suyuqlik bilan bug' o'rtasida farq

uo‘qolganligi uchun. bug‘ hosil bo‘lishi solishtirma issiqligi ham nolga teng bo‘ladi. Bug‘ suyuqlikka aylanganda bug‘ hosil bo‘lish issiqligi ajralib chiqadi. Bug‘ hosil bo‘lish 'solishtirma issiqligini tajribada topish ana shunga asoslangan. Buning uchun solishtirma issiqlik sig‘imi s_1 , massasi m_1 , bo‘lgan kalorimetrga solishtirma issiqlik sig‘imi c_2 , massasi m_2 o‘lgan pch quyib, ularning boshlang‘ich temperaturasi t_b aniqlangandan keyin qaynash temperashrasidagi bug‘ (t_2) kalorimetrga yuboriladi. Bug‘ kalorimetrdagi kondensatsiyalanadi, uning massasi kalorimetrdagi qayta tortish yo‘li bilan, aralashmaning temperaturasi q termometr yordamida aniqlanib, tekshirilayotgan suyuqlikning solishtirma issiqlik sig‘imini bo‘lgan holda, issiqlikning balans tenglamasi tuzilib, undan solishtirma bug‘lanish issiqligi L topiladi. Bu vaqtda bug‘ kondensatsiyalaganda $Q_1 = \lambda m$ issiqlik ajraladi va hosil bo‘lgan suyuqlik t_b bug‘ temperaturasidan q muvozanat temperaturasiga sovuydi. Sovish hisobiga $Q_2 = cm(t_b - q)$ issiqlik chiqariladi. Vu issiqlik hisobiga. kalorimetrdagi ichki idishi va undagi suv temperaturadan 0 temperaturagacha isiydi, ya'ni ular

$$Q_3 = c_1 m_1 (q - t_0) \quad \text{va} \quad Q_4 = c_2 m_2 (q - t_0)$$

issiqlik miqdori oladilar. Yenergiyaning saqlanish qonuniga binoan:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 \quad \text{yoki} \quad Lm + cm(t_b - \theta) = -c_1 m_1 (\theta - t_0) + c_2 m_2 (\theta - t_0)$$

Bundan yesa

$$L = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(\theta - t_0) - cm(t_b - \theta)}{m}$$

Shu usul bilan amalda suyuqliklarning bug‘ hosil bo‘lish solishtirma issiqligi aniqlanadi.

**18-Mavzu: Suyuqlikning qaynashi. Suyuqlikning qaynash
temperaturasi va bosimiga bog'liqligi. Kritik
temperaturaning namligi.**

Reja:

- 1. Suyuqliklarning qaynashi.**
- 2. Atmosferadagi suv bug'lari. Havoning namligi.**
- 3. Absolyut va nisbiy namlik.**

Qaynash temperaturasi tashqi bosimga bog'liqligi. Suyuqliklar qizdirilganda uning temperaturasi ortadi. Avval suyuqlik ichida pufakchalar paydo bo'lishini ko'ramiz. Idish devorlari va suyuqlik ichidagi havo ana shunday pufakchalar sifatida ajralib chiqib boshlaydi. Har bir putakcha ichida suyuqlik bug'langanligi uchun bu pufakchalarda havodan tashqari shu suyuqlikning to'yingan bug'i ham bo'ladi. Suyuqlikning isish temperaturasi ortadi bilan ichida to'yingan bug' va havosi bo'lgan pufakchalar kattalashadi va ko'ray boshlaydi.

Hamma suyuqlik yetarli darajada isiganda, pufakchalar yuqoriga ko'tarilgan sari kattalashib, suyuqlik betiga chiqqandan keyin yorilib, o'zida bo'lgan bug'ni chiqaradi. Bu hodisaga suyuqlikning qaynashi deb aytiladi. Suyuqlik ichida to'yiningan bug'ining bosimi tashqi atmosfera bosimiga teng bo'lganda bug'lanishning butun hajm bo'luicha ro'y berishiga qaynash deyiladi.

Bundan ko'rinadiki, suyuqlikka bo'lgan tashqi bosim ortganda qaynash temperaturasi ortadi va aksincha, tashqi bosim kamayganda, qaynash temperaturasi pasayadi. Bu xulosaning to'g'riligini tajriba ham

tasdiqlaydi.

Sovuq suv qu'yilgan stakanni havo nasosining qalpog' ostiga qo'yib, qalpoq ichidagi havoni so'rib olsak, havoning siyraklashuvi ma'lum darajaga yetganda sovuq suv sharaqlab qaynaganligini ko'rishimiz mumkin.

Ma'lumki, dengiz sathidan yuqori ko'tarilgan sari havoning bosimi kamaya boradi. Demak, balandlikka ko'tarilgan sari suyuqlikning qaynash temperaturasi rasaya boradi. Atmosfera bosimi har 12 v balandlikka ko'tarilganda taxminan 1mm simob ustuniga kamayadi. Shunga mos ravishda suyuqlikning ham qaynash temperaturasi pasayadi.

Ta'kidlash kerakki, suyuqlikning qaynash temperaturasi tashqi bosimgagina bog'liq bo'lmasdan, suyuqlikka aralashgan boshqa moddalarga ham bog'liq.

Masalan: 12% osh tuzi eritilgan suv normal bosinuda 102 °Sda qaynaydi. Toza suv shundau sharoitda 100 °S da qaynar edi.

Atmosferadagi suv bug'lari. Havoning namligi. Absolyut va nisbiy namlik.

Ma'lumki, yer shari sirtining uchdan ikki qismini okeanlar, dengizlar, ko'llar, daryolar qoplagan. Bu suv havzalaridan suvning bug'lanishi tufayli yer atmosferasida har doim ma'lum miqdori suv bug'i bo'ladi. Yer atmosferasida mavjud bo'lgan suv bug'lari namlik deb ataluvchi kattalik bilan xarakterlanadi. Namlikning o'zgarishi Yerdagi flora va fauna hayotida alohida ahamiyatga ega. Shuning uchun uni o'lchash, o'zgarishni aniqlash katta ahamiyatga ega.

Yer atmosferasi, asosan azot (78%) va kisloroddan (21%) iborat

bo'lib qolgan qismini boshqa gazlar ($\text{CO}_2, \text{N}_2 \dots$) bilan birgalikda suv bug'lari tashkil etadi. Atmosferada boshqa gazlar bo'lmasdan faqat suv bug'lari bo'lgandau, ya'ni parsial bosimiga suv bug'ining elastikligi deb ham autiladi.

Havoda mavjud bo'lgan suv bug'i miqdorini absolut va nisbiy namlik kabi kattaliklar bilan xarakterlash qabul qilingan.

Havodagi suv bug'ining g/m^3 o'lchanadigan zichligiga yoki suv bug'ining mm.sm.ustinida o'lchanadigan bosimi (elastikligi) ga miqdor jihatidan teng bo'lgan kattalikka absolut namlik deyiladi.

Havodagi suv bug'ining zichligi uning to'yinish darajasiga qanchalik yaqin yoki undan uzoqligini bildirmaydi. Undan tashqari absolyut namlikni bilish bilan birgalikda havo temperaturasini ham bilish lozim. Shuning uchun absolyut namlikni bilishning o'zi yetarli emas. Ana shu maqsadda nisbiy namlik tushunchasi kiritiladi. Havoning nisbiy namligi deb, absolyut namlikni ifodalovchi suv bug'i zichligining shu temperaturadagi to'uingan bug'i zichligiga bo'lgan nisbatining foizda olingan qiymatiga aytiladi.

$$B = \frac{S_2}{S_1} 100\% \quad (2)$$

To'yinmagan suv bug'ining zichligi xuddi gazlardagidek, suv bug'ining bosimiga proporsional bo'lganligi uchun, nisbiy namlikka quyidagicha ham ta'rif berish mumkin.

Ma'lum bir temperaturadagi suv bug' shu temperaturadagi havoni to'yintiradigan suv bug'i bosim nisbatiga nisbiy namlik deyiladi.

$$B = \frac{P_a}{P_t} \cdot 100\% \quad (3)$$

Namligi ma'lum miqdorda bo'lgan havo; sovitilsa, ma'lum bir temperaturaga yetganda havodagi suv bug'i to'yingan bug'ga aylanadi.

Havoni yanada sovihsak shudring tusha boshlaydi. Havodagi suv bugining to'yinish darajasiga yetgandagi temperaturaga shudring nuqtasi deyiladi.

Havoning temperaturasini bilganimizda va shudring nuqtasini aniqlasak, havoning nisbiy namligini maxsus jadvallardan foydalanib osonlikcha topishimiz mumkin.

Havoning namligini soch gigrometrlari yordamida ham aniqlash mumkin. Kishining yog'dan tozalanmagan sochining uzunligi namlikning o'zgarishi bilan o'zgaradi. Namlik oshganda u uzayadi, kamayganda esa qisqaradi. Soch uzunligining namlikga qarab o'zgarishini maxsus darajalab, shu asbob yordamida nisbiy namlikni aniqlash mumkin. Nisbiy namlikni katta aniqlikda avgust psixrometri (psixria- sovuq, metr-o'lchash) yordamida aniqlash mumkin.

Vu asbob ikkita bir xil simobli termometrdan iborat bo'lib, ulardan birining simobli sharchasi doka bilan o'ralgan. Dokaning ikkinchi uchi suvli idishga tushirilgan. Maxsus ventilator yordamida havo oqimi hosil qilinib, termometr simobli sharchalariga yuboriladi. Doka bilan o'ralgan termometrda suv bug'langanligi uchun uning ko'rsatgichi pasayadi, quruq termometr ko'rsatgichi o'zgarmaydi, u havo temperaturasini ko'rsatadi. Bug'lanayotgan suv molekulalari olib ketayotgandagi energiya bilan atrof muhitdagi havo molekulalari ho'llangan simobli sharchaga kelib urilganda berilgandagi energiyaga tenglashganda namlangan termometrning ko'rsatgichi to'xtaydi.

No'1 va quruq termometrlar ko'rsatgichi o'rtasidagi farqga qarab maxsus psixometrik jadvaldan foydalanib havoning nisbiy namligini tezda topish mumkin.

Havo namligini bilish meterologiyada, ayrim sanoat korxonalarida katta ahamiyatga esa

QATTIQ JISMLAR.

19-Mavzu: Qattiq jismlarning tuzilishi. Amorf va kristall jismlar. Qattiq jismlarning mexanik xossalari: elastiklik, plastiklik.

Reja:

- 1. Amorf va kristall jismlar.**
- 2. Qattiq jismlarning mexanik xossalari.**
- 3. Mexanik kuchlanish.**

Kristall va amorf jismlar. Qattiq jismlarning suyuqlik va gazlarning asosiy farqi ularning o'z hajmlari va shakllarining saqlay olishdir. Ammo shunday qattiq moddalar ham borki, ular qattiq holda bo'lsalar ham ularning xossalari suyuqliklar kabi izotropdir, ya'ni ularning xossalari o'qalishga bog'liq emas. Shuning uchun qattiq jismlarning o'zlari ham ikki xil bo'ladi: kristall va amorf jismlar. Shu ikki xil qattiq jismlarning fizik xossalari bir- biridan keskin farq qiladi.

Bur jinsli kristall jismlarning asosiy xossasi ularning anizotropligidir. Bunday jismlarning issiqlikdan kengayishi, issiqlik o'tkazuvchanligi, mexanik mustahkamligi, dielektrik doimiyliqi, sindirish ko'rsatkichi va shu kabi boshqa ko'pgina xossalari o'qalishga bog'liq, ya'ni turli xil o'qalishlarga turlichadir.

Kristall jismlarga misol qilib, turli xil metallar, osh tuzi, kvars va boshqalarni Agar kristall bir markazdan o'sgan bo'lsa unga monokristall, ko'r markazdan iborat bo'lsa polikristall (masalan, navvot) deyiladi. Polikristallarga turli xil metallar kiradi.

Amorf (grekcha-shaklsiz) moddalarning kristallardan asosiy farqi ularning fizik xossalarining turli o'qalishlarda birday bo'lishidir, Bularga misol qilib mum shisha,parafinlarni keltirish mumkin. Ular

aslida qattiq holdagi suyuqliklardir. Chunki ulanung molekular tuzilishi suyuqliklarning tuzilishiga o'xshash. Shuning uchun qattiq jismlar deganda biz, asosan, kristall jismlarni tushinamiz.

Shunday moddalar ham borki, ular ham kristall, ham amorf xossalarini namoyon qiladi. Masalan shakar, kristall holdadir. U eritilsa tiniq shakarli suv amorf aylanadi. Vaqt o'tishi bilan shakarli suv ichida yana shakar kristallari paydo bo'la boradi.

Kristallarning anizotrop xossasiga yega bo'lishga sabab ularni tashkil etuvchi zarralarning kristallik panjara davriy ravishda takrorlanuvchan joylashuviga ega yekanligigadir. Ularning zarralari aniq tartibga ko'ra joylashib, muvozanat holat atrofida tebranma harakatdagi fazoviy struktura hosil qiladi.

Ma'lum uo'nalishda zarralar orasida masofa boshqa uo'nalishdagidan farq qilishi mumkin. Shuning uchun ham bunday jismlar anizotrop xossaga ega. Masalan, osh tuzi kristalini olib qaraylik. Rasmda osh tuzi NaCl kristalidan iborat bolib kristall ranjara tugunlarida navbatma — navbat keluvchi Na⁺ va Cl⁻ ning musbat va manfiy ionlaridan iborat shakli keltirilgan.

-Na⁺ ionlari

-Cl⁻ ionlari

Kristallarning zarralari joylashgan o'rinlarga ularning tugunlari deyiladi. Ayrim kristallar borki, ularning kristallari fazoviy panjara tugunlarida bir xil zarralar joylashgan bo'lsalar ham panjara bir-biridan farq qiladi. Masalan olmos va grafit kristallari.

Ularning tugunida uglerod atomlari bo'lsalar, ham fazoviy strukturasi farq qilganliklari uchun xossalari ham keskin farq qiladi. Shu hodisaga polimorfizm deyiladi. Quyidagi rasmda keltirilgan.

Tashqi faktorlar-bosim, temperatura ta'sirida moddalarning kristall

strukturasi o'zgarishi mumkin. Masalan: temir va po'latning mayda kristallari katta kristallarga aylanishi mumkin. Bu esa ularning mustahkamligiga ham sezilarli ta'sir qiladi.

Qattiq jismlar tashqi kuch ta'sirida deformatsiyalanganda zarralar orasidagi masofa o'zagardi. Kristallning panjaraviy tuzilish esa unga qarshilik ko'rsatadi va shuning oqibatida elastiklik kuchi paydo bo'ladi.

Tajribalarning ko'rsatishicha deformatsiya kattaligi jism o'lchamlariga, kuchning ta'siri qo'yilish nuqtasiga, uning yo'nalishiga va jismning qanday materialdan tayyorlanganligiga bog'liq. Tashqi kuch ta'siri uo'qolishi bilan elastiklik kuchi ham uo'qoladi. Shundau qattiq jismlar ham borki, ular tashqi kuch ta'siri to'xtatilgandan keyin boshlangich vaziyatga qaytmaydi. Bunday jismlarga plastik jismlar, jismlarning bu xossasiga esa plastiklik deyiladi.

Plastiklik jismlarga misol qilib plastilen, qo'rg'oshin, ho'l soz tuproq va h.k lani keltirish mumkin. Umuman aytganda plastiklik va yelastatik ham tashqi yuza birligiga qo'yiladigan kuchlarga bog'liq. Shunday qattiq jismlar ham borki, ular uncha katta bo'lmagan deformatsiyalarda yemiriladi. Bunday jismlarga mo'rt jismlar deyiladi. Masalan, shisha va chinni mo'rt moddalardir. Mo'rt materiallarni amalda plastiklik xossasi namouon bo'lmaydi, deyish mumkin.

Ko'r hollarda materialning qattiqligi deganda uning o'ziga boshqa bir boshqa jismning bostirib kirishga qarshilik ko'rsatish qobiliyati tushuniladi. Materialning qattiqligi turli xil keskich asboblarda, keskich freza va shu singarilarni tayyorlashda hisobga olish kerak boladi

Nar qanday jismlardan tayyorlangan buyumlarga quyiladigan asosiy talab ularning mustahkamligidir. Materialning mustahkamligi deb, uning tashqi kuchlar ta'sirida buzilmasdan qarshilik ko'rsata olish xossasiga autiladi.

Deformatsiyaga uchragan materialni yemira oladigan kuchlanish mahkamlik yoki mustahkamlik chegarasi deyiladi. Mahkamlik chegarasi yo‘l qo‘yilgan kuchlanishdan necha marta katta ekanligini ko‘rsatadigan songa mustahkamlik zapasi yoki xavfsizlik koeffitsienti deb ataladi.

Qattiq jismlarning mexanik xossalari.

Deformatsiya deb, tashqi kuch ta'sirida jismlar shakli va hajmi o‘zgarishiga aytiladi.

Deformatsiya kattaligi jismning o‘lchamlariga, qo‘yilgan kuchning qiymatiga va jismning moddasiga bog‘liq bo‘ladi. Jism moddasining xususiyatiga qarab, deformatsiyalar elastik va qoldiq deformatsiyalarga bo‘linadi. Elastik deformatsiya deb, tashqi kuch ta'siri tugatilishi bilan jismning o‘zgargan shakli va hajmi tiklanadigan deformatsiyaga aytiladi. Bunday xususiyatga ega bo‘lgan jismlarga elastik jismlar deyiladi.

Agar tashqi kuch ta'siri tugatilgandan keyin jismning o‘zgargan shakli va hajmi tiklanmasa, bunday deformatsiyaga qoldiq (plastik) deformatsiya deyiladi. Vundau xususiyatga ega bo‘lgan jismlarga esa plastik jismlar deyiladi

Jism deformatsiyasining shakliga qarab, ular cho‘zish, siqilish, siljish, egilish va buralish turlariga bo‘linadi.

Cho‘zish deformatsiyasi deb, cho‘zuvchi kuch ta'sirida bo‘yiga cho‘zilib, eniga siqilishdan iborat bo‘lgan deformatsiyaga aytiladi.

Siqilish deformatsiyasi deb, siquvchi kuch ta'sirida bo‘yiga siqilib eniga kengayishdan iborat bo‘lgan deformatsiyaga aytiladi.

Siljish deformatsiyasi deb, jism qatlamlariga parallel ravishda kuch ta'sir qilganda, jismning parallel joylashgan qatlamlarining bir-biriga nisbatan siljishidan hosil bo‘lgan deformatsiyaga aytiladi.

Egilish deformatsiyasi deb, sterjenning uchiga perpendikulyar

ravishda yoʻnalgan kuch ta'sirida sterjenning ogʻishidan iborat boʻlgan deformatsiyaga aytiladi.

Buralish deformatsiyasi deb, ikkita juft kuchlar ta'sirida jismning parallel joylashgan qatlamlarining bir-biriga nisbatan buralishidan iborat boʻlgan deformatsiyaga aytiladi.

Elastiklik kuchlari va Guk qonuni.

Qoʻyilgan kuchning sterjin ta'siri kuchlanish yoki zoʻriqish deb ataluvchi fizik kaftalik bilan xarakterlanadi.

Mexanik kuchlanish deb, sterjinning bir birlik kesim yuziga tik ravishda ta'sir qiluvchi kuchga miqdor jihatdan teng boʻlgan fizik kattalikka aytiladi; ya'ni:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1)$$

HB sistemasida mexanik kuchlanishning oʻlchov birligi

$$|\sigma| = \left| \frac{A}{S} \right| = 1 \frac{H}{m^2} = 1Pa$$

Sterjenning deformatsiyalanish darajasi nisbiy uzayish deb ataluvchi fizik kttalik bilan xarakterlanadi:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta l}{l} \right| \quad (2)$$

Ingliz olimi Robert Guk mehanik kuchlanish bilan nisbiy deformatsiya orasida bogʻlanishni aniqladi. Bu bogʻlanish Guk qonuni deb yuritiladi va u quyidagicha ta'riflanadi:

Elastik deformatsiyalangan jisnming mexanik kuchlanishi nisbiy deformatsiyaga toʻgʻri proporsionaldir, ya'ni

$$\sigma = E\varepsilon \quad (3)$$

Bundagi E — ye1astiklik moduli yoki Uung moduli deb ataladi.

Moddaning Yung moduli, uning ichki tuzilishi orqali aniqlanadigan doimiy kattalik hisoblanadi.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{|\Delta l|/l} \quad (4)$$

ni keltirib (4) ga qo'yilsa, Yung moduli uchun quyidagi umumiy co'rinishdagi formula kelib chiqadi:

$$E = \frac{Fl}{S|\Delta l|} \quad (5)$$

Guk qonuni bajariladigan grafikdan eng katta σ_{pr} ga kuchlanishning proporsionallik chegarasi deyiladi (A nuqta).

V nuqtaga esa kuchlanishning yelastik chegarasi deyiladi.

VS sohaga qoldiq (plastik) defonnatsiya sohasi deyiladi.

SD sohadagi σ_{oq} ga oquvchanlik kuchlanishi deyiladi.

D nuqtadan boshlab deformatsiya yana tiklanadi va jarayon E nuqttagacha davom etadi. E nuqtadagi σ_{must} ga kuchlaishning mustahkamlik chegarasi deyiladi. Kuchlanish mustahkamlik chegarasiga yetgandan keyin sterjen uziladi.

Kichianish mustahkamlik chegarasi σ_{must} ning qiymati sterjenning materialiga va unga ishlab berishga bog'liq.

Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi.

Qattiq jism zarralari kristall ranjara asosida tuzilgan bo'lib, muvozanat holat atrofida panjara tugunida tebranib turadi. Jismlar isitilganda zarralarning tebranish tezligi ortadi va natijada zarralar orasidagi o'rtacha masofa ortadi. Bu yesa jismning chiziqli o'lchami, demak jismning hajmi ham ortdi.

Jism sovitilganda esa uning chiziqli o'lchamlari binobarin hajmi ham kamayadi.

Qattiq jismni isitganda uning chiziqli o'lchamlarining ortishiga jismning issiqlikdan chiziqh kengayishi deyiladi. Tajribaning ko'rsatishicha bir-jismning o'qi har xil temperaturada har xil kenirayadi: Jismlarning issiqlikka bog'liq bo'lgan bu xossasini miqdor jihatidan xarakterlash ichun chiziqli kengayish koefitsenti degan maxsus kattalik kiritilgan. Jismning asosdagi uzunligi $t=1^{\circ}\text{C}$ ga isitilganda uning uzunlig l_t ga teng bo'lsa, chiziqli kengayish koefitsenti deb,

$$\beta = \frac{l_t - l_0}{l_0 t} \quad (1)$$

aniqlanadigan kattalikga aytiladi.

$$T=1^{\circ}\text{C} \text{ bo'lganda } \beta = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ ga teng.}$$

Ya'ni. chiziqli uzunligi l_0 bo'lgan $t=1^{\circ}\text{C}$ ga isitganda uning uzunligining o'zgarishi 1 boshlang'ich uzunlik l_0 ning qancha qismini tashkil etishini 1 ko'rsatadi. Uning o'lchov birligi $1/\text{grad}$ (1) dan ko'rinadiki,

$$L_t = l_0(1+t) \quad (2)$$

Vu formuladan ko'rinadiki, jismning boshlang'ich uzunligi va chiziqli kengayish koefitsienti ma'lum bo'lsa, uning istalgan temperaturadagi uzunligini topish mumkin.

Qattiq jism issitilganda uning chiziqli o'lchamlarining ortishi bilan birga hajmi ham ortadi.

Jismning hajm kengayishini xarakterlash uchun chiziqli kengayish koefitsentiga o'xshash hajm kengayish koefitsientini ham kiritish mumkin. Jismning OOS dagi hajmini V_0 bilan t temperaturadagi hajmini V_t . Bilan belgilasak, hajm kengayish koefitsienti

$$\alpha = \frac{V_t - V_0}{V_0(t - 0)} = \frac{V_t - V_0}{V_0 t}$$

ga teng $t=1$ °C ga teng bo'lsa

$$\alpha = \frac{V_t - V_0}{V_0} = \frac{\Delta V}{V_0} \quad (3)$$

bo'ladi.

Demak hajm kengayish , koeffitsientini son jihatdan jismni 1°S ga isilganda uning hajmining ortishi boshlang'ich hajmining qancha qismini tashkil etishini ko'rsatadi. (3) dan V_t ni topsak

$$V_t = V_0(1 + \alpha t) \quad (4)$$

kelib chiqadi.

Qattiq jismning chiziqli va hajmiy kengayish koeffitsientlari o'rtasidagi bog'lanishni quyidagicha aniqlash mumkin ekanligini inobatga olsak,

$$V_0(1 + \alpha t) = l_0^3(1 + \beta t^3)$$

V_0 ke lib chiqadi.

$V_e = l_e^3$ ekanligini inobatga olsak va $t=1^\circ \text{S}$ deb hisoblasak

$$1 + \alpha = (1 + \beta)^3 = 1 + 3\beta + 3\beta^2 + \beta^3$$

hosil qilamiz.

Bu formulada β^2, β^3 lar juda kichik sonlar, biz bularni hisobga olmasligimiz mumkin: u holda

$$1 + \alpha = 1 + 3\beta \quad \text{yoki} \quad \alpha = 3\beta$$

Demak, qattiq jismning hajmiy kengayish koeffitsienti chiziqli kengayish koeffitsientidan uch marta ortiq bo'ladi.

Ta'kidlash kerakki, anizotrop jismlarda chiziqli kengayish

koeffitsienti ham uo‘nalishga bog‘liq bo‘ladi. Masalan: kvars kristalida yo‘nalishga bog‘liq. Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishini texnikada, amalda inobatga olish kerak. Masalan, katta ko‘rriklarning bir tomoni mahkamlanadiyu, ikkinchi tomoni maxsus roliklar ustiga o‘rnatiladi; temir uo‘l relslarida bir-biriga tekkizilmay, ma'lum interval qoldiradi; gaz uzatish trubalarida maxsus qurilma orqali issiqlikdan kengayish inobatga olinadi va h.k.

Amorf jism1ar va jismlardan suyuqliklar ham issiqlikdan kengayadi. Kristall jismlarga nisbatan ularning hajmlari ko‘proq kengayadi.

Suyuqliklarning hajm kengayishi xuddi qattiq jismlarning hajm kengayishiga o‘xshash formula orqali ifodalandi.

$$V_t = V_0(1 + t)$$

Ta’kidlash kerakki, suvning issiqlikdan kengayishi boshqa suyuqliklarning kengayishidan farq qiladi. Agar suvni 0 °S dan boshlab isitsak, 4 gradusgacha isitganda uning hajmi ortmaydi balki, kamayadi. 4 gradusdan yuqori isitganda esa suvning hajmi ortadi. Ya'ni, suvning zichligi 4 gradusda eng katta boladi.

Shunday qilib, suyuqliklarning kengayishi qattiq jism kristallarning hajmi kengayishidan sezilarli farq qiladi.

20-Mavzu: Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi. Qattiq jismlarning erish va qaynashi.

Reja:

- 1. Suyuq krista1larning xossalari**
- 2. Solishtirma erish issiqligi**
- 3. Qattiq jismlarning yerishi va qotishi.**

Suyuq holdagi krista1lar sovitilsa ma'lum temperaturadan boshlab qota boshlaydi. Rasmda C nuqta. Krista1l qotish davomida erish issiqligi

ajralib chiqadi. Kristall to'la qotguncha ularning temperaturasi o'zgarmaydi rasmda SV chiziq.

Bir xil sharoitda (bosimda) kristall qaysi temperaturada erisa shu temperaturada qotadi, ya'ni $T_e = T_q$. qotish tamom bo'lgandan keyin sovitish yana davom ettirilsa uning temperaturasi yana pasaya boshlaydi, rasmda BA chiziq.

Amorf jismlarning qotishi ham ularning erishi kabi aniq temperaturaga ega yemas. Rasmda keltirilgan grafik.

Tez eriydigan moddalarning solishtirma erish issiqligini kalorimetr yordamida issiqlikning balans tenglamasini tuzish orqali aniqlash mumkin.

Ta'kidlash kerakki, solishtirma erish issiqligi tashqi bosimga bog'liq.

Yerish vaqtida hajmi kattalashadigan moddalarning erish temperaturasi bosim ortganda ko'tariladi; erish vaqtida hajmi kichrayadigan muz va cho'yan singari moddalarning yerish temperaturasi bosim ortganda pasayadi.

Bosim juda katta bo'lganda (ming atmosferalarga yetganda) moddalarning ko'pgina xossalari o'zgarib ketadi.

Keyingi yillarda o'zlari suyuq holda bo'lsa ham kristall xossasini namoyon qiluvchi, suyuq kristallar, deb ataluvchi moddalar ham mavjudligi aniqlanadiki, ular ma'lum maqsadlarda ishlatila boshlandi. Suyuq kristallarga xolesterinli eritmalar, sovunli eritmalar kiradi.

Ularning molekulari tayoqchasimon tuzilishga ega bo'lib, sferik simmetriyaga ega emasligi kristallik xossalarni yuzaga keltiradi. Ularni odatda simmetrik, nematik. Xolesterik tiplarga bo'ladilar.

Simmetrik tipidagi kristallar zarralari o'zaro orientatsiyalangan

molekulalarning qatlamli strukturasidan iborat. Har bir qatlamning og'irlik markazi shu qatlamning o'zida bo'ladi. (Rasmda a).

Nematik tipidagi suyuq kristallarda molekulalar o'zaro orientirlangan bo'lsalar ham qatlamli struktura hosil qilmaydi. (Rasmda b)

Xolestirik tipidagi suyuq kristallarda har bir qatlamdagi molekulalar avvalgi qatlamlarga nisbatan ma'lum burchakka burilgan bo'lib, qatlamning og'irlik markazi shu qatlamning o'zida yotadi. (Rasmda v)

Suyuq kristallarning muhim xossaligidan biri ularning tashqi maydonlarga o'ta sezgirligidir. Elektr maydonning o'zgarishi ularning orientatsiyasiga ta'sir qiladi. Muhimi, bu ta'siriga sezgirlikning deyarli inersiyasizligidir.

Maydonning o'zgarishi bilan suyuq kristallarning orientatsiyasi bir vaqtda o'zgaradi. Bu esa suyuq kristallarning amalda qo'llanilishiga olib keladi. Soat strelkalari, 167isplay ekranlari va h.k lar suyuq kristallarning amalda ishlatilishiga misoldir.

Qattiq jismlarning yerishi va qotishi.

Qattiq jismlar qizdirila boshlansa uning hajmi orta boradi. Qizdirish yana davom ettirilsa u suyuq holatga o'tadi. Qattiq moddalarning suyuq holatga o'tishiga erish deb aytiladi. Modda erigan temperatura erish temperaturasi deyiladi.

Kristall moddalar; masalan, temir, mis, kumush, muz aniq erish temperaturasiga ega.

Shunday qattiq jismlar borki, u moddalar qizdirilganda suyuq holatga o'tmasdan bug'lanib ketadi. Masalan, yod odatdagi bosimda qizdirilsa u birdaniga bug'lanib ketadi. bu hodisaga sublimatsiya deyiladi.

- Agar biror kristall jismni qizdirsak, uning temperaturasi orta

boradi. Rasmda AV qism.

Erish boshlangandan temperatura o'zgarmaydi. Rasmda VS. erish tamom bo'lib, hamma modda suyuq holga o'tgandan keyin qizdirish davom ettirilsa temperatura yana ko'tarila boradi. Rasmda SD qism.

Kristall jismlarning yerishi molekular - kinetik nazariya asosida tushuntirish mumkin. Temperaturaning ko'tarilishi bilan muvozanat holat atrofida tebranuvchi zarralarning tebranish energiyasi orta boradi. Bu energiya zarralarni bir-biriga bog'lab turuvchi kuchlarni zaiflashtiradi.

Erish temperaturasiga yaqin temperaturalarda bu- kuchlar shunchalik zaiflanadiki, qattiq jismning, strukturasi buzila boshlaydi. Bu vaqtda qizdirishga sarflanayotgan energiya kristallining strukturasi buzishga ketadi. Shuning uchun temperatura ko'tarilmaydi.

Jismning erish temperaturasida qattiq holdan suyuq holga o'tishi uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga erish issiqligi deyiladi. Moddalarning erish issiqligi ulaning massasalariga bog'liq. Shu bog'lanishni xarakterlash uchun solishtirma erish issiqligi tushunchasi kiritiladi.

Erish temperaturasidagi modda massa birligini butunlay eritish uchun sarflanadigan issiqlik miqdoriga solishtirma erish issiqligi deyiladi.

$$\lambda = \frac{q}{m} \quad (5)$$

Solishtirma erish issiqligi Q-massa birligi m ni eritish uchun lozim bo'lgan issiqlik miqdori. Solishtirma erish issiqligi J/kg larda o'lchanadi.

Amorf jismlarni qizdira boshlasak ularning strukturasi qizdirish boshlanishi bilan buzila boshlaydi. Shuning uchun ulaning aniq erish temperaturasi yo'q.

TERMODINAMIKA ASOSLARI.

21-Mavzu: Termodinamikaning birinchi qonuni.

Izojarayonlarga termodinamikaning I qonunini qullash. Adiabatik jarayon.

Reja:

- 1. Ideal gazning ichki energiyasi.**
- 2. Issiqlik muqdiri. Solishtirma issiqlik sig'imi**
- 3. Termodinamikaning birinchi qonuni.**

Molekulyar fizikada moddalarning xossalari asosan ikki xil usul statistik yoki termodinamik usul bilan o'rganiladi. Statistik usulda moddani tashkil etuvchi zarralarning umumiy harakat qonuniyatlari o'rganilib, moddaning xossasi to'g'risida xulosa chiqariladi. Masalan, gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligini gazning temperaturasini o'lchash orqali aniqlash mumkin.

Termodinamik usulda shu moddaning boshqa atrof muhit bilan energiya almashinishini o'rganish orqali moddaning xossasi to'g'risida xulosa chiqariladi.

Boshqacha aytganda, yenergiya almashinishi bilan bo'ladigan jarayonlarning kinetikasini o'rganadigan ftzikaning bo'limiga termodinamika deyiladi. Termodinamikada asosiy parametrlar sifatida termodinamik sistemani xarakterlovchi kattaliklar: R bosim, V hajm, T temperatura olinadi. Vaqt o'tishi bilan bu parametrlar o'zgarmasa termodinamik sistema muvozanatda deyiladi.

Har qanday termodinamik sistema yoki har qanday modda o'zaro ma'lum bog'lanishdagi atom va molekulalar sistemasidan iborat. Uning temperaturasi mutloq noldan yuqori bo'lsa moddaning tarkibidagi zarralar issiqlik harakatida ishtirok etadi, ya'ni kinetik va potensial

energiyaga ega.

Sistemani tashkil etuvchi zarralarning barcha kinetik va potensial energiyalarining (atom va yadro energiyalari, kimyoviy bogʻlanish energiyalari va h.k.) toʻplamiga ichki energiya deyiladi.

Moddani (sistemani) tashkil etuvchi zarralarning kinetik energiyasi makroskopik parametr temperaturaga proporsional. Ularning potensial energiyasi esa zarralar orasidagi masofaga xususan, moddaning hajmiga bogʻliq. Demak, moddaning ichki yenergiyasi temperatura va hajmiga bogʻliq ravishda oʻzgaradi.

$$U = U(V)$$

Gazlarda kinetik energiya potensial energiyaga nisbatan juda katta.

Ideal gazlarda molekulalar umuman ta'sirlashmaydi deb qaraladi. Shuning uchun ularning potensial energiyalari nolga teng deb hisoblanadi. Shu boisdan bir atomli bir mol ideal gazning ichki energiyasi shu gaz tarkibidagi zarralar kinetik energiyasining uigʻindisiga teng, deb olinadi. 1 mol *gazdagi* zarralar soni Avogadro soni N_A ga teng boʻlganligi uchun

$$U = N_A \cdot \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} kT \quad (1)$$

deb yozish mumkin. Bu formulada k -Bolsman doimiysi, R gaz universal doimiysi, T - kelvin shkalasidagi temperatura. Istalgan m massadagi gaz uchun bu formula

$$U = \frac{M}{\mu} \frac{3}{2} RT \quad (2)$$

shaklida yoziladi.

Bundan gazning molyar massasi.

Shunday qilib, ideal gazning ichki energiyasi gazning temperaturasi ga toʻgʻri proporsional. Termodinamikada ichki

energiyaning aniq qiymatini topishdan ko'ra, termodinamik sistema bir holatdan ikkinchi holatga o'tganda uning o'zgarishini aniqlash katta ahamiyatga ega. Agar ststemaning boshlang'ich holatdagi ichki energiyasi U_1 , oxirgi holatdagi ichki enegriyasi U_2 bo'lsa, ichki energiysning o'zgarishi

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (3)$$

kabi topiladi.

Termodinamik sistema ichki enegriyasini bir-biridan farqli bo'lgan ikki xil usul bilan o'zgartirish mumkin: termodinamik sistemaning ish bajarishi yoki ish bajarmasdan issiqlik uzatishi orqali. Yuqorida ta'kidlanganidek, termodinamik sistemaning ichki energiyasi sistemaning temperaturasi bog'liq. Temperaturasi T_1 ichki energiyasi U_1 bo'lgan sistemani temperaturasi T_2 bo'lgan sistema bilan kontaktga ($T_2 T_1$) keltiraylik. Agar $T_1 T_2$ bo'lsa sistemaning temperaturasi ko'tariladi. Bu vaqtda kontaktga kelgan sistemaning temperaturasi issiqlik o'tkazuvchanlik tufayli T_2 gacha oshganini ko'ramiz. Sistemaning temperaturasi bevosita kontakt tufayli emas, nurlanish tufayli ham ko'tarilishi mumkin.

Xususan, quyosh energiyasi yerga va shuningdek boshqa planetalarga nurlanish orqali uzatiladi. Bu holda hech qanday jism mexanik harakatga kelmaydi. Ana shu vaqtda uzatilgan yenergiyaga issiqlik miqrleri deyiladi. Biror sistema bevosita kontakt yoki nurlanish orqali atrof-muhitdan Q issiqlik miqdori o'lsa, sistemaning ichki energiyasi oshadi. Aksincha, sistema atrof muhitga Q issiqlik miqdorini uzatsa, uning ichki energiyasi kamayadi. Energiyaning saqlanish va bir turdan ikkinchi turga aylanish qonuniga binoan uzatilgan energiya o'lingan yoki uzatilgan issiqlik miqdoriga teng.

$$\Delta U = Q \quad (4)$$

kabi topiladi.

Agar issiqlikning uzatilishi ichki energiyaning o'zgarishi bilan ham ish bajarish orqali ham bo'lsa, u holda ham ichki energiya o'zgaradi, ham ish bajariladi. Bunday holni silindr -rorshen sistemasida qamaigan ideal gaz misolida ko'rish mumkin. U holda gazga berilgan issiqlik miqdori gazning temperaturasi T_1 dan T_2 ga oshirish bilan birga porshenni surib ish bajarishiga ham sarflanadi. Bu vaqtda ichki yenergiya gazning temperahmsi T_1 dan T_2 ga oshishidan tashqari gaz kengayib

$$A = PS(h_2 - h_1) = PV \quad (5)$$

ish ham bajaradi. Shunday qilib, issiqlikning sistemaga uzatilishi ish bajarish orqali yoki ish bajarmasdan bo'lishi mumkin. Umumiy holda sistemada uzatilayotgan (berilayotgan) issiqlik miqdori Q sistemaning ichki energiyasini o'zgartirish ΔU ga va sistemaning bajargan ishi A ga sarf bo'ladi.

$$Q = \Delta U + A \quad (6)$$

kabi topiladi. Bu formulaga termodinamikaning birinchi qonuni deyiladi. Termodinamikaning 1-qonuni issiqlik, ish va ichki energiya o'rtasidagi munosabatni aniqlaydi. Bu qonun issiqlik, ichki energiya qatnashadigan energiyaning saqlanishi va bir turdan ikkinchi turga o'tish qonunidir.

Issiqlik miqdori. Solishtirma issiqlik sig'imi.

Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ish bajarishga sarflanmasa, u faqat sistemaning ichki yenergiyasini oshirishga sarf bo'lishini ko'rib o'tdik. Bu holda termodinamikaning birinchi qonuni

$$Q = \Delta U \quad (1)$$

ko‘rinishni oladi. Ichki energiya ta’rifidan ma’lumki, u ideal gazdan iborat sistemada sistemaning temperaturasi ga to‘g‘ri proporsional. Agar gazning boshlang‘ich holatdagi temperaturasi T_1 , oxirgi holatdagi temperaturasi T_2 deb belgilasak, ichki yenergiya, ya’ni issiqlik miqdori temperaturalar ayirmasiga to‘g‘ri proporsional.

$$Q = \Delta U \approx (T_2 - T_1) \quad (2)$$

(2) ni tenglik orqali yozilsa, proporsionallik koeafitsshenti s ni kiritish lozim.

$$Q = c(T_2 - T_1) \quad (3)$$

c — ga berilgan moddaning issiqlik sig‘im deyiladi va (3) tenglamadan uning qiymatini aniqlasak

$$c = Q / (T_2 - T_1) \quad (4)$$

ga teng bo‘ladi.

(4) dan ko‘rinadiki, moddaning issiqlik sig‘imi uning temperaturasi 1^0 gradusga oshirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori o‘lchanar yekan. Uning N.V. sistemasidagi birligi J/K.

Moddaning issiqlik sig‘imi moddaning turiga ham bog‘liq.

Shu bog‘liqlikni ifodalash uchun solishtirma issiqlik sig‘imi tushunchasi kiritiladi. Moddaning issiqlik sig‘imi uning massasi va solishtirma issiqlik sig‘imiga bog‘liq.

$$C=mc_m \quad (5)$$

(5) ifodani ye'tiborga olsak (4) ifodani

$$Q=c_m m(T_2-T_1) \quad (6)$$

ko'rinishi shaklida yozish mumkin. Vu formuladagi c_m ga solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi,

Issiqlik miqdorini kaloriyalarda o'lchash qabul qilingan.

1 kalloriya deb, 1g toza suvning temperaturasini $19,5^0$ S dan $20,5^0$ S ga ko'tarish kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Xalqaro birliklarda esa issiqlikni ham har qanday energiya singari joullarda

(1 j) o'lchash qabul qilingan. 1 kal issiqlik miqdori son jihatdan 4,186 joulga teng (6) dan c_m ni topsak

$$c_m = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)} \quad (7)$$

kelib chiqadi.

Bu ifodadan korinadiki, solishtirma issiqlik sig'imi deb istalgan moddaning massa birligidagi miqdorining temperaturasini 1K (1^0 S) ga aytiladi. Isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga solishtirma issiqlik sig'imi birlikda o'lchanadi.

Moddalarning solishtirma issiqlik sig'imi o'lchanadigan jism ma'lum temperaturaga isitiladi va so'ngra maxsus asbob – kalorimetrga solinadi, unga esa avvaldan ma'lum miqdorda suv

quyilgan bo‘ladi. Kalorimetrning ichki idishi isiydi, jism esa soviydi.

Bu esa kalorimetrga solingan jismning solishtirma issiqlik sig‘imini topish imkonini beradi. Faraz qilaylik, kalorimetrning massasi m_k , solishtirma issiqlik sig‘imi c_k , kalorimetrdagi suvning massasi m_s , solishtirma issiqlik sig‘imi c_s , uning qizdirish temperaturasi t , jismni tekshirilayotgan jism massasi m , solishtirma issiqlik sig‘imi c , uning qizdirilish temperaturasi t_1 , tekshirilayotgan jism massasi m , solishtirma issiqlik sig‘imi c_1 , uning qizdirilish temperaturasi t_1 , jismni kalorimetrga tushirgandan keyingi temperatura Q bo‘lsa, jism $Q_j = c_m(t - \theta)$ va $Q_s = c_c m_c(\theta - T_1)$ bo‘lgani uchun

$$cm(t - \theta) = (c_c m_c + c_1 m_1)(\theta - T_1) \quad (8)$$

bo‘ladi. Bundan

$$c_m = (c_k m_k + c_1 m_1)(\theta - T_1) / m(t_2 - \theta)$$

orqali tekshirilayotgan jismning solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlash mumkin.

Bundan tashqari moddalarning molyar issiqlik sig‘imi tushunchasidan ham foydalanadi1ar.

Molyar issiqlik sig‘imi deb, istalgan 1 mol moddaning temperaturasi 1K ga oshirish uchun kerak bo‘lgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

$$Q = c_\mu \gamma (T_2 - T_1) \quad (9)$$

Bu formulada $\gamma = \frac{m}{\mu}$ ekanligini inobatga olsak

$$Q = c_\mu \frac{m}{\mu} (T_2 - T_1) \quad (10)$$

yoki

$$c_m = \frac{c_\mu}{\mu} \quad (11)$$

deb ham yozish mumkin.

(11) formuladan ko‘rinadiki, moddlarning molyar issiqlik sig‘imi uning solishtirma issiqlik sig‘imiga bog‘liq.

$$c_\mu = \mu c_m \quad (12)$$

Moddlarning molyar issiqlik sig‘imi K/mol larda o‘lchanadi.

Takidlash kerakki, gazlarning issiqlik sig‘imlari gazlarni qizdirilish usuliga bog‘liq.

Doimiy bosimda qizdirilgan gazlarning molyar issiqlik sig‘imi bilan, doimiy hajmda qizdirilgan issiqlik sig‘imlari bir-biridan farqlash uchun c_p , $c_v = c_v$ belgilash qabul qilingan.

Xususan, o‘zgarmas hajmda gaz qizdirilsa u kengaymaydi, faqat uning ichki energiyasi ortadi.

$$Q = \Delta U = c_v(T_2 - T_1) \quad (13)$$

Agar gaz o‘zgarmas bosimda qizdirilsa gazning ichki energiyasi ham o‘zgaradi, gaz kengayib ish ham bajaradi.

$$Q = \Delta U + A = \Delta U + p\Delta V \quad (14)$$

(13) va (14) formulalardan ko‘rinadiki, o‘zgarmas hajmda va o‘zgarmas bosimda gazga berilgan issiqlik miqdorlari bir -biridan farqlanar ekan. Demak, doimiy bosimda berilgan issiqlik miqdori, doimiy hajmdagi berilgan issiqlik miqdoridan har doim katta bo‘lar ekan.

22-Mavzu: Issiqlik mashinalari. F.I.K. Issiqlik mashinalarining xalq xo'jaligidagi o'rni.

Reja:

- 1. Issiqlik mashinalarining ishlash prinsipi.**
- 2. Issiqlik mashinalarining foydali ish koefitsienti.**
- 3. Moddalarning molyar issiqlik sig'imi**

Yoqilg'ining yonishida hosil bo'lgan energiyani mexanik energiyaga aylantiruvchi mexanizmlarga issiqlik dvigateli deb aytiladi. Issiqlik dvigstellari asosan uch qismdan: isitgich, sovutgich va ishchi jismdan iborat.

Real dvigatellarda isitgich va ishchi jism vazifasini dvigatelda yonayotgan massa va uning yonishidan hosil bo'lgan gaz, sovutgich rolini esa sovitish sistemasi va tashqi atrof muhit bajardi.

Bu dvigatellarning barchasida yoqilg'i energiyani gaz yoki bug' energiyasiga aylanadi, bu energiya esa mexanik energiyaga aylanib ish bajaradi. Issiqlik dvigateli ishlayotganda isitgich (yoqilg'i)dan Q_1 issiqlik miqdorini oladi va sovutgich (atrof muhit, atmosfera)ga Q_2 issiqlik miqdori beradi. Amalda isitgichdan olingan Q_1 issiqlik miqdori eng katta qismini mexanik *ishga*, aylantiruvchi dvigatel qurish foydalidir. Shu nuqtai nazardan izoxorik jarayondan umuman foydalanib bo'lmaydi. Chunki bu holda umuman ish bajarilmaydi. Izobarik jarayonda ham faqat bir qism issiqlik ishga aylantiriladi, qolgan qismi esa yonilg'ining ichki energiyasini oshirishga sarf bo'ladi. Demak, bu ikki jarayonda ishlovchi jismga tadbiq etib bo'lmaydi.

Istigichdan olingan issiqlik miqdorining eni ko'p qismini mexanik ishga aylantiruvchi dvigatel fransuz injeneri S. Karno tomonidan taklif

etilgan bo'lib, bu mashina ikki izotermik, ikki adiabatik jarayondan iborat sikl asosida ishlaydi.

Haqiqatdan ham, ishchi jismga izotermik jarayonni tadbiq etsak, uzatilgan issiqlikning hammasini ishchi jism mexanik ishga aylantiradi. ($Q=A$). Adiabatik jarayonda esa tashqi muhit bilan issiqlik almashinish sodir bo'lmaydi, ya'ni uzatilgan energiya behuda sarflanmaydi.

Bu jarayonni amalda qanday hosil bo'lishni porshenli silindrga qamalgan ideal gaz misolida qarab chiqaylik.

Issiqlik dvigatelini harakatga keltirish maqsadida silindrga qamalgan ideal gazni T_1 temperaturali isitgich bilan kontaktga keltirib, undan Q_1 issiqlik miqdorini olishga erishaylik. Bu quyidagi rasmda aks ettirilgan.

U holda gaz izotermik kengayib malum ish bajaradi. Keyin esa silindr-porshenni issiqlikni B taglikka o'rnataylik. Bunda gaz adiabatik kengayishini davom ettiradi va undan gazning temperaturasi adiabatik kengayishi tufayli T_2 gacha soviydi. Undan keyin esa sistemani temperaturasi T_2 ga teng bo'lgan sovitgichga o'rnatamiz. (v) U holda gaz izotermik siqiladi. U holda sovitgichga Q_2 issiqlik miqdori uzatiladi.

Sikl yopilib, gaz yana ish bajarishi uchun boshlang'ich vaziyatni egallamog'i lozim. Buning uchun esa uni yana B taglikka o'rnatamiz. Bu holda gaz adiabatik siqilishni davom ettirib, uning temperaturasi boshlang'ich T_1 ga erishadi.

Sikl davomida bajarilgan foydali ish isitgichdan Q_1 va sovitgichga uzatilgan Q_2 issiqlik miqdorlarining ayirmasiga teng.

$$A=Q_1-Q_2 \quad (1)'$$

Siklning foydali ish koeffitsienti (FIK) deb, bajarilgan foydali A ishning isitgichdan olingan issiqlik miqdori nisbatiga aytiladi.

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (2)$$

Ana shunday sikl asosida ishlaydigan issiqlik mashinasining FIK mashinaning tuzilishiga ham, ishchi jismiga ham bog‘liq bo‘lmasdan, faqat isitgich va sovitgichlarning temperaturalarigagina (T_1 va T_2) bog‘liq ekanligini Karno isbotladi.

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (3)$$

(3) ifoda ideal Karno sikli asosida ishlaydigan issiqlik dvigatelining FIKni aniqlaydigan formuladir. Karno aniqlagan bu formuladan ma'lum xulosalar kelib chiqadi.

Karno sikli asosida ishlaydigan issiqlik dvigatellarining FIK har doim birdan kichik ($\eta < 1$). FIK. η birga teng ($\eta = 1$) bo‘lgan issiqlik dvigatelining, ya'ni faqat isitgich hisobiga ishlaydigan issiqlik dvigatelining bo‘lishi mumkin emas.

Real Karno sikli asosida ishlaydigan mashinalarning FIK

$$(\eta_p = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}),$$

Ideal Karno sikli asosida ishlaydigan mashinalarning FIK

$$(\eta_m = \frac{T_1 - T_2}{T_1}) \text{ dan har doim kichik}$$

bo‘ladi, ya'ni $\eta_p < \eta_m$

Issiqlik dvigatellarining FIK i mashinaning tuzilishiga ham, ishchi jismiga ham bog‘liq emas.

(3) formuladan ko‘rinadiki, real mashinalarda isitgich va sovitgich temperaturalar orasidagi farq qancha katta bo‘lsa bu mashinalarning FIK i shuncha yuqori bo‘ladi. Amalda shunga

erishishga harakat qilinadi.

Karno formulasi termodinamikaning ikkinchi qonunini quyidagicha ta'riflash imkonini beradi.

Foydali ish koeffitsienti birga teng bo'lgan issiqlik mashinasining bo'lish mumkin emas.

Yoqilg'ining issiqlik berishi. Isitgichning foydali ish koeffitsienti issiqlik miqdorining manbai sifatida foydalanadigan har qanday moddaga yoqilg'i deyiladi. Yoqilg'ilar qattiq, suyuq va gazsimon holatda. Yoqilg'i yonganda ajratilgan issiqlik miqdori yoqilg'ining massasiga proporsional, ya'ni

$$Q=qm \quad (4)$$

Bu yerda m - yoqilg'i, massasi, q - yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deyiladi. (4) dan q ni topsak.

$$q = \frac{Q}{m} \quad (5)$$

Demak, yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi deb massa birligidagi modda yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga aytiladi. Masalan: benzin uchun $q=46 \cdot 10^6$ j/kl bo'lsa, etil spirti uchun $q=27.7 \cdot 10^6$ j/kl.

Yoqilg'i yondirilganda qurilmaning effektivligini xarakterlovchi kattalikga qurilmaning foydali ish koeffitsienti deyiladi. Qurilmaning foydali ish koeffitsienti yoqilg'i yonganida hosil bo'lgan issiqligini ko'rsatadi.

Bu yerda Q_f - foydalanilgan issiqlik miqdori bo'lsa, Q - yonilg'i yonganda hosil bo'ladigan issiqlik miqdori. Ko'pgina issiqlik mashinalarining FIK η 20-45 % atrofida bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Савельев И.В. Умумий физика курси. Т.: , «Ўқитувчи», 1973.
т. 1
2. Савельев И.В. Умумий физика курси. Т.: , «Ўқитувчи», 1973.
т. 2
3. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 1
4. Савельев И. В. Курс физики. М.: Наука 1989 т. 2
5. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1985
6. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989
7. Исмоилов М., Хабибуллаев П.К., Халиуллин М. Физика курси Тошкент «Ўзбекистон», 2000
8. Раҳматуллаев М. «Умумий физика курси». Механика, Ўқитувчи, 1995
9. Аҳмаджонов О. Физика курси. Т.: «Ўқитувчи», 1987. т. 1,2,3-қисмлар