

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI

Guliston davlat universiteti

«**M E X A N I K A**»

fani bo'yicha zamonaviy pedagogik texnologiya
asosida yozilgan ma'ruza matnlari.

G u l i s t o n – 2 0 0 5

«Mexanika» fani bo'yicha zamonaviy pedagogik texnologiya asosida yozilgan ma'ruza matnlari. Guliston 2005. - 135 bet.

V 440100 – Fizika ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan. Ma'ruza matnlari to'plami Guliston Davlat Universiteti Ilmiy Kengashi tomonidan («15» iyul 2005 yil 12 - sonli bayonnoma) nashrga tavsiya etildi.

Tuzuvchi: Umumiy fizika kaf. dots. O'. B. Jo'raev.

Taqrizchilar:

SVMOI tabiiy fanlar kafedrası mudiri dotsent, p.f.n. M. Abdukarimov
GulDU Umumiy fizika kaf. dots. G. B. Samatov.

Mavzu: Mexanika bo'limiga kirish
(ma'ruza 2 soat)

Asosiy savollar:

1. Fizik kattaliklar va ularni o'lchash.
2. Fizik kattaliklarni o'lchov birliklari va o'lchov birliklar sistemasi.

Mavzuga oid tayanch so'z va iboralar:

Norelyativistik	relyativistik	harakat
Yorug'lik tezligi	massa	uzunlik
Harorat	kuch	bilvosita
Bevosita	tebranish davri	elektrostatik
Elektromagnit	etalon	mavjud
Xaqiqiy	birliklar	absolyut
Vaqt	elektr maydon kuchlanganligi	

Mavzuga oid muammolar:

1. «Mexanika» bo'limida «sekin» va «tez» harakatlarni qanday tushunasiz?
2. Norelyativistik va relyativistik mexanikani bir-biridan ajrata olish.
3. Kinematika, dinamika va statika bo'limlari nima bilan shug'ulanadi?
4. I. Nyuton va A. Eynshteyn nazariyalarining bir-biridan farqi.

1- asosiy savol: Fizik kattaliklar va ularni o'lchash.

1 – asosiy savolning maqsadi:

- a) relyativistik mexanika bilan norelyativistik mexanikaning farqini tushuntirish.
- b) fizik kattaliklar va ularni o'lchash usullarini o'rganish.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 1.1. Mexanika bo'limi nima bilan shug'ullanishini biladi.
- 1.2. Mexanika bo'limining ob'ekti va predmeti nima ekanligini tushunadi.
- 1.3. Relyativistik mexanika bilan norelyativistik mexanika farqini biladi.
- 1.4. Fizik kattaliklarni o'lchash usullarini biladi.

1- asosiy savolning bayoni:

Kirish

Har qanday hodisalarni o'rganishda asosiy qonunlar yoki printsiplarni aniqlash juda ham muhimdir. Ular yordamida o'rganilayotgan doiradagi barcha ma'lum hodisalarni tushuntirish, shuningdek, yangilarini oldindan aytib berish mumkin. Tabiat hodisalarini o'rganishga bunday yondashish printsiplar metodi nomini olgan. Fizikada uning asoschisi buyuk Nyuton (1643 – 1727) hisoblanadi.

Asosiy qonun yoki printsiplarning o'zini mantiqiy isbot qilib bo'lmaydi. Ularning isboti tajriba hisoblanadi.

Printsiplarning to'g'riligini faqatgina cheklangan chegara va cheklangan aniqlikda tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin. Chunki, har qanday tajriba ma'lum bir kattaliklar oralig'ida olib boriladi.

Mexanika fizikaning boshqa bo'limlaridan oldin rivoj topgan. Mexanika jismlarning harakati va muvozanati haqidagi fan. Keng ma'nodagi materiya deb, uning har qanday o'zgarishi tushuniladi. Lekin mexanikada harakat deb, uning faqat eng oddiy shakli, ya'ni jismlarning boshqa jismlarga nisbatan ko'chishi tushuniladi.

Mexanika printsiplarini birinchi bo'lib, Nyuton o'zining «Natural filosofiyaning matematik asoslari» deb atalgan (1687 yil) asosiy asarida ta'riflagan edi.

Nyuton mexanikasiga jiddiy tankidiy qarashlar faqat XIX asrning ikkinchi yarmida yuzaga keldi. Nyutondan so'ng mexanika tez rivojlana boshladi. Lekin XX asr boshlarigacha bu rivojlanish asosan mexanikaning matematik metodlarini mukammallashtirish hamda uning qonuniyatlarini barcha yangidan yangi ilm soxalarga tadbiqi yo'nalishida bordi.

Nyuton mexanikasi eksperimental fizikaning mustahkam poydevorida to'rgan bo'lsa ham lekin ular makroskopik jismlarning sekin harakatiga tegishlidir. Makroskopik jismlar deb, bizni o'rab to'rgan odatdagi jismlarga, ya'ni juda ko'p sondagi atom va molekulalardan tashkil topgan jismlarga aytiladi. Sekin va norelyativistik harakat deb, tezliklari yorug'likning vakiumdagi tezligi $S = 300000\text{km/s}$ dan juda kichik bo'lgan harakatlar tushuniladi. Tezligi yorug'likning vakiumdagi tezligiga yaqin keladigan harakatlar tez yoki relyativistik harakat deyiladi. Bunday harakatlar Eynshteyn (1879 – 1955) tomonidan yaratilgan nisbiylik nazariyasi yordamida tushuntirildi.

Nisbiylik nazariyasi asosida faqatgina sekin harakatlargagina qo'llanilmasdan, balki har qanday tez harakatlarga ham qo'llanilmasdan, balki har qanday tez harakatlarga ham qo'llaniladigan yangi mexanika yaratildi. U relyativistik mexanika yoki nisbiylik nazariyasi mexanikasi deb ataladi.

Nisbiylik nazariyasi Nyuton mexanikasining katta tezliklar tomonidan chegarasini belgilab berdi. Tabiatda jismlarni harakatini mikro va makro jismlarga bo'linib o'rganiladi. Umuman mikrodunyo makrodunyoning kichiklashgan nusxasi deb karalgan. Tabiat hodisalarini o'rganishga bunday yondashish va o'nga asoslangan nazariyalar klassik nazariya deb ataladi.

Mikrodunyoni o'rganishga klassik yondashishning qo'llanish yoki qo'llanmaslik masalasini nazariy yo'l bilan hal qilib bo'lmaydi. Bu savolga faqatgina tajriba javob bera oladi.

Tajribalar Shuni ko'rsatadiki, mikrodunyo hodisalarini o'rganishga klassik tasavurni qo'llash mumkin emas yoki aniqrog'i uning bu hodisalar to'plamiga qo'llanishi chegaralangan. Umuman mikrodunyoni o'rganish ma'lum bir chegaradan boshlab kvant mexanikasiga taluqlidir.

Shunday qilib, Nyuton mexanikasi klassik norelyativistik mexanika sifatida karakterlanishi mumkin. Bu Nyuton mexanikasi makroskopik jismlarning sekin harakatini o'rganadi demakdir.

Relyativistik va kvant mexanikasi Nyuton mexanikasiga qaraganda eng umumiy nazariya hisoblanadi. Relyativistik mexanika sekin harakatlarda Nyuton mexanikasiga aylanadi. Kvant mexanikasi etarli darajada katta massaga ega bo'lgan etarli darajada tekis o'zgaruvchan kuch maydonlarida harakatlanuvchi jismlar uchun Nyuton mexanikasiga aylanadi.

Fizik kattaliklar va ularni o'lchash

Fizik hodisalarni va ularning qonunlarini o'rganish, hamda bu qonunlarni inson faoliyatining tajribalarida qo'llash, fizik kattaliklarni o'lchash bilan bog'liqdir.

Fizik kattalik – bu shunday kattalik bo'lib u sifatiy jihatdan ko'pgina fizik ob'ektlarni harakterlaydi.

Fizik kattalikka misol qilib massani olish mumkin. Har xil fizik ob'ektlar massaga egadir: ya'ni hamma jismlar, hamma moddalarning zarralari, elektromagnit maydon zarralari va boshqalar. Massa sifat jihatidan har qanday fizik ob'ekt uchun bir xil, miqdoriy jihatdan esa har xildir. Ya'ni har bir individual jismlar uchun massa har xil bo'ladi. tebranish davri va boshqalarni kiritish mumkin.

Fizik kattaliklarni mavjud va haqiqiy qiymatlarini ajrata bilish kerak. Fizik kattaliklarning mavjud qiymatlari – bu shunday kattalik qiymatiki, ob'ekt hossasini u sifatiy va miqdoriy jihatdan ideal ravishda ifodalaydi.

Fizik kattaliklarning mavjud qiymatlari - bu shunday kattalik bo'lib, u faqat tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Fizik kattaliklarning qiymati mahsus texnik vositalar yordamida tajriba yo'li bilan topish – fizik kattaliklarni o'lchash deyiladi.

Fizik kattaliklarning mavjud qiymatlari haqiqatda aniq emas. Masalan, yorug'lik tezligi, Er bilan Oy orasidagi masofa, elektron, proton va boshqa elementar zarralarning massasini mavjud qiymatlarini xech kim aniq bilmaydi. Lekin, har qanday fizik kattaliklarning haqiqiy qiymatlarini mahsus texnik vositalar yordamida aniq o'lchash mumkin. Bunda fizik kattalikning haqiqiy qiymatining haqiqiy mavjud qiymatiga yaqinlashish darajasiga biz qo'llayotgan texnik vositaning o'lchash kobiliyatiga bog'liq.

Fizik kattaliklarni o'lchashni ikkiga ajratish mumkin, ya'ni to'g'ridan – to'g'ri o'lchash va bilvosita (nisbatan). To'g'ridan – to'g'ri o'lchashda izlanayotgan kattalikning qiymati tajriba qiymatlaridan olinadi.

Nisbatan o'lchash – bu o'lchashda izlanayotgan kattalikning qiymati ma'lum kattaliklar yordamida aniqlanadi. Masalan, jismning zichligi ($\rho = \frac{m}{V}$) uning massasi va geometrik o'lchamlari orqali, o'tkazgichning solishtirma elektr qarshiligi uning ($R = \rho \frac{l}{S}$) qarshiligi, ko'ndalang kesimi yuzasi va uzunligi orqali topiladi.

Fizik kattaliklarni o'lchash har xil fizik hodisalarga asoslangan.

Muhokama uchun savollar:

- 1.1. Fizik kattalik deb nimaga aytiladi?
- 1.2. Fizik kattaliklarni tushuntiring.
- 1.3. O'lchash usullarini aytib bering.
- 1.4. Fizik kattaliklarining mavjud va haqiqiy qiymatlarini farqlay olasizmi?

2- asosiy savol: Fizik kattaliklarni o'lchash birliklari va birliklar sitemasi:

2- asosiy savolning maqsadi:

- a) fizik kattaliklarni va ularni o'lchash birliklarini tushuntirish.
- b) o'lchov birliklar sistemasi.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 1. Fizik kattaliklarni biladi.
- 2. Fizik kattaliklarni o'lchash birliklarini biladi.
- 3. Fizik kattaliklar uchun birliklar sistemasini tushunadi.

2- asosiy savolning bayoni:

Har qanday fizik kattaliklarni o'lchash uchun berilgan fizik kattalik uchun etalon tanlashimiz kerak. Shuning uchun biz turli xil fizik kattaliklar uchun ko'p etalonlar tanlashimizga to'g'ri keladi. Har qanday fizik kattaliklar uchun yangidan yangi etalonlar kiritmaslik uchun qo'yidagicha yo'l tutish kerak. Asosiy fizik kattaliklar uchun bir nechta etalonlar tanlab olib ular asosiy birliklar qilib qabul qilinadi. Qolgan barcha fizik kattaliklar, shu asosiy birliklar orqali biron qonunlar yordamida ifodalanadi. Fizikada asosiy birliklar sistemasi qo'yidagi birliklarga asoslangan ya'ni uzunlik (L), massa (M), va vaqt (T). Qolgan hamma birliklar shu uchta asosiy birliklar orqali chiqariladi. Bu LMT sistemasi deb ataladi. Uzunlik etaloni qilib – lineyka uzunligi 1m, massa etaloni qilib 1kg toshning massasi, vaqt etaloni – o'rtacha quyoshli sutka qobul qilingan. Uzunlik, massa va vaqt birliklarning tanlanishiga qarab birliklar sistemasi farqlanadi. Masalan, agar uzunlik birligi (sm), massa birligi (gr) va vaqt birligi (sek) da olinsa (SGS) yoki (kg), (m), (sek) da bo'lsa (MKS). Bundan tashqari absolyut el elektrostatik sistemasi – SGSE va SGSM – absolyut elektromagnit birliklar sistemasi mavjud. 1960 yili o'lchov va og'irlikning XI bosh konferentsiyasida xalkora birliklar sistemasi qabul qilindi (SI). SI sistemasida ettita asosiy birliklar va ikkita qo'shimcha birliklar mavjud. M, Kg, sek, K, A, Kd, mol va radian, steradian.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Etalon so'zining ma'nosi nima?
- 2.2. Asosiy o'lchov birliklari qilib qanday o'lchov birliklari qabul qilingan?
- 2.3. Hosilaviy o'lchov birliklari qanday hosil qilinadi?
- 2.4. Uzunlik, massa va vaqt etalonlarini tushuntirib bering.
- 2.5. Fizikada qo'llaniladigan o'lchov birliklar sistemasini izohlab bering.

Mavzu bo'yicha echimini ko'tayotgan ilmiy muammolar:

- 1. Relyativistik va norelyativistik mexanikaning chegaraviy Shartlarini ilmiy asoslash.
- 2. YOrug'lik tezligiga yaqin tezlikda harakatlanadigan zarralarning harakatini relyativistik mexanika yordamida aniqlanadi.
- 3. Mikroddunyoni o'rganishga klassik yondashishning qo'llanish yoki qo'llanmaslik masalasini tajriba yordamida aniqlash.
- 4. Fizik kattaliklarning mavjud va haqiqiy qiymatlarini laboratoriya Sharoitida aniqlash.

1-Labaratoriya mashg'uloti:

Mavzu: Analitik tarozida jism og'irligini aniqlash.

Ishning maqsadi: Anolitik tarozining tuzilishi bilan tanishish va unda tortish malakasini hosil qilish.

- Kerakli asbob va materiallar:** 1. Analitik tarozi.
2. Tarozi toshlari.
3. Tortiladigan yuklar.

Ishni bajarish tartibi.

1. Tarozi nold nuqtasini topish.

Har gal tarozida yuk tortishdan avval ishga sozlangan tarozi strelkasining S Shkaladagi to'xtash joyi yoki yuksiz holatiga mos keluvchi nol nuqtasi (l_0) aniq

lab olinadi. Ishqalanish ta'sirini hisobga olmagan holda l_0 ni tebratish metodidan foydalanib topiladi. Buning uchun ishga qo'yidagicha kirishiladi.

Tarozi Shayini V kallak yordamida asta bo'shatiladi, oqibatda Shayin va strelka tebrana boshlaydi. Agar strelka S Shkala bo'ylab etarli tebranmasa, tarozi eshigini asta ochib qo'l bilan elpib qo'yiladi. Agar Shayin y etarli amplitudada tebransa, u holda strelkaning noldan o'ngga va chapga og'ishi ko'zatiladi. Strelkaning o'ngga og'ishlarini juft indeksli a_n va chapga og'ishlarini tok indeksli a_{n+1} harflar bilan belgilaymiz. Shuningdek, strelkaning o'ngga og'ishidagi bo'lim raqamini (+) ishora bilan va chapga og'ishidagi bo'lim raqami (-) ishora bilan olamiz. Shunday qilib, tarozini yuksiz holatdagi nol (l_0) nuqtasini aniqlash uchun eng kamida 5 ta ketma-ket og'ishlarni aniqlaymiz (ya'ni a_1, a_3, a_5 va a_2, a_4). Ularning qiymatlarini qo'yidagi formulaga qo'yib, l_0 ni hisoblaymiz.

$$l_0 = \frac{\frac{a_1 + a_3 + a_5}{3} + \frac{a_2 + a_4}{2}}{2} \quad (2-5)$$

Masalan, $a_1 = -8, a_3 = -7,4, a_5 = -7, a_2 = 7,7, a_4 = 7,2$ bo'lsin, u holda

$$l_0 = \frac{\frac{(-8) + (-7,4) + (-7)}{3} + \frac{7,2 + 7,4}{2}}{2} = \frac{-\frac{22,4}{3} + \frac{14,9}{2}}{2} = \frac{-7,46 + 7,45}{2} = -\frac{0,01}{2} = -0,05$$

bo'ladi. Demak, tarozining nol nuqtasi S Shkaladagi nol chiziqdan 0,05 birlikka teng chapda ekan. Aniqlangan natijalar qo'yidagi 1-jadvalga yoziladi. Bu mashq kamida 4-5 marta bajarilishi kerak.

1-jadval

N	a_1	a_3	a_5	a_2	a_4	l_0
1						
2						
3						
urt.						

2. Tarozi sezgirligini aniqlash.

Amalda tarozining sezgirligini topish uchun arretirlangan yuksiz tarozi Shayining o'ng elkasidan birinchi bo'limiga reyter ilinadi, so'ngra Shayin prizmaga o'rnatilsa, bu reyter tarozi pallasiga 1mG tosh qo'yilgandek ta'sir qiladi. Bu holda ham tarozi Shayining tebranishlari ko'zatilib, avval l_0 ni qanday topgan bo'lsak, reyter ilingan holat uchun ham l ni Shunday topamiz va olingan natijalarni 2-jadvalga yozamiz.

2-jadval

N	P	a_1	a_3	a_5	a_2	a_4	l
1.							
2.							
3.							
urt							

SHundan so'ng l bilan l_0 orasidagi farqni aniqlaymiz. Bu $(l-l_0)$ siljishning absalyut qiymatini, ya'ni yuksiz tarozining 1 mG yuk qo'yilgandagi sezgirligini ifodalaydi:

$$\omega = l - l_0$$

Nazorat topshiriqlari:

- 1.Katta yuklarni tortishda ham biz ishlatgan teng elkali tarozidan foydalanib bo'ladimi ?
2. Agar biror jismni tarozida qutbda va ekvatorida tortsak, uning qutbdagi va ekvatoridagi og'irliklari orasida farq bo'ladimi?
3. Agar biror jismni xavoda tortib, so'ngra tarozini vakuumga joylashtirilsa, tarozining muvozanati buziladimi?

2- laboratoriya ishi mashg'uloti.

Tema: Noinuslarni o'rganish.

Ishning maqsadi: Shtangentsirkul va mikrometrlarning tuzilishi, ishlash printsiplari bilan tanishish va ular yordamida o'lchash malakasini hosil qilish.

Identiv o'quv maqsadlari:

- 2.1. Shtangentsirkul va mikrometrning tuzilishi va ishlash printsiplari biladi.
- 2.2. Nokiuslardan foydalana oladi.
- 2.3. Shtangentsirkul yordamida geometrik Shaklga ega bo'lgan kattiq jismlarning xajmini aniqlay oladi.

Ish to'g'risida nazariy tushuncha:

Jismlarning chiziqli o'lchamlarini o'lchash uchun odatda biz chiziqli, o'lchov asboblardan (ma'lum masshtabda darajalangan Shkalali asboblardan), chunonchi Shtangentsirkul mikrometrdan foydalanamiz. Bu o'lchov asboblarning asosiy qismi ulardagi ma'lum masshtabda darajalangan shkala va koniuslar hisoblanadi. Hamma vaqt ham shkala jismning chiziqli o'lchamlari (uzunligi, eni, chuqurligi, balandligi) ni aniq o'lchash uchun qo'l kelavermaydi. Shuning uchun

jismning o'lchab bo'lmaydigan chiziqli qismini aniq o'lchashga imkon beradigan moslama noniuslardan foydalaniladi.

Nonius deb asosiy shkalaning o'lchash aniqligini oshirishga imkon beradigan asbobning qo'zg'aluvchan qismiga o'rnatilgan va asosiy shkala bo'ylab harakatlanadigan shkalali moslamaga aytiladi.

Noniuslar chiziqli va doiraviy bo'lishiga qaramay, ular ishlash printsipli jihatdan bir xildir. Chiziqli nonius asriy shkala bo'ylab sirpansa (1-rasm) doiraviy nonius esa (2-rasm) shkala bo'ylab aylanadi.

Noniusdagi bo'limlar shunday joylashtirilganki, asosiy masshtabdagi (p-1) bo'lim noniusdagi n ta bo'lim yig'indisiga teng. Masalan 0,1 aniqlikda o'lchaydigan shtangentsirkul yoki mikrometr noniusi 10 ta bo'limi uzunligining yig'indisiga asosiy masshtabning 9 ta bo'limi uzunligi yig'indisiga teng.

Endi noniusning bitta V bo'lim asosiy shkalaning bitta a bo'limdan kanchalik kichik ekanini hisoblaymiz:

$$a - b = a/n \quad nb = (n-1)a$$

bu esa noniusning aniqligidir. Ko'pincha bo'limi asosiy shkalaning 9/10 bo'limiga teng bo'lgan noniuslardan foydalaniladi.

Bunday noniuslar har bir bo'limi asosiy shkalaning bir bo'limidan 0,1 ga kamayib boradi. Bu holda noniuslarning nolinchi chizig'i asosiy shkalaning nolinchi chizig'i bilan oxirgi chizig'i esa asosiy shkalaning 9-bo'limini cheklovchi chiziq bilan ustma-ust tushadi. Boshqa bo'lim chiziqlar mos kelmaydi. Agar noniusni siljitganimizda uning birinchi chizig'i asosiy shkaladagi nolinchi chiziqlar orasida 0,1 birlikka teng oraliq hosil bo'ladi. Agar noniusning K-bo'limiga tegishli chiziq asosiy shkaladagi birorta bo'limga tegishli chiziq bilan ustma-ust tushsa, u holda noniusning nolinchi chizig'i bilan asosiy shkalaning nolinchi chizig'i orasida 0,1 K ga teng oraliq hosil bo'ladi. O'lchashlarda har bir bo'lim qiymati asosiy

shkalaning $\frac{(20-1)}{20} = \frac{19}{20}$ yoki $\frac{49}{50}$ bo'limiga teng bo'lgan noniusli asboblardan ham foydalaniladi. Bunday noniusning har bir bo'limidan $1/20 = 0,05$ va $1/5 = 0,02$ birlik qadar qisqa bo'ladi.

Shunday qilib noniusli asboblardan quyidagi tartibda foydalaniladi.

1. Asosiy shkalada noniusning nolinchi chizig'iga qadar bo'lgan butun birliklar sanab chiqiladi.
2. Noniusning nechanchi bo'limii asosiy shkalaning bo'limi bilan ustma-ust tushishi aniqlanadi va u K bilan belgilanadi.

3. Nihoyat jismning chiziqli o'lchami $L = K \frac{I}{n}$ hisoblanadi.

Shtangentsirkul: Noniusli chiziqli o'lchov asboblaridan biri shtangentsirkuldir (3-rasm). Shtangentsirkul 25-30 sm uzunlikdagi jismlarning uzunligini 0,1dan 0,5 mm gacha aniqlikda o'lchashga imkon beradi. U qo'zg'aluvchan qismidagi nonius shkalasini maxkamlovchi A vintdan qo'zg'aluvchan qismni siljitadigan V mikrometrik vint hamda shu vint bilan to'tashtirilgan S maxkamlovchi vintli raqamdan iborat. Biror jismning uzunligini o'lchash uchun bu jismni shtangentsirkulning D va E joylari (3-rasm) orasidagi jismni ular siqib

ko'ymaydigan qilib oxista joylashtiriladi. So'ngra S vint maxkamlanadi va V mikrometrik vintni erkin burab borish bilan qo'zg'aluvchan joyning jism sirtiga me'yorida tegishiga erishiladi. So'ngra A vint mahkamlanadi. Nihoyat shtangentsirkulning asosiy shkalasidan noniusning nolnchi chizig'iga qadar bo'lgan butun bo'limlar, noniusdan esa butunning unumlari olinadi.

Mikrometr: Doiraviy noniusni chiziqli o'lchov asboblariidan biri mikrometr bo'lib, uning tuzilishi 4-rasmda ko'rsatilgan. U 25-30sm dan katta bo'lmagan jismlarning chiziqli o'lchamlarini 0,01mm gacha aniqlikda o'lchamga imkon beradi.

Mikrometr qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan qismlardan iborat. Mikrometrlar mikrometrik vint qadamiga qarab ikki xil (0,5 mm qadamli va 1mm qadamli) bo'ladi.

Mikrometr ishga sozlangan bo'lsa, a sterjen v tayanchga me'yorida tegib turadi. Shu bilan birga asosiy shkalaning nolnchi chizig'i E gilza qirrasi bilan, noniusning nolnchi chizig'i esa asosiy shkala ustidagi o'q chiziq bilan ustma-ust tushishi kerak. Mikrometr yordamida jismning o'lchamini o'lchash uchun E gilzadan ushlab, v tayanch va sterjenning uchi jism sirtiga me'yorida tekkincha buriladi. Shuni eslatib o'tish kerakki a ning uchi jism sirtiga me'yorida tegishi bilan G moslama o'ziga xos tovush chiqaradi, shundan keyin uni burash yaramaydi, chunki a sterjen endi ortiqcha siljimaydi. G moslamaning ishlashi a vintni aylantiruvchi G dasta bilan shu vint orasida hosil bo'ladigan ishlanishga asoslanadi. Agar foydalanilayotgan mikrometrning qadami umumiy holda d mm, noniuslar shkalasidagi bo'limlar soni n ta nonius o'q chiziqqa nisbatan bir bo'linga burilgan bo'lsa, u holda a sterjen v ga nisbatan d/n mm ga o'ngga yoki chapga suriladi.

1-mashq. Shtangentsirkul yordamida geometrik shkalaga ega bo'lgan kattiq jismlarning xajmini aniqlash.

Kerakli asboblari: 1. Shtangentsirkul

2. Tsilindr, kub shaklidagi kattiq jismlar.

Ishni bajarish tartibi:

1. Shtangentsirkulning ishga yaroqligiga ishonch hosil qilgach, o'lchanadigan jismni uning joylari orasiga joylashtirib asbobning tavsifida aytilgandek jismning (kubik) a uzunligi, v eni h qalinligi kabi kattaliklarning qiymatlari kamida 10 marta o'lchab topiladi.

2. a, v, h larning qiymatlarini bilgan holda har bir o'lchamga mos U ning qiymatlari: o'q a, v, h formula yordamida hisoblanadi.

3. O'lcham natijalari 1-jadvalga yoziladi.

№	a	v	h	v	V_{urt}	Δv_{urt}	$\frac{\Delta V_{ypm}}{V_{ypm}} 100\%$ Nq	$V_k q V_{urt} \pm \Delta V$
1								
2								
3								

2-mashq. Mikrometr yordamida uncha katta bo'lmagan geometrik shaklga ega bo'lgan kattiq jismlarning xajmini aniqlash.

Kerakli asboblari: 1. Mikrometr 2. Geometrik shaklga ega bo'lgan kattalik jismlar.

Ishni bajarish tartibi:

1. Mikrometrni ishga yaroqligiga ishonch hosil qilingach, uning a sterjen bilan v tayanchi orasiga o'lchanadigan jism joylashtiriladi.
2. Bu jismning v tsilindrik diametri va h balandligi kabi kattaliklar asbobning tavsifida aytilgan tartibda kamida 10 marta o'lchab.
3. Agar o'lchanayotgan jism tsilindrik bo'lsa, har bir o'lchamga mos V ning qiymatlari

$$u = \pi r^2 h$$

bilan hisoblanadi, agar o'lchanadigan jism sharcha bo'lsa uning xajmi

$$y = \frac{1}{3} \pi R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3$$

formula bilan hisoblanadi.

4. O'lchash va hisoblashlar 2-jadvalga yoziladi.

No	v	H	R	V	V _{urt}	ΔV_{urt}	$\frac{\Delta V_{ypm}}{V_{ypm}} 100\%$ $N = \frac{\Delta V_{ypm}}{V_{ypm}}$	$V_x = V \pm \Delta V$
1								
2								
3								

Izoh: Student o'zi o'lchanayotgan jismning hajmi qanday formula bilan aniqlanishini bilib, bu formulaga kirgan kattaliklar joylashadigan qilib jadval tuzadi.

Savollar.

1. Ish to'g'risida tushuncha bering?
2. Nonius deb nimaga aytiladi?
3. Noniusning turlari va uning printsiplarini aytib bering.
4. Shtangentsirkul va mikrometrlarning tuzilishi va ularni ishlash printsiplarini tushuntirib bering.

Adabiyotlar.

1. K. G. Parpiev va boshqalar «Mexanika va molekulyar fizikadan praktikum» Toshkent 1978
2. F.I. Iverenova «fizikadan praktikum» Toshkent 1973
3. M. Muminov va boshqalar «Mexanika va molekulyar fizika» Samarkand 1959.

Mustaqil ish topshiriqlari:

1-topshiriq

- 1.1 Mexanikaning yaratilish tarixini o'zlashtiring.
- 1.2 Mexanikaning ob'ekti va predmenti nimadan iborat.
- 1.3 Fizik kattaliklar va ularni o'lchash usullarini o'rganing.

2-topshiriq

- 2.1 O'lchashlar, xatoliklar va ularni hisoblashni o'zlashtiring.

Tezlik	burchak tezlik	elementar ko'chish
Tezlanish	burchak tezlanish	boshlang'ich tezlik
O'rtacha tezlik	oniq tezlik	markazga intilma tezlanish
Urinma	tekis harakat	notekis harakat
Radius vektor	aylanish davri	aylanish chastotasi
Godagraf	tezlik nuqtasi	
Tangentsial va normal tezlanish		

Mavzuga oid muammolar:

1. Mexanik harakatni tavsiflash muammosi.
2. Fazoda, tekislikda vat ugri chiziqda koordinatalarni tanlay olasizmi?
3. Fazo va vaqtni tushunish muammosi.
4. O'ng va chap koordinatalarsistemasini farqlash.
5. Moddiy nuqta deganda qanday jismlarni tushunasiz?
6. Harakatning kinetik tenglamalarini fazoda, tekislikda va to'g'ri chiziqda tavsiflash.
7. Moddiy nuqtaning ko'chishini vektor va koordinata fizikasida tavsiflash.
8. Tekis va notekis Harakat tenglamalarini keltirib chiqarish.

1-assosiy savol maqsadi:

- a) Fazo va vaqt haqida tushuncha berish.
- b) Koordinatalar sistemasini tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Faza va vaqtni tushunib oladi.
2. Koordinatalar sistemasini biladi.
3. Fazoviy sanoq sistemasiga ta'rif beraoladi.
4. O'ng va chap koordinatalar sistemasini ajrata oladi.

1- asosiy savolning bayoni:

Mexanika harakat deb, jismning fazodagi vaziyatining vaqt o'tishi bilan o'zgarishiga aytiladi. Bu erda vaziyat deganda nisbiy vaziyat, ya'ni jismning boshqa jismlarga nisbatan vaziyati tushuniladi.

Jismlarning fazodagi o'rnini belgilaydigan jism yoki jismlar sistemasini fazoviy sanoq sistemasini deb ataladi.

Fazoviy sanoq sistemasini sifatida ixtiyoriy kattiq jism olib uning koordinata o'qlari bilan bog'lash mumkin. Tanlab olingan fazoviy sanoq sistemasidagi Har bir nuqtaning o'rnini uchta son: x, y, z nuqta koordinatalari orqali belgilash mumkin. Uchta x, y, z koordinatani, koordinata boshidan tekshirilayotgan nuqtagacha o'tkazilgan yo'nalishiga ega bo'lgan bitta kesmaga, yoki radius – vektoriga birlashtirish mumkin. x, y, z koordinatalar o'qiga proektsiyasi hisoblanadi, shuning uchun

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

uladi. Bu erda i, j, k – koordinata urtlari, ya'ni x, y, z koordinata o'qlari bo'ylab yo'nalgan birlik vektorlardir. Koordinatalar sistemasining ikki, o'ng va chap turi mavjud. Ular parma koidasi yordamida farq qilinadi. O'ng parmani XU tekisligida X o'qining musbat uchidan U o'qining musbat uchigacha bo'lgan eng qisqa yo'l bilan buriladi. O'ng koordinatalar sistemasida parmaning ilgarillanma ko'chishi

nuqta deb, o'lchamlari juda ham kichik bo'lgan shunday makroskopik jismga aytiladiki, tekshiridayotgan harakatda ularni hisobga olmay jismdagi barcha modda birgani geometrik nuqtaga mujassamlashgan deb hisoblanadi. Tabiatda moddiy nuqtalar mavjud emas. Biror harakatni o'rganishda u yoki bu jismni moddiy nuqta deb qarash yoki qaramaslik uning o'ziga emas balki harakatning harakteriga bog'liq bunda jismning absalyut o'lchamlari rol, o'ynamaydi. Jismning nisbiy o'lchamlari, ya'ni jismning o'lchamlarini o'rganilayotgan harakat uchun harakterli bo'lgan biror masofaga nisbatlari muhim. Masalan, erning quyosh atrofidagi orbital harakatini juda katta aniqlikda moddiy nuqta deb qarash mumkin, chunki bunda er orbitasini egrilik radiusi $R \approx 1,5 \cdot 10^8$ km, erning radiusiga ($r \approx 6,4 \cdot 10^3$ km) nisbatan harakat harakterli kattalikdir. Shunga ko'ra erning orbital harakatida uning barcha nuqtalari bir xil harakatlanadi. Shuning uchun faqat bitta nuqtaning ya'ni er markazining harakatini qarab chiqish etarli va erning barcha moddasi shu geometrik nuqtaga mujassamlangan deb qarash mumkin.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Mexanik harakat qanday harakat?
- 2.2. Kinematika harakatni qanday o'rganadi.
- 2.3. Kinematik tenglamalarni izohlang.
- 2.4. Moddiy nuqta tushunchasi nima uchun kiritilgan.
- 2.5. Erni quyoshga nisbatan moddiy nuqta deb atash mumkinmi? Nima uchun.

3-asosiy savol: Moddiy nuqtaning ko'chishini vektor va koordinata fizikasida tavsiflash:

- a) Moddiy nuqtaning ko'chishini va traektoriyasini tushuntirish.
- b) Moddiy nuqtaning harakat tenglamalarini tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadjari:

1. Moddiy nuqtaga ta'rif beraoladi.
2. Moddiy nuqtaning ko'chishiga ta'rif beraoladi.
3. Ko'chish bilan traektoriyani ajrata oladi.
4. Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqda, tekislikda va fazoda o'rnini aniqlay oladi.
5. Moddiy nuqtaning harakat tenglamalarini yoza oladi.

3- asosiy savolning bayoni:

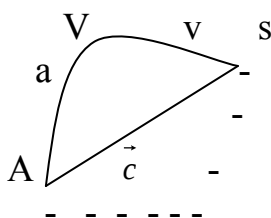
Biron bir real jismning harakatini to'liq aniqlash uchun uning har bir nuqtasining harakatini bilish kerak. Shuning uchun nuqtaning harakatini tavsiflash usulini bilish zarur.

Sanoq sistemasining tanlanishiga qarab biz uchta koordinata orqali fazoda nuqtaning o'rnini aniqlashimiz mumkin. Agar nuqta harakatlansa bunda uning o'rnini sanoq sistemasiga nisbatan vaqt bo'yicha o'zgaradi. Demak bu degan so'z harakatlanayotgan moddiy nuqtaning koordinatasiga vaqtning funktsiyasi hisoblanadi.

Agar nuqta A nuqtadan V nuqtaga qarab harakatlansa, uning ko'chishi AV kesma orqali ifodalanadi. So'ngra moddiy nuqta VS traektoriya orqali kuchsa u VS kesma orqali ifodalanadi. Bunda uning umumiy ko'chishi AS kesma bilan ifodalanadi.

Bunday kattaliklar fazoda faqatgina son qiymatga

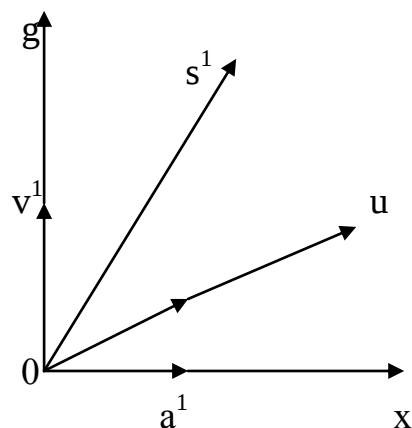
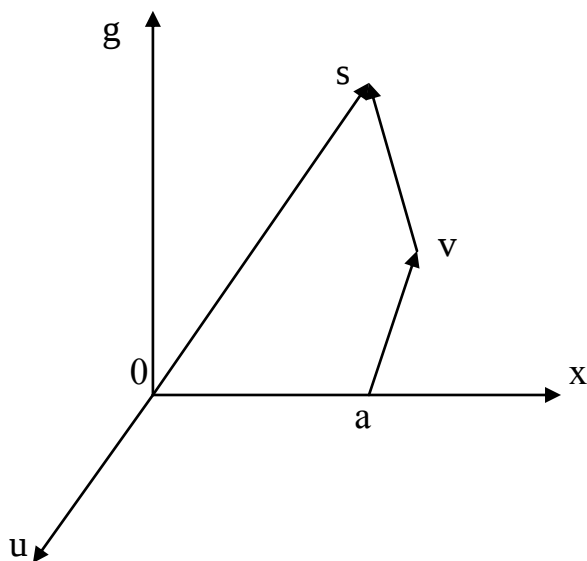
uchun



ega bo'lmisdan u yo'nalishiga ham egadir. Shuning

moddiy nuqtaning ko'chishi vektor kattalik hisoblanib u geometrik ko'shiladi, ya'ni parallelogram qonuni bo'yicha.

$$\vec{AC} = \vec{AB} + \vec{BC} \text{ yoki } \vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$



Agar $\vec{a}x = x_1$ u_1 z koordinata bilan α, β, γ burchaklar hosil qilsa, u holda uning tashqil etuvchilari yoki proektsiyalari

$$d_x = a \cos \alpha \quad d_y = a \cos \beta \quad d_z = a \cos \gamma$$

bu erda $\sqrt{a^2 = a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ ning absolyut kattaligidir.

Umuman olganda ko'chish vektori Harakatlanayotgan nuqtaning traektoriyasibilan mos tushmasligi mumkin. Agar moddiy nuqta to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlansa, u holda ko'chish yoki siljish vektori traektoriya bilan mos to'shadi. Agar moddiy nuqta egri chiziq bo'ylab harakat qilsa, ko'chish vektori bilan mos tushmaydi. Agarda ko'chish etarlicha kichik bo'lsa, u holda traektoriyani uning xordasi bilan almashtirish mumkin. va bu holda ko'chishni traektoriya bilan mos to'shadi deb hisoblash mumkin. Bunda

etarlicha kichik Δs ko'chish elementar ko'chish deyiladi. Agar bu vektorning uchta x, y, z , komponentalari $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ ga teng bo'lsa, Δs vektorning absolyut kattaligi

$$\Delta s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$$

Agar vektor koordinata o'qlari bilan α, β, γ burchaklar hosil qilsa, u holda

$$\Delta x = \Delta s \cos \alpha \quad \Delta y = \Delta s \cos \beta \quad \Delta z = \Delta s \cos \gamma$$

umuman olganda harakatni to'liq ifodalash uchun koordinatani t vaqtning

boshlang'ich tezlik deb ataladi va V_0 bilan belgilanadi. $V_0 = B$ ekanligini ko'rish qiyin emas

$t=0$ da $x=x_0=s$ ni kiritib

$$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + X_0 \quad V = V_0 + at$$

o'tilgan yo'l

$$S = X - X_0 = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + X_0 - X_0 = V_0t + \frac{at^2}{2}$$

Muhokama uchun savollar:

- 4.1. Nima uchun o'rtacha tezlik tushunchasi kiritilgan?
- 4.2. Oniy tezlik deganda qanday tezlik tushuniladi va uning matematik ifodasini tushuntiring.
- 4.3. Limit tushunchasini matematik va fizik ma'noda izohlang.
- 4.4. Tekis va notekis harakatda moddiy nuqtaning tezligi va tezlanishi qanday bo'ladi?

5-Asosiy savol: Egri chiziqli harakatda tezlik va tezlanish:

5-asosiy savolning maqsadi:

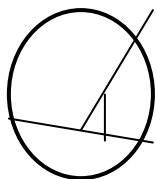
- a) Egri chiziqli harakatni tushuntiring.
- b) Egri chiziqli harakatda tezlik va tezlanishni tushuntiring.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Egri chiziqli harakatda o'rtacha tezlik va oniy tezlikni biladi.
2. Tezlik nuqtasi va godografini tushunadi.
3. Markazga intilma tezlanish tenglamasini yozadi.
4. Tangentsial va normal tezlanishlarni biladi.

5- asosiy savolning bayoni:

Endi burchak tezlik va burchak tezlanish haqida qisqacha to'xtalib o'taylik. Bu tushunchalar moddiy nuqtaning aylanma bo'ylab harakatiga talluqlidir.



M nuqtaning aylanma o'rnini OM radiusi vektorining o'z-garmas OX yo'nalishi bo'yicha hosil qilgan α burchak orqali aniqlash mumkin. Bu burchakning vaqt bo'yicha hosilasi

$$W = \frac{d\alpha}{dt}$$

burchak tezlik deb ataladi. Agar $W = const$ bo'lsa aylanish tekis bo'ladi, bu holda $\alpha = \omega t + const$. Tekis aylanishda W kattalik aylanishi burchak chastotasi deb ham aytiladi. $\mathcal{G} = \omega n\pi$ birlik vaqtdagi aylanishlar

sonini beradi va aylanish chastotasi deb ataladi. $T = \frac{1}{\nu}$ kattalik bitta aylanish vaqtini bildirib, aylanish davri deb ataladi.

Burchak tezlikning vaqti bo'yicha birinchi hosilasi yoki α burchakning vaqt bo'yicha ikkinchi hosilasi

$$W = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\alpha}{dt^2}$$

burchak tezlanish deb ataladi.

$$\vartheta = \frac{ds}{dt} d = \frac{d^2 s}{dt^2}$$

Agar r aylanma radiusi bo'lsa

$$S = r d$$

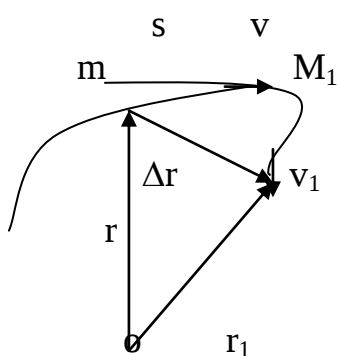
bu munosabatni vaqt bo'yicha diferentsiallab

$$\vartheta = \frac{ds}{dt} = \frac{d\alpha}{dt} \tau = \omega \cdot r$$

$$d = V = \frac{d^2 s}{dt^2} = \tau \frac{d^2 d}{dt^2} = \omega \tau$$

ga ega bo'lamiz.

Tezlik va tezlanish moddiy nuqtaning egri chiziqli traektoriya harakatlari uchun umumlashtiriladi.



Faraz qilaylik moddiy nuqta t vaqt $\vec{r} = \vec{r}(t)$ radiusi vektorli M nuqtadan to'rgan bo'lsin.

Biror qisqa Δt vaqt oralig'ida u $\vec{r}_1 = \vec{r}(t + \Delta t)$ radiusi vektorli M_1 nuqtaga o'tadi.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_1$$

$$V_{yp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)}{\Delta t} \quad (1)$$

harakatning Δt vaqt oralig'idagi o'rtacha tezligi deb ataladi. O'rtacha tezlikning $\Delta t \rightarrow 0$ dagi limiti yoki $\vec{r}$ ning vaqt bo'yicha hosilasi.

$$\vec{V} = \vec{r} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (2)$$

moddiy nuqtaning oniy tezligi deb ataladi. haqiqiy tezlik harakatlanuvchi nuqta traektoriyasiga urinma bo'yicha yo'nalgan vektordir.

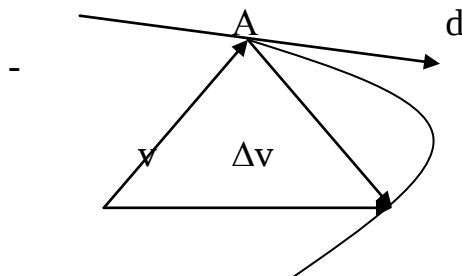
Egri chiziqli harakatdagi tezlanish ham xuddi aniqlanadi. a tezlanish deb, tezlik vektorining vaqt bo'yicha birinchi hosilasiga yoki $\vec{r}$ radius vektorining vaqt bo'yicha ikkinchi hosilasiga teng bo'lgan vektorga aytiladi.

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

$$\vec{d} = \vec{r}(t) = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (4)$$

Tezlik va tezlanish urtasida qo'yidagi formal o'xshashlik borligini qayd qilib o'tamiz.

Harakatlanuvchi nuqtaning turli vaqt momentlaridagi $\vec{v}$ tezlik vektorini ixtiyoriy qo'zg'almas O_1 nuqtadan boshlab ko'ya bosh

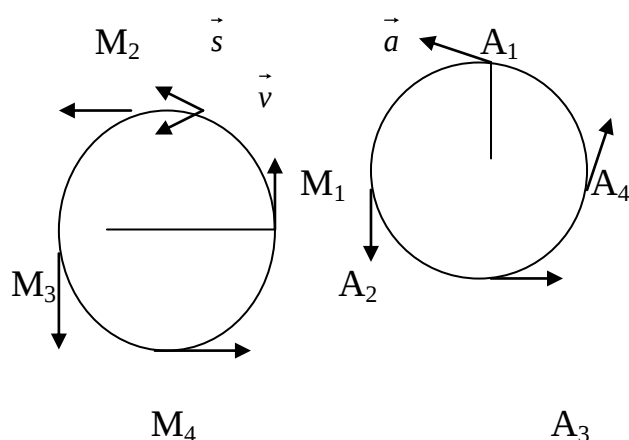


laymiz vektorning uchini tezlik nuqtasi deb ataymiz. Tezlik nuqtalarining geometrik o'rni tezlik godagrafi deb ataluvchi egri

0_1 chiziqdan iborat. Moddiy nuqta traektoriya
 v_1 chizayotganda, o'nga tegishli tezlik nuqtasi godog
 raf bo'yicha harakatlanadi. Bu erda r radius vektor
 a^1 $\vec{v}$ tezlik vektori bilan moddiy nuqta tezlik nuqtasi bilan,
 traektoriya esa godograf bilan almashgan. $\vec{v}$ Tezlikni topish uchun $\vec{r}$ radius
 vektorni differentsiyalash, $\vec{a}$ tezlanishni topish uchun $\vec{v}$ tezlik vektorini
 differentsiyalash lozim.

$\vec{v}$ tezlik traektoriyasiga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'nalgan. Shuning
 uchun a tezlanish tezlik godografiga o'tkazilgan urinma bo'ylab yunaladi.

Oddiy misol sifatida r radiusli



aylana bo'yicha tekis harakatlayot -
 gan nuqtaning tezlanishini topa -
 miz .

$$v_{\text{q}} \omega r = \frac{2\pi r}{T} \quad (5)$$

$$a = \omega v_{\text{q}} \frac{2\pi v}{T} = \frac{v^2}{r} \quad (6)$$

(6) formula markazga intilma tezlanish formulasidir.

Uni $\vec{a} = -\omega^2 \vec{r}$ (7)
 vektor shaklida yozish mumkin.

Minus ishora $\vec{a}$ va $\vec{r}$ vektorlarning yo'nalishi o'zaro qarama qarshi
 ekanligini, ya'ni a tezlanishi moddiy nuqta aylanayotgan doiraviy traektoriyasining
 markaziga qarab yo'naltirilganligi ko'rsatadi. Shuningdek, harakatlanayotgan
 nuqtaning istalgan holati uchun

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (8)$$

deb yozish mumkin.

Umuman $\vec{v} = v \vec{s}$ ko'rinishda olamiz. Bu erda $\vec{s}$ - aylanaga o'tkazilgan
 urinma birlik vektori V – birinchi ko'paytiruvchisi tezlikning son qiymatini, $\vec{s}$ -
 ikkinchisi ko'paytuvchi esa uning yo'nalishini ko'rsatadi. Tekis aylanma harakatda
 tezlikning $\vec{v}$ absolyut qiymatini o'zgarmas qilib, tezlikning faqat yo'nalishi, ya'ni
 $\vec{s}$ birlik vektor o'zgaradi. Shuning uchun

$$\vec{a} = v \frac{d\vec{s}}{dt}$$

bundan

$$\frac{d\vec{s}}{dt} = \frac{1}{r} \vec{n} \quad (9)$$

Moddiy nuqtaning aylana bo'ylab harakatida dt vaqtda bosib o'tgan yo'lining uzunligini orqali belgilaymiz bu $ds = vdt$ ga teng.

$$\frac{d\vec{s}}{ds} = \frac{1}{r} \vec{n} \quad (10)$$

Nuqta aylana bo'ylab tekis harakatlanganda tezlanish uning markaziga qarab yo'nalgan, ya'ni traektoriyaga perpendiqo'lyar bo'ladi.

Har qanday egri chiziqli harakatda, agar nuqtalarning tezligi kattalik jihatdan o'zgarmasa, tezlanish traektoriyasiga perpendiqo'lyar bo'laveradi.

Tezlik vektori $\vec{v} = v \cdot \vec{s}$ ga differentsiallashni qo'llaymiz.

$$\vec{a} = \frac{d}{dt}(v \cdot \vec{s}) + \frac{v^2}{r} \vec{n}$$

yoki (9) ni hisobga olgan holda

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{s} + \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (11)$$

hosil qilamiz.

Bunda $\vec{a}$ tezlanish vektori $\vec{s}$ va $\vec{n}$ vektorlar tekisligida yotadi degan xulosa kelib chiqadi.

$$(11) \text{ dagi } \vec{a}_t = \frac{dv}{dt} \vec{s} \quad (12)$$

birinchi qo'shiluvchi traektoriyaga urinma bo'lib yo'nalgan vektor. Bu vektor urinma yoki tangentsial tezlanish deb ataladi. Qo'yidagi

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{r} \vec{n} \quad (13) \text{ normal tezlanish shunday qilib umumiy}$$

holda

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad (14)$$

Tangentsial tezlanish tezlikni faqat kattalik jihatdan o'zgartiradi, normal tezlanish uni faqat yo'nalishi bo'yicha o'zgartiradi.

Jismning erkin tushishi:

Jismlarning er tortishish kuchi ta'siri ostida xavosiz fazoda tushishi erkin tushish deyiladi. Galiley 1590 yilda Italiyaning Piza Shahrida og'ir jismlarni og'ma minoradan tashlab ko'rib, quyidagi xulosaga kelgan:

1. Erkin to'shayotgan jismlarning tezliklari ularning masofalariga bog'liq emas.
2. Jismlarning erkin tushishi tekis tezlanuvchan harakatdir.
3. Hamma jismlar erkin tushish vaqtida birdek tezlanish bilan to'shadi. Bu tezlanishga erkin tushish tezlanish deyiladi.

Nyuton xavosi so'rib olingan shisha nay ichida turli massaga ega bo'lgan jismlarni joylashtirib, ularni erkin tushishini tajribada o'rgandi. Bu tajribalar natijasida Nyuton quyidagi xulosalarni chiqardi: Bo'shliqda barcha jismlar baravar to'shadi. Erkin tushish tezlanish g harfi bilan belgilanib $9,8 \text{ m/s}^2$ ga teng. Erning shakli sferoid ko'rinishga ega. Erning katta yarim o'qi (ekvator) $R_0 = 6378,245 \text{ km}$, kichik yarim o'qi esa (qutbda) $R_k = 6356,830 \text{ km}$ ga teng. qutbda $g_k = 9,8324 \text{ m/s}^2$ va ekvatorida $g_e = 9,7805 \text{ m/s}^2$ qiymat qabul qiladi. Toshkent uchun $g = 9,8008 \text{ m/s}^2$ ga teng, $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ bo'lgan erkin tushish tezlanishi normal tezlanish hisoblanadi. Erkin to'shayotgan jismning harakati tekis tezlanuvchan bo'lgani uchun qo'yidagi tenglamalarga bo'ysunadi:

$$V = V_0 + gt$$

$$h = V_0 t + \frac{gt^2}{2};$$

bu erda h - balandlik. Agar boshlang'ich tezligi $V_0 = 0$ bo'lsa

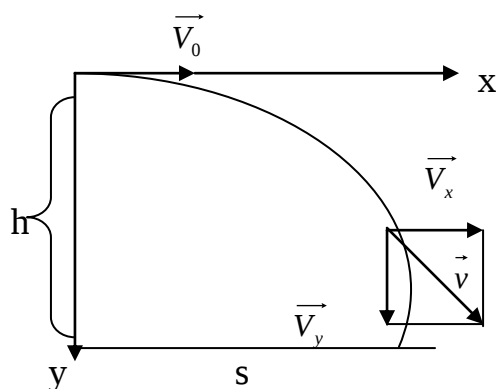
$$V = gt$$

$$h = \frac{gt^2}{2};$$

tenglama hosil bo'ladi.

Gorizontaal ottilgan jismning harakati.

Agar koordinatalar sistemasini rasmdagidek tanlasak, u holda jism tezligi proektsiyasi qo'yidagicha ifodalash mumkin.



11- rasm.

$$\left. \begin{aligned} V_x &= V_0 = \text{const} \\ v_y &= v_{0y} + gt = (v_0 = 0)gt \end{aligned} \right\};$$

Jismni x va y koordinatalarini vaqt funksiyasi sifatida olinsa

$$\left. \begin{aligned} x &= V_x t = V_0 t, \\ y &= \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \right\};$$

deb yozish mumkin. Bu tenglamalardan t ni yo'qotib, traektoriya tenglamasini topamiz.

$$y = \frac{gx^2}{2V_0^2} \Rightarrow k = \frac{g}{2V_0^2} \Rightarrow y = kx^2;$$

hosil bo'ladi. Bu koordinata boshidan o'tuvchi parabola tenglamasidir. Demak, gorizontal otilgan jism parabola bo'yicha harakat qiladi, jismning otilish balandligi h va uchish o'zokligi s ko'yidagi formula orqali topiladi:

$$h = \frac{gt^2}{2} \text{ - otilish balandligi}$$

$$S = V_0 t \text{ - uchish o'zokligi}$$

Biror balandlikdan gorizontal otilgan jismning t vaqtdan keyingi tezligi qo'yidagicha hisoblanadi:

$$v = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 + (gt)^2};$$

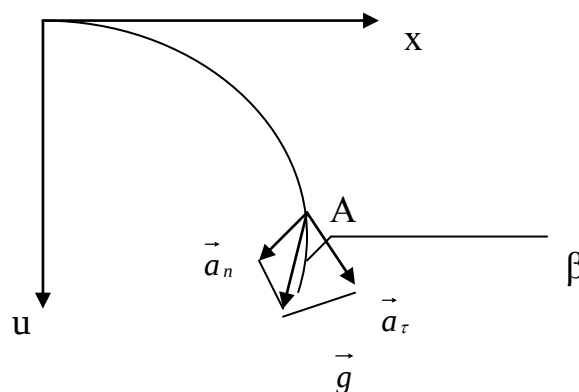
Burchak tezlik proektsiyalari orqali qo'yidagicha aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tga} &= \frac{V_y}{V_x} = \frac{gt}{V_0}, \\ \cos a &= \frac{V_x}{V} = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}} \end{aligned} \right\};$$

Markazga intilma va tangentsial tezlanishlar mos ravishda:

$$\left. \begin{aligned} a_n &= g \sin \beta, \\ a_r &= g \cos \beta, \end{aligned} \right\};$$

ekanligi kelib chiqadi.



12- rasn.

11- rasmdagi α va 12 – rasmdagi β burchaklar $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$ ga teng bo'lganligidan:

bo'ladi. Bularni a_n va a_T ga ko'ysak

$$a_n = \frac{gV_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}}, \quad a_T = \frac{g^2 t}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}}$$

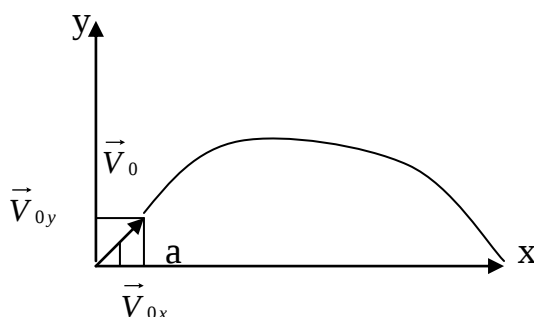
ifoda yuzaga keladi. Shuni takidlash kerakki, jism pastga tushgan sari bu tezlik kamayadi.

$$\vec{a}_n + \vec{a}_T = \vec{g} \text{ yoki } \sqrt{a_n^2 + a_T^2} = g \text{ bo'ladi.}$$

$$t = \infty, a_T = a = g, a_n = 0, t = 0, a_T = 0.$$

Gorizontga nisbatan burchak ostiga otilgan jism harakati.

sanoq sistemasini 13- rasmda ko'rsatilgandek tanlansa jism tezligini tashqil etuvchilari:



13-rasm.

$$\left. \begin{aligned} V_{0x} &= V_0 \cos a, \\ V_{0y} &= V_0 \sin a. \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} V_x &= V_{0x} = V_0 \cos a, \\ V_y &= V_{0y} - gt = V_0 \sin a - gt. \end{aligned} \right\}$$

Jismning x va u koordinatalarini vaqtning funktsiyasi sifatida qo'yidagi shaklda yozish mumkin.

$$\left\{ \begin{aligned} x &= V_x t = V_0 t \cos d, \\ y &= V_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = V_0 t \sin d - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \right.$$

Bundan t ni yo'qotib jismning traektoriyasini topish mumkin:

$$y = tgdx - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 a}$$

bu formuladagi x va x^2 oldidagi koeffitsientlar o'zgarmas, kattalik bo'lgani uchun ularni mos ravishda k va b orqali belgilasak, $y = kx - bx^2$ ifoda ko'rinishiga keladi.

Bu parabola tenglamasi, traektoriyaning eng yuqori nuqtasi $V_y = 0$, $V_0 \sin a - gt = 0$, bunda jism traektoriyasining eng yuqori nuqtasiga ko'tarilishiga

ketgan vaqt $t_k = \frac{V_0 \sin a}{g}$ ga tengligi kelib chiqadi. Jismning maksimal ko'tarilishi

$$h = V_{0y} t_k - \frac{gt_k^2}{2} = V_0 t_k \sin d - \frac{gt_k^2}{2} = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g} \text{ ga teng, ya'ni}$$

$$t_k = t_T = \frac{V_0 \sin d}{g}$$

shuning uchun gorizontali kiya otilgan jism erga $t = 2t_T = 2t_k$ vaqtdan so'ng kaytib

to'shadi, ya'ni $t = \frac{2V_0 \sin d}{g}$ ga teng bo'ladi. Jismning uchish o'zokligini

hisoblashda $S = V_x t = v_0 \cos d \cdot \frac{2V_0 \sin d}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2d}{g}$ ifodadan foydalaniladi. Agar jismning maksimal balandlikka ko'tarilish vaqti t_q ma'lum bo'lsa, eng yuqori nuqtaga ko'tarilish balandligi:

$$h = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g} = \frac{g^2 t_k^2}{2g} = \frac{gt_k^2}{2}.$$

Traektoriyaning eng yuqori nuqtasida tezlik vektori $\vec{V}$ uning yo'nalishini

aniqlaymiz. U joyda $V_y = 0$ bo'lgani uchun $\tan \beta = \frac{V_y}{V_x} = 0$, bundan $\beta = 0$ traektoriyaning eng yuqori nuqtasida jismning tezligi gorizontali yunaladi

$$V_{\min} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 d} = V_0 \cos d,$$

ga teng, ya'ni u minimal bo'ladi, tezlanish esa $a = a_n = g$ ga teng bo'ladi. Tushish nuqtasida tezlikning yo'nalishi va kattaligini aniqlaylik. Jism kaytib tushguncha ketgan vaqt t va $V_y = V_{0y} - gt = V_0 \sin a - gt$ ifodadan, tushish nuqtasida $V_y = -V_0 \sin a$ ekanini topamiz. Bu nuqtadagi tezlikni yo'nalishini aniqlovchi γ burchak qo'yidagi munosabatdan topiladi:

$$\tan \gamma = \frac{V_y}{V_x} = -\frac{V_0 \sin d}{V_0 \cos d} = -\tan d,$$

bundan $\gamma = -a$ ekanligi kelib chiqadi. Tushish nuqtasidagi jismning tezligi

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_0^2 \cos^2 d + V_0^2 \sin^2 d} = V_0,$$

bo'ladi. Troektoriyaning eng yuqori nuqtasining egrilik radiusi R qanday hisoblanishini ko'rib chikaylik. Bu nuqtada markazga intilma tezlanish erkin

tushish tezlanishga teng bo'ladi, ya'ni $a_n = g$. O'z navbatida $a_n = \frac{V_x^2}{R}$ bo'lganligidan, $V_x = \sqrt{gR}$ deb yozish mumkin. 13 – rasmdan foydalansak

$$\tan a = \frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \frac{V_{0y}}{V_x} = \frac{V_0 \sin a}{\sqrt{gR}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{gR}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Bundan

$$R = \frac{2h}{\tan^2 a},$$

topish mumkin.

Amaliy mashg'ulot. I- Mexanikaning fizik asoslari.

- Harakatlanayotgan moddiy nuqta (kattiq jismning massa markazi) Harakatining kinematik tenglamasi harakatning raidus-vektori $\vec{r}$ yoki o'tilgan yo'li $\vec{S}$ ning funktsiyasidan iborat:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) \text{ yoki } \vec{S} = \vec{S}(t) \quad (1)$$

- Barobar vaqtlar oraliqlarida har xil masofani o'tgan o'zgaruvchan harakat o'rtacha tezlik $\vec{g}_{yp}$, o'rtacha tezlanish $\vec{\alpha}_{yp}$, oniy tezlik $\vec{g}$ va oniy tezlanish $\vec{\alpha}$ lar bilan harakterlanadi:

$$\vec{g}_{yp} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \text{ yoki } g_{yp} = \frac{\Delta S}{\Delta t} . \quad (2)$$

$$\vec{g} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}, g = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}, \quad (2a)$$

$$\vec{a}_{yp} = \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t} \text{ yoki } a_{yp} = \frac{\Delta g}{\Delta t} \quad (3)$$

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{g}}{\Delta t} = \frac{d\vec{g}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

yoki

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta g}{\Delta t} = \frac{dg}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2} . \quad (3a)$$

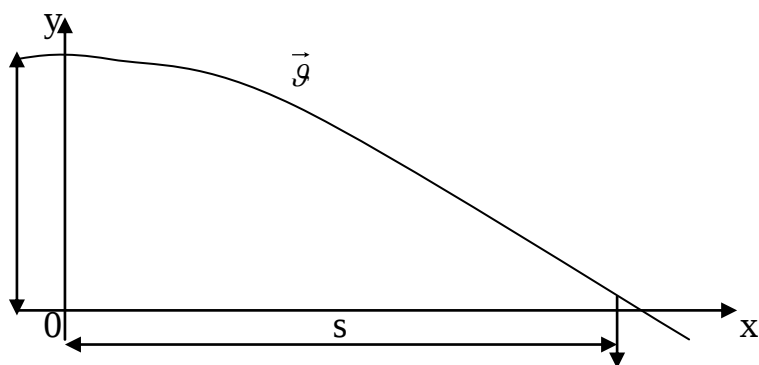
- Barobar vaqtlar oralig'ida bir xil masofani o'tgan to'g'ri chiziqli tekis harakat tezlik v bilan harakatlanadi:

$$g = \frac{s}{t}; s = gt . \quad (4)$$

Tezlik deb vaqt birligi ichida o'tilgan yo'lga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

- Barobar vaqtlar oralig'ida tezligining o'zgarishi doimiy qolgan to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatning tezlanishi qo'yidagiga tengdir:

$$\vec{a} = \frac{\vec{g}_1 - \vec{g}_0}{t} \quad (4a)$$



1-rasm

Tezlanish deb vaqt birligi ichida tezlikning o'zgarishiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

- To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakatning oniy tezligi v_1 va bosib o'tilgan masofasi S :

$$v_t = v_0 + at; s = v_0 t + \frac{at^2}{2}; s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} \quad (4b)$$

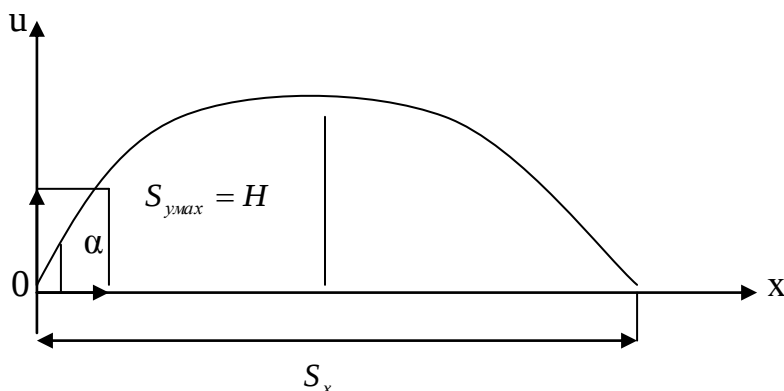
- *Erkin tushish*- Qismlarning Erning tortishish kuchi ta'siridagi (xavosiz muxitdagi) harakati bo'lib, tekis o'zgaruvchan tenglamalarida tezlanish α ni erkin tushish tezlanishi $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ bilan va yo'l s ni balandlik h bilan almashtirilsa, erkin tushish uchun qo'yidagi tenglamalar kelib chiqadi:

$$\left. \begin{aligned} g &= \frac{v_t - v_0}{t}; v_t = v_0 + gt; \\ h &= v_0 t + \frac{gt^2}{2}; h = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2g} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

- Egri chiziqli harakatga misol tarikasida gorizont va gorizontga kiyalatib otilgan jismning harakatini ko'rib chikamiz:

1. Jism h balandlikdan v_x tezlik bilan gorizont yo'nalishida otlsa, u paraboladan iborat egri chiziq bo'ylab harakatlanadi (1-rasm). Agar jismning erga tushish vaqti t bo'lsa, tezligining gorizont tashqil etuvchisi v_x o'zgarmas bo'lib, boshlang'ich tezliksiz ($v_{y0} = 0$) erkin tushishda olgan tezligining vertikal tashqil etuvchisi v_y tushish balandligi h va gorizont o'tgan yo'li s qo'yidagiga teng bo'ladi.

$$v_y = gt, h = \frac{gt^2}{2}, s = v_x \cdot t \quad (6)$$



2-rasm.

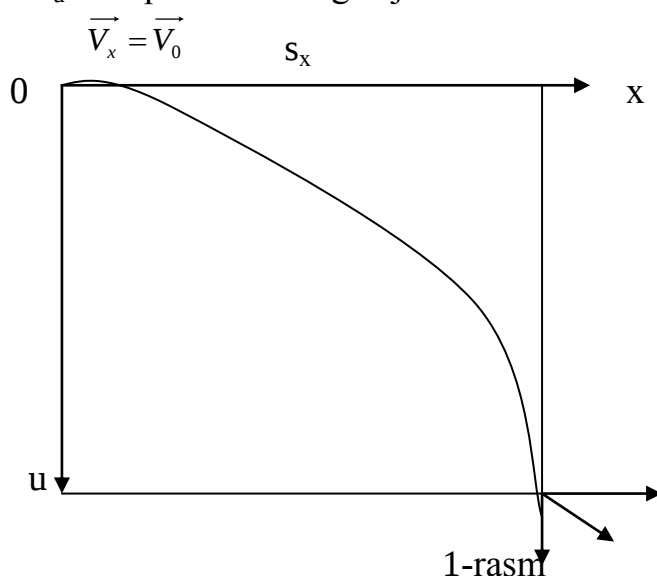
1- rasmdagi chizmadan jismning t vaqtdan keyingi tezligi v va jism traektoriyasining Er sirti bilan hosil qilgan burchagi α qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + g^2 t^2}; \quad (7)$$

$$\text{tga} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{g \cdot t}{v_x}; \quad \text{bundan} \quad \alpha = \arctg \frac{gt}{v_x}. \quad (8)$$

2. Gorizontga α burchak ostida kiyalatib v_0 tezlik bilan otilgan jismning harakat traektoriyasi ham paraboladan iborat bo'ladi. (2-rasm). Chizmadan:

Echilishi: Gorizontol otilgan toshning uchish masofasi s ni ikkita: gorizontol s_x va vertikal s_y tashqil etuvchilarga ajratamiz.



Harakatning mustaqillik printsiptiga binoan uchishning gorizontol va vertikal tashqil etuvchilari uchun qo'yidagi ikkita tenglamani yozamiz:

$$s_y = H = \frac{gt^2}{2}$$

$$s_x = g_x t = g_0 t$$

Bunda t toshning harakat vaqti bo'lib, uning son qiymatini vertikal uchish tenglamasidan aniqlaymiz:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16m}{9,8m/c^2}} = \sqrt{3,27c^2} = 1,81c.$$

Toshning harakat vaqti t ni bilgan holda uning erga tushishio'zokligi s_x ning son qiymatini aniqlaymiz:

$$s_x = g_0 \cdot t = 10m/c \cdot 1,81c = 18,1m.$$

toshning erga urilish tezligi v qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} = \sqrt{g_0^2 + 2gH}$$

Masalada berilganlarni o'rniga qo'yib hisoblasak:

$$g = \sqrt{g_0^2 + 2gH} = \sqrt{100m^2/c^2 + 2 \cdot 9,8m/c^2 \cdot 16m} = 20,3m/c.$$

Javob: $t = 1,81c$; $s_x = 18,1$; $g = 20,3m/c$.

7- Tekis aylanma harakat.

1- masala: Velosiped gildiragi $e = 0,65$ m da $N = 60$ marta tekis aylangan bo'lsa, g'ildirakning aylanish davri T , aylanish chastotasi ν , burchakli tezligi ω va velosipedchining harakat tezligi v topilsin. Velosiped gildiragining radiusi $R = 40$ sm ga teng.

Berilgan: $t = 0,5 \text{ min} = 30c$; $N = 60$; $R = 40 \text{ cm} = 0,4m$.

Topish kerak: $T = ?$, $\nu = ?$, $\omega = ?$, $v = ?$.

Echilishi: Aylanish davri qo'yidagi formuladan aniqlanadi:

1. Fazo nima?
2. Vaqtni tushuntiring.
3. Tekislikda, fazoda koordinatalar sistemasi qanday bo'ladi.
4. Fazoviy sanoq sistemaga ta'rif bering?
5. O'ng va chap koordinatani qanday aniqlash mumkin?
6. Kinematika harakatni qanday o'rganadi.
7. Moddiy nuqtaga ta'rif bering.
8. Ko'chishga ta'rif bering.
9. Traektoriya nima?
10. Moddiy nuqtaning fazodagi, tekislikdagi, to'g'ri chiziqdagi o'rni nechta koordinata bilan aniqlanadi.
11. Vektor kattalikga ta'rif bering.
12. Notekis harakatni ta'riflang.
13. Agar TU – 144 samolyotining tezligi 2500 kmG'soat bo'lsa, bu samolyot 6500 km masofani ko'nmasdan kancha vaqtda bosib o'tadi.
14. Avtomobil harakatlanish vaqtining birinchi yarmida $V = 60 \text{ km/coam}$ tezlik bilan, ikkinchi yarmida esa $V = 40 \text{ km/coam}$ tezlik bilan harakatlanadi. Avtomobilning yo'ldagi o'rtacha tezligini toping.
15. Tezlik nuqtasi nima?
16. Gadografni tushuntiring.
17. Markazga intilma tezlanish ifodasini yozing.
18. Tangentsial va normal tezlanish ifodalarini yozing.
19. Chiziqli tezlik bilan burchak tezlik orsadagi bog'lanishni ifodalang.
20. Tekis harakatni ta'riflang.
 - a) Tekis harakatda jismning tezligi vaqt bo'yicha o'zgaradi.
 - b) Jismning tezligi o'zgarmay tezlanishi o'zgaradigan harakat.
 - v) Jismning tezligi vaqt bo'yicha o'zgarmaydi.
 - g) B va V javoblar to'g'ri.
 - d) A va V javoblar to'g'ri.
21. Tekis tezlanuvchan harakatda yo'l formulasini toping.
 - a) $S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$
 - b) $S = V_0 t + \frac{at}{2}$
 - v) $S = Vt + \frac{at^2}{2}$
 - g) $S = Vt - \frac{at^2}{2}$
 - d) $S = V_1 t + \frac{at^2}{2}$
22. qanday harakat tekis aylanma harakat deyiladi?
 - a) Teng vaqtlar oralig'ida radiusning burilish burchagi o'zgarmay qoladigan harakat.
 - b) Radiusning burilish burchagi o'zgaradigan harakat.
 - v) Teng vaqtlar oralig'ida tezlanish o'zgaradigan harakat.
 - g) B va V javoblar to'g'ri.
 - d) to'g'ri javob yo'q.
23. Erning sutkalik aylanishida ekvator nuqtalarning chiziqli tezliklari qanday?
 - a) 4650 m/c
 - b) 465 m/c
 - v) 46,50 m/c
 - g) 4,650 m/c
 - d) 46500 m/c
24. Yuqoridagi masala shartiga asosan burchak tezlikni aniqlang.
 - a) $7,3 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
 - b) $73 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
 - v) $7,3 \cdot 10^{-8} \text{ C}^{-1}$
 - g) $7,3 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$
 - d) $7,3 \cdot 10^{-3} \text{ C}^{-1}$

1. Erkinlik darajasini ta'riflang.
2. Kattiq jism kachon 1, 2, 3, ta erkinlik darajalariga ega bo'ladi.
3. Umumlashgan koordinatalni ta'riflang.
4. Umumlashgan tezlik deb nimaga aytiladi.
5. Ideal kattiq jismga ta'rif bering.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Erkinlik darajalari va umumlashgan koordinatalar.
(1) 57-59 betlar.
2. Kattiq jismning ilgarillanma va aylanma harakati.
(1) 175-178 betlar.

2-asosiy savol: Oniy aylanish o'qi:

2-asosiy savolning maqsadi:

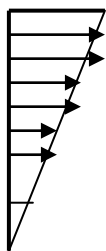
- a) Oniy aylanish o'qini tushuntiring.
- b) Tezliklar taqsimotini va tezlanishning yo'nalishini tushuntiring.

2-asosiy savolning bayoni:

Faraz qilaylik kattiq jism qo'zg'almas o'q atrofida aylanayotgan bo'lsin. U jismda tezliklarni qanday taksimlashni ko'z oldimizga keltirish uchun jismning aylanish o'qiga perpendiko'ryar ixtiyoriy tekislikda yotgan nuqtalari harakatlarini ko'rib chiqish etarlidir. Demak jismni yassi deb hisoblash mumkin. Jismning O nuqtasi qo'zg'almas bo'lib aylanish o'qi, o'sha nuqta orqali o'tadi. Jismning hamma boshqa nuqtalari markazi O nuqtada bo'lgan aylanalar bo'yicha harakat qiladi. Ularning tezliklari tegishli aylanalarning radiusiga proporsionaldir.

Tezliklarning kattaligi vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin lekin aylanish o'qi birday saqlanadi. Agar A va B kattiq jismning ixtiyoriy nuqtasi bo'lsa ular orasidagi masofa o'zgarmaydi shuning uchun

$$(\vec{r}_B - \vec{r}_A)^2 = \text{const}$$



Bu munosabatni vaqt bo'yicha differentsiallab $\vec{r}_{AB}$ qo'yidagini olamiz: $(\vec{r}_B - \vec{r}_A)(\vec{r}_B - \vec{r}_A) = 0$

$$\vec{r}_{AB} (\vec{v}_B - \vec{v}_A) = 0$$

Bunda $\vec{r}_{AB} = \vec{AB}$ faraz qilaylik vaqtning berilgan momentida jismda shunday nuqta mavjudki uning tezligi shu vaqt momentida nolga teng. O'sha nuqtani A nuqta deb qabul kalamiz, u vaqtda vaqtning berilgan momentida B nuqtaning vaziyati qanday bo'lsada

$$\vec{r}_{AB} \vec{v}_B = 0$$

bo'ladi. Bundan ko'rinadiki $\vec{v}_B$ tezlik $\vec{r}_{AB}$ ga perpendiqo'lyar ya'ni markazi A nuqtada joylashgan aylananing urinmasi bo'ylab yo'nalgandir. Kattiq jismning harakati vaqtda jismdagi har qanday to'g'ri chiziq to'g'ri chiziqligicha qoladi. Berilgan momentda A nuqta qo'zg'almas bo'lgani uchun shu momentda $\vec{v}_B$ tezlikning kattaligi B nuqtadan A nuqttagacha bo'lgan AB masofaga

Adabiyotlar:

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika ko'rsi. Mexanika. T. O'q. 1981 y.
2. S.P. Strelkov. Mexanika. Nauka. M. 1975 g.
3. S.E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' mexaniki. Nauka. M. 1971 g.

Mavzu: Galiley almashtirishlari. Ajratilgan vaqt- 4soat)

Asosiy savollar:

1. Inertsial va noinertsial sanoq sistemasi.
2. Galileyning nisbiylik printsipli.
3. Tezliklarni ko'shish.

Tayanch so'z iboralar:

Sanoq sistemasi	inertsial	qo'zg'almas sanoq sistemasi
Noinertsial	invariant	qo'zg'aluvchan sanoq sistemasi
Radius vektor	koordinata	tezliklarni ko'shish
Variant	tezlanish	nisbiylik tamoyili
Massa	tezlik	tezliklarni ko'shish
Kuch	vaqt	galiley almashtirishlari
Shtrixlangan	shtrixlanmagan	differentzial tenglamalar

Mavzuga oid muammolar:

1. Dinamikada sanoq sistemalarini tanlash muhim ahamiyatga ega.
2. Inertsial va noinertsial sanoq sistemalarini bir-biridan ajratish.
3. Geotsentrik va ionernik sistemalarini bir-biridan ajrata bilish.
4. Eynhteynning nisbiylik nazariyasidan Galileyning nisbiylik printsipli farq qiladimi.
5. Bir sanoq sistemadan ikkinchi sanoq sistemaga o'tganda koordinata va vaqt qanday o'zgarishini bilasizmi?
6. Nyuton mexanikasining tenglamalari Galileyli almashtirishlariga nisbatan invariant ekanligini isbotlang.
7. Galileyli almashtirishlarida tezliklar qanday ko'shiladi.
8. Nyuton mexanikasi tenglamalari Galileyli almashtirishlariga nisbatan invariantmi yoki yo'qmi?

1-asosiy savol: Inertsial va noinertsial sanoq sistemasi:

1-asosiy savolning maqsadi:

- a) Inertsial sanoq sistemasini tushuntiring.
- b) Noinertsial sanoq sistemasini tushuntiring.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Sanoq sistemasini biladi.
2. Inertsial sanoq sistemasiga ta'rif bera oladi.
3. Inertiya qonunini ta'riflay biladi.
4. Geliotsentrik va kopernik sistemasini tushunadi.

1-asosiy savolning bayoni:

Kinematikada sanoq sistemasini tanlash muxim emas edi. Barcha sanoq sistemalari kinematik ekvivalent hisoblanadi. Dinamikada axvol bunday emas.

b) Almashtirish invariant ekanligini ko'rsatish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Nisbiylik printsipini ta'riflay oladi.
2. Almashrsh tenglamalarini yoza oladi.
3. Teskari almashtirish formulalarni yoza oladi.
4. Nyuton mexanikasining tenglamalari Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant kattaliklarining ta'rifini biladi.
5. Variant va invariant kattaliklarining ta'rifini biladi.

2-asosiy savolning bayoni:

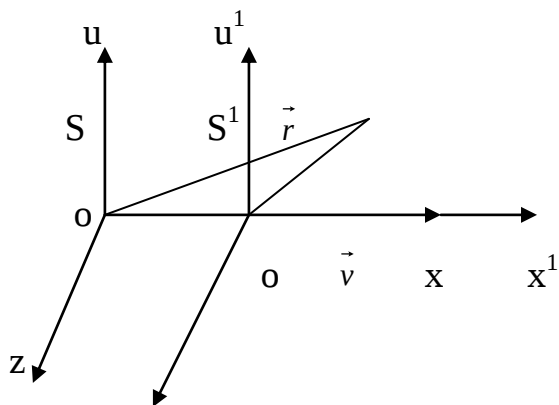
Nyutonning ikkinchi konuini ifodalovchi

$$m\vec{a} = \vec{F} \quad (1)$$

tenglama bu qonunning istalgan sanoq sistemasida o'rinli bo'la olmasligini aniq ko'rsatadi. Haqiqatdan ham, umuman a tezlanish bir – biriga nisbatan tezlanish bilan harakatlanadigan turli sanoq sistemalarida turlicha qiymatlarga ega bo'ladi. $\vec{F}$ kuch esa sanoq sistemasini tanlashga bog'liq bo'lmaydi, chunki u faqat sistemaga kirgan moddiy nuqtalarning o'zaro joylashishi va nisbiy tezliklari bilan aniqlanadi. Bu kattaliklar esa norelyativistik kinematikaga asosan sanoq sistemasining tanlanishiga bog'liq emas. Bu erdan agar Nyutonning ikkinchi qonuni biror sanoq sistemasida o'rinli bo'lsa, u shu sanoq sistemaga nisbatan tezlanish bilan harakatlanayotgan boshqa sanoq sistemada o'rinli bo'lmaydi, degan xulosa kelib chiqadi.

Sanoq sistemasini inertsial sanoq sistemasi deb faraz qilaylik. Birinchi sanoq sistemaga $\vec{V}$ o'zgarmas tezlik bilan ilgarilanma harakat qilayotgan S^1 sanoq sistemasini qarab chikamiz. Moddiy nuqtaning bu sistemalardan biridagi, masalan s sistemadagi harakati ma'lum bo'lsin. shu nuqtaning S^1 sistemasidagi harakati qanday topiladi. Masalan norelyativistik qo'yilganda S^1 sistemada harakatlanayotgan nuqtaning x^1, y^1, z^1 , koordinatalari uning ayni bir vaqt momentida S sistemadagi x, u, z, koordinatalari orqali ifodalovchi formulalarni topishiga keltiramiz.

Koordinata boshini va koordinata o'qlarining yo'nalishini S sistemasida qanday bo'lsa, S^1 sistemada ham shunday ixtiyoriy tanlash mumkin. Soddalik uchun x^1, y^1, z^1 , koordinata o'qlari x, u, z, koordinata o'qlariga mos ravishda parallel va boshlang'ich $t = 0$ vaqt momentida O^1 koordinata boshi O koordinata boshi bilan ustma – ust to'shadi deb qabul qilish mumkin.



Bundan tashqari V tezlik X o'qiga parallel deb hisoblash mumkin. Bunday sharoitda x^1 o'qi doim x o'qi bilan ustma - ust to'shadi. Harakatdagi nuqta t vaqt momentida M holatda bo'lsin.

U vaqtda $\vec{OM} = \vec{O^1M} + \vec{OO^1}$ S^1 sistemaning koordinata boshi t vaqtda O holatidan O^1 holatga o'tadi.

$$z^1 \quad \overrightarrow{OO^1} = \vec{v} \cdot t$$

$$\vec{r} = \vec{r}^1 + \vec{v}t \quad t = t^1 \quad (2)$$

Bu erda $\vec{r} = \overrightarrow{OM} \cdot r^1 = \overrightarrow{O^1M}$ harakatidagi nuqtaning mos ravishda S va S^1 sistemalardagi radiusi vektorlari (2) ning koordinata o'qlarigi proektsiyalarini yozamiz.

$$x = x^1 + vt^1 \quad y = y^1 \quad z = z^1 \quad t = t^1 \quad (3)$$

Teskari almashtirish formulalari.

$$r^1 = \vec{r} - \vec{v}t \quad t^1 = t \quad (4)$$

ko'rinishda yoki koordinatalar orqali yozilsa

$$x^1 = x - vt \quad y^1 = y \quad z^1 = z \quad t^1 = t \quad (5)$$

ko'rinishda bo'ladi. Bo'lar Galiley almashtirishlari deb ataladi. «Sekin harakatlarni» ($v \ll c$) o'rganishda Galiley almashtirishlaridan foydalanish mumkin. «Tez harakatlar» uchun bunday qilish mumkin emas.

Muhokama uchun savollar:

- 2.1. Nyutonning qonunlarini ifodalovchi tenglamalar istalgan sanoq sistemasida o'rinni yoki o'rinni emasmi?
- 2.2. nisbiylik printsiptini qanday tushunasiz?
- 2.3. Almashtirish tenglamalari haqida nima deya olasiz?
- 2.4. Norelyativistik harakat tenglamalari Galileyli almashtirishlariga nisbatan invariantmi?

3-asosiy savol: Tezliklarni ko'shish:

3-asosiy savolning maqsadi:

a) Tezliklarni ko'shish tenglamasini tushuntiring.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Galiley almashtirishlarini biladi.
2. Tezliklarni ko'shish tenglamasini yozadi.
3. Tezliklarning invariant ekanligini biladi.
4. Harakat miqdorining almashtirish tenglamalarini biladi.
5. Energiyaning saqlanish qonunini invariant ekanini biladi.

3-asosiy savolning bayoni:

(2) ni t vaqt bo'yicha differentsiallab

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt} + \vec{V} = \frac{d\vec{r}}{dt} + \vec{V}^1 \quad \text{yoki} \quad \vec{V} = \vec{V}^1 + \vec{V} \quad (6)$$

bu erda $\vec{V}$ - nuqtaning S sistemasidagi $\vec{V}^1$ - esa S^1 dagi tezligi. Bu formula tezliklarni ko'shishning norelyativistik qonunini ifodalaydi. Bu erda $\vec{V}$ tezlik o'zgarmas deb taxmin qilingan holda keltirib chiqaramiz.

$\vec{V} = \text{const}$ deb hisoblab formulani ikkinchi marta differentsiallab

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d\vec{V}^1}{dt} = \frac{d\vec{V}^1}{dt^1} \quad \text{yoki} \quad \vec{a} = \vec{a}^1 \quad (7)$$

Demak, tezlanish ikkala sanoq sistemasida bir xil. Tezlanish Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant deyiladi.

Erkin moddiy nuqta S sistemadan, u inertsial sistema deb taxlil qilganidan, tezlanishsiz harakat qiladi. (7) formula nuqtaning S^1 gi harakati ham tezlanishsiz bo'lishini ko'rsatadi.

Demak S^1 sistema ham inertsial sanoq sistemasi hisoblanadi. Shunday qilib, inertsial sanoq sistemasiga nisbatan to'g'ri chiziqli va tekis harakatlanadigan sanoq sistemasini o'zi ham inertsial sanoq sistemasi hisoblanadi.

$\vec{F} = \vec{F}^1$ dan kuch Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantdir. Tezlanish ham invariant bo'lganidan (1) tenglamadan $m\vec{a}^1 = \vec{F}^1$ sunday qilib, Nyuton mexanikasining tenglamalari Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantdir. Bu Galileyning nisbiylik printsipti deb ataladi.

Muhokama uchun savollar:

Tezliklarni ko'shish tenglamasi qanday keltirib chiqariladi?

Tezliklar Galileyli almashtirishlariga nisbatan qanday kattalik hisoblanadi?

Tezlanish, kuch Galileyli almashtirishlariga nisbatan invariantmi yoki variant kattaliklarmi?

Umuman Nyuton mexanikasi tenglamalari Galileyli almashtirishlariga nisbatan qanday kattalik hisoblanadi?

Mavzu bo'yicha echimini ko'tayotgan ilmiy muammolar:

1. Bizga ma'lumki energiyaning saqlanish qonuni Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant hisoblanadi. Boshqa saqlanish qonunlari Galileyli almashtirishlariga nisbatan qanday bo'lishligini ilmiy jihatdan asoslash kerak.
2. Galileyli almashtirishlarini keltirib chiqarishda hamma sanoq sistemalarida vaqtni absolyut va o'zgarmas deb hisoblanadi. Aksincha Galileyli almashtirishlari qanday bo'ladi.

Nazorat topshiriqlari.

1. Sanoq sistemasiga ta'rif bering.
2. Inertsia sanoq sistemasini ta'riflang.
3. Inertsial sanoq sistemasidan noinertsial sanoq sistemasining farqini aytib bering.
4. Inertsia qonunini ta'riflab bering.
5. Qanday sistema Geliotsentrik sistemasi deyiladi.
6. Nisbiylik printsiptini tushuntiring.
7. Galileyning nisbiylik printsipti bilan Eynshteyning nisbiylik printsipti orasida farq bormi?
8. Koordinatalarni almashtirish tenglamalarini yozing.
9. Tezlanish, kuch Galiley almashtirishiga nisbatan invariantmi.
10. Variant va invariant kattaliklarni ta'riflang.
11. Galiley almashtirishlarni ifodalang.
12. Tezliklarni ko'shish tenglamalarini yozing.
13. 15 m/c tezlik bilan harakatlanayotgan elektron poezddagi yo'lovchi qarama-qarshi yo'nalishida harakatlanayotgan uzunligi 210 m bo'lgan poezd uning yonidan $6,0 \text{ c}$ ichida o'tib ketganini aniqladi. Shu poezdning tezligini toping.

14. Agar bir yo'nalishida harakatlanganda piyoda har minutida velosipedchidan $S_1 = 210_m$ ortda kolib qarama - qarshi yo'nalishida o'sha tezliklar bilan harakatlanganda esa har 2 – minutda ular orasidagi masofa $S_2 = 780_m$ ga kamaysa, velosipedchi va piyodaning tezliklarini aniqlang.

Adabiyotlar:

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi. Mexanika. Toshkent. O'qituvchi. 1981 y.
2. S.P. Strelkov. Obhiy ko'rs fiziki. Mexanika. Moskva. Nauka. 1975 g.
3. S.E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' mexaniki. Moskva. Nauka. 1971 g.

Mavzu: Lorents almashtirishlari. (ma'ruza 6 soat)

Ma'ruzaning rejasi:

1. Yorug'lik tezligining doimiyligi haqidagi postulat.
2. Lorents almashtirishlar.

Tayanch so'z iboralari:

Galiley almashtirishlari	koordinata
Lorents almashtirishlari	hodisa
Nisbiylik printsiplari	bir vaqtlik
Yorug'lik tezligi	bir jinsli
Postulat	sfera
Fazo va vaqt	radius
Manba	koordinatalarni almashtirish
qabul qilgich	tezliklarni ko'shish
Efir	
Absolyut sanoq sistema	

1-asosiy savol: Yorug'lik tezligining doimiyligi haqidagi postulat:

1-asosiy savolning maqsadi:

- a) Yorug'lik tezligining doimiyligi haqidagi postulotni tushuntiring.
- b) Ikki hodisaning bir vaqtligini tushuntiring.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Yorug'lik tezligini kim tamondan aniqlanganligini biladi.
2. Yorug'likning vako'umdagi tezligini biladi.
3. Enshteyinning ikki postulotini biladi.
4. Ikki hodisaning bir vaqtligi nisbiy ekanligini biladi.

1-asosiy savolning bayoni:

Yorug'likning tabiatini va uning fazoda tarqalish qonuniyatlarini o'rganish o'tgan asr fiziklarining asosiy problemalaridan biri bo'lib qoldi. Yorug'likning tezligini birinchi marta Daniyalik olim Ryomer tarkibiy hisobladi.

Aytaylik yorug'likni tashuvchi muxit yoki efer Quyosh bilan bog'liq. U holda yorug'likning erdagi tezligi, quyosh bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar sistemasiga nisbatan Erning harakat tezligiga bog'liqdir. Agar yorug'likning qonuniga asosan Erning harakat yo'nalishi bo'yicha $c-v$ tengbo'lishi kerak. a qarama – qarshi yo'nalishi bo'yicha esa $c+v$ Erning Harakat tezligi $V = 30km/sec$, oddiy Mexanikada kuzatilgan harakat tezliklaridan juda ham katta ammo Shu

aytganda bir vaqtiylik hodisasi nisbiydir. Bundan ko'rinadiki ikki hodisa oralig'idagi ro'y beradigan vaqt oralig'i sanoq sistemasiga bog'liq ekan. Shuni qayd qilish muhimki yuqoridagi aytilganlarning hammasi kaytuvchidir: ya'ni V sistemadagi bir vaqtiylik hodisasi qayd qilinsa u holda A sistemada u boshqacha bo'ladi.

B	m	o^1	m^1
A	o		
B	m	o^1	m^1
A	n	o	n^1

Bunda V sistemadagi $MO^1 = O^1MA$ sistemadagi esa $on \langle on^1$ bo'lganda A va V sistemadagi O va O^1 nuqtalar Δt vaqtida joydan qo'zg'almaydi. U holda qayd qilingan hodisa A sistemasidagi V sistemada ham Shunday bo'ladi.

Nazorat topshiriqlari:

1. Yorug'likning tezligi kim tomonidan aniqlangan.
2. Yorug'likning vako'umdagi tezligi nechaga teng.
3. Yorug'likning tezligini doimiyliqi haqidagi ikki postulotni ta'riflang.
4. Ikki hodisaning bir vaqtililigini tushuntiring.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Yorug'lik tezligini doimiyliqi.
 - (1) 515-516 betlar.
 - (2) 235-246 betlar.
2. Hodisaning bir vaqtiyligi.
 - (1) 516-518 betlar.
 - (2) 240-246 betlar.

2-asosiy savol: Lorents almashtirishlari:

2-asosiy savolning maqsadi:

a) Lorents almashtirishlarni tushuntiring

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Koordinatani almashtirish tenglamalarini biladi.
2. Vaqtni almashtirish formulasini biladi.
3. Lorents almashtirishlarini biladi.
4. Lorents almashtirishlaridan Galiley almashtirishlariga o'ta oladi.

2-asosiy savolning bayoni:

Endi bir inertsial sanoq sistemasidan ikkinchi sanoq sistemasiga o'tganda vaqtning va koordinataning almashtirishlarini ko'rib chiqishimiz mumkin. Yuqorida aytilganidek A va V sistemani bir xil deb olamiz va Uzunlik, vaqtning masshtabi bir xildir. $t = t^1 = 0$ da X va X^1 ust ma ust tushuvchi o'qlarda yo'nalgan. V sistema A sistemaga nisbatan tezlik bilan harakatlansin va bunda aytaylik $t = t^1 = 0$ momentda koordinata boshida chaqnash ro'y bersin u holda biror t vaqt o'tgandan so'ng A sistemadan yorug'lik s t radiusi sferaning nuqtasida joylashadi va xuddi Shunday

$$\gamma = (1 - \frac{v^2}{c^2})^{-1/2}$$

(8) Lorents almashtirishlari.

(8) dan $v \ll c$ da Lorents almashtirishlari Galiley almashtirishlariga o'tadi. (8)ni A sistema koordinatalariga nisbatan echib, V dan A ga teskari almashtirishlarini topish mumkin.

$$\begin{aligned} t &= \gamma(t^1 + \frac{v_x^1}{c}) \\ x &= \gamma(x^1 + vt^1) \\ y &= y^1 \quad z = z^1 \\ \gamma &= (1 - \frac{v^2}{c^2})^{-1/2} \end{aligned}$$

(9)

Nazorat topshiriqlari:

1. Koordinatalarni almashtirish tenglamalarini yozing.
2. Vaqtni almashtirish tenglamalarini ifodalang.
3. Lorents almashtirishlarini tushuntiring.
4. qanday Sharoitda Lorents almashtirishlari Galiley almashtirishlariga

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Lorents almashtirishlari.

(2) 519-520 betlar.

(3) 274-277 betlar.

Adabiyotlar.

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika ko'rsi. Mexanika. O'qituvchi. 1981 y.
2. S.P. Strelkov. Obhiy ko'rs fiziki. Mexanika. Moskva. Nauka. 1975 g.
3. S.E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' mexaniki. Moskva. Nauka. 1971 g.

Mavzu: Lorents almashtirishlaridan kelib chiqadigan xulosalar.
(ma'ruza 4 soat)

Ma'ruzaning rejasi:

1. Bir vaqtlilikning nisbiyligi.
2. Harakatlanayotgan jism uzunligining qisqarish formulasi.
3. Harakatlanayotgan soatlar yurishining sekinlashuvi.
4. Tezliklarni ko'shish (almashtirish).

Tayanch so'z va iboralar:

Koordinata	harakatdagi sterjen	tinch to'rgan sterjen
Vaqt	yorug'lik nuri	haraktlanuvchi soatlar
Almashtirishlar	nisbiylik	tinch to'rgan soatlar
Hodisa	tezliklar modeli	tezliklarni ko'shish
CHaqnash	orttirma	

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1-asosiy savolning maqsadi:

- a) Bir vaqtlilikning nisbiyligini tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Bir vaqtlilik nima ekanligini biladi.
2. Bir vaqtlilik nisbiy ekanligini biladi.

1-asosiy savolning bayoni:

Koordinata va vaqtning bir – biriga bog'liqligidan, Lorents almashtirishlarini analiz qilish kator muhim xulosalarga olib keladi. Bu almashtirishlarni ortirma ko'rinishda ezamiz.

$$\begin{aligned}
 &1) \text{ u} \quad 2) \Delta t = \gamma(\Delta t^1 + \frac{v}{c^2} \Delta x) \\
 &3) \Delta x^1 = \gamma(\Delta x - v\Delta t) \quad 4) \Delta x = \gamma(x^1 + v\Delta t^1) \quad (1) \\
 &5) \Delta y^1 = \Delta y \quad 6) \Delta z^1 = \Delta z
 \end{aligned}$$

Lorents almashtirishlaridagi (8) va (9) formulalar chiziqli bo'lganligidan ular o'tirmalar uchun ham o'rinalidir.

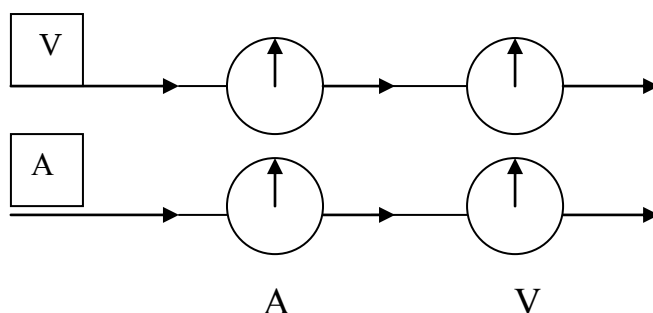
Oldin biz bir vaqtlilik haqida sifat jihatdan muloxazalar yuritgan edik. qaralayotgan turli inertsial sanoq sistemasida uni vaqtning farqi sifatida miqdoriy jihatdan baxolash mumkin. Aytaylik, A sistemada ikkita hodisa bir biridan Δx masofada bir vaqtda ro'y bersin bunda $\Delta t = 0$. V sistema uchun Δt^1 qanday

bo'ladi? (1) dagi $\Delta t = 0$ ni qo'yib $\Delta t^1 = -\gamma \frac{v}{c^2} \Delta x$ (2)

Haqiqatdan ham A sistemadagi bir vaqtlilik V sanoq sistemasida turli vaqt momentlarida registratsiya qilinadi. Katta koordinata X larda yuz beruvchi hodisa V sanoq sistemada oldinroq ro'y beradi. Tezlik V va koordinata Δx ning ortishi bilan hodisaning ro'y berishi ortadi. Xuddi Shunday V sanoq sistemasidagi bir vaqtlilik hodisasi $\Delta t^1 = 0$ va $\Delta x^1 \neq 0$ xol uchun A sanoq sistemasida biror Δt vaqtda ro'y beradi.

$$\Delta t = \gamma \frac{v}{c^2} \Delta x^1 \quad (3)$$

bunda ham hodisa harakatlanayotgan sistemada tezroq ro'y beradi. Buni A va V sistemadagi soatlarning sinxron yurmasligi orqali tushuntirish mumkin.



A sanoq sistemada bir biridan Δx masofada joylashgan a va v soatlarni olaylik. Bu erda V sanoq sistemadagi soatlar A sanoq sistemadagi soatlarga nisbatan V tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. Vaqtning biror momentida A sanoq sistemasida joylashgan a va v soatlarning qarama – qarshisida, harakatlanayotgan V sistemadagi soatlarning vaziyatini aniqlaylik, bunda harakatlanayotgan soatlar A sistemadagi soatlarga qaraganda (2) ga asosan orqada kolayotganini ko'ramiz. Xuddi Shunday xol Δx^1 masofa joylashgan V sistema uchun ham o'rinalidir.

Nazorat topshiriqlari:

1. Vaqtlilik deganda nimani tushunasiz?
2. Vaqt koordinata bilan qanday bog'langan?
3. Bir vaqtlilikning nisbiyligini tushuntiring.
4. Lorents almashtirishlari tenglamasini ifodalang.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ish:

1. Bir vaqtlilikning nisbiyligi.
[1] 521-522

2-asosiy savol: Harakatlanayotgan jism uzunligining qisqarish formulasi.**2-asosiy savolning maqsadi:**

- a) Harakatlanayotgan jism uzunligini qisqartirishni tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Harakatlanayotgan V sanoq sistemaga nisbatan A sanoq sistemasida jismning uzunligini aniqlay oladi.
2. Harakatlanayotgan sterjenning uzunligini qisqartirish formulasini biladi.

2-asosiy savolning bayoni:

Aytaylik V sanoq sistemada $l_0 = \Delta x^1$ kesma ajratilgan bo'lsin. Buni x^1 o'qida joylashgan sterjen uzunligi deb qarash mumkin. V sanoq sistemasidagi bu kesmaning uzunligini o'lchash oddiy, ya'ni o'nga o'lchov lineykasini qo'yib unda sterjenning oxirini belgilash kerak. Harakatlanayotgan A sanoq sistemasida bu sterjenning uzunligini qanday o'lchash mumkin? Buni Shunday qilish mumkin. Vaqtning bir xil momentida A sistemada $l = \Delta x$ kesmaning uzunligi x o'qida belgilab olish kerak, aytaylik bu kesma $l_g = \Delta x$ bo'lsin $\Delta t = 0$ vaqtda $l_0 = \Delta x^1$ va $l_g = \Delta x$ orasidagi bog'lanishni topish kerak. (1) ning 3 tenglamasidan

$$\Delta x^1 = \gamma \Delta x \quad l_g = \frac{l_0}{\gamma} \quad (4)$$

bu erda l_0 – tinch to'rgan sterjenning (V sistemadagi) uzunligi, l_g – Shu sterjenning harakatdagi (A sistemadagi) uzunligi. Tinch to'rgan sterjenning uzunligi, harakatdagi sterjenning uzunligidan katta, shuning uchun $\gamma > 1$ yoki Harakatdagi sterjenning uzunligi bo'yicha kiskaradi deyish mumkin. Xuddi Shunday muloxazani tinch to'rgan A sistemadagi uzunlik uchun ham yuritish mumkin.

Bundan $\Delta x = l_0$ deb $\Delta t^1 = 0$ deb aniqlanadi. (1) ning 4 tenglmasidan

$$\Delta x = \gamma \Delta x^1 \quad l_g = \frac{l_0}{\gamma} \quad (5)$$

Harakatdagi sterjenning kichik uzunlikka ega bo'ladi.

Nazorat topshiriqlari:

1. Harakatdagi sterjenning uzunligining qisqarish formulasini yozing.
2. Sterjen o'zgaras V tezlik bilan harakatlanmokda. Uning qo'zg'almas sistemadagi uzunligi $L_1 = 3,0 \text{ m}$, sterjen bilan bog'liq bo'lgan sistemada esa

3.0,8s tezlik bilan harakatlanayotgan kosmik kema-dagi soat Erdagi soatdan kancha orqada qoladi?

4.Lorents almashtirishlarini tushuntiring.

3-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1.Harakatlanayotgan soatlarning sekinlashuvi

[2] 523-526

[3] 259-274

4-asosiy savol: Tezliklarni almashtirish (ko'shish)

4-asosiy savolning maksidi:

A. Tezliklarni almashtirishni tushuntirish.

Identiv o'qo'v mvksadlari:

1.Tezliklarni ko'shishni biladi.

2.Tezliklarni almashtirish relyativistik tanglama ekanligini biladi.

3.Galiley almashtirishlaridagi tezliklarni ko'shishni eslaydi.

4-asosiy savolning bayoni:

Aytaylik V sistemada zarracha $U'(U'_x U'_y U'_z)$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. V sistemadagi tezlik odatdagidek aniqlanadi.

$$\vec{U}' = \frac{d\vec{r}'}{dt'} \left(\frac{dx'}{dt'} : \frac{dy'}{dt'} : \frac{dz'}{dt'} \right)$$

Bu erda $\vec{r}'(x'y'z')$ -V sistemadagi radius vektori.

A sistemadagi zarrachaning tezligi qanday bo'ladi?

Uni qo'yidagicha aniqlash kerak bo'ladi.

$$\vec{U} = \frac{d\vec{r}}{dt} \left(\frac{dx}{dt} : \frac{dy}{dt} : \frac{dz}{dt} \right)$$

Bu erda $r(xyz)$ -A sistemadagi radius vektori.

(1)tenglamani differentsial ko'rinishda yozamiz.

$$dt' = \gamma \left(dt - \frac{v}{c^2} dx \right)$$

$$dx' = \gamma (dx - v dt) \quad (8)$$

$$dy' = dy \quad dz' = dz$$

va bu tengsizlikni hisobga olgan holda, tengsizliklarning qo'yidagicha yozish mumkin.

$$U'_x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{\gamma(dx - v dt)}{\gamma \left(dt - \frac{v}{c^2} dx \right)} = \frac{U_x - v}{1 - \frac{U_x v}{c^2}} = \delta(U_x - v)$$

$$U'_y = \frac{dy'}{dt'} = \frac{dy}{\gamma \left(dt - \frac{v}{c^2} dx \right)} = \frac{U_y}{\gamma \left(1 - \frac{U_x v}{c^2} \right)} = \frac{\delta}{\gamma} U_y$$

$$U_2' = \frac{dz'}{dt'} = \frac{\delta}{\gamma} U_z \quad (9)$$

bu erda

$$\delta = \left(1 - \frac{U_x V}{c^2}\right)^{-1} \quad (10)$$

bu erda ham

$$\gamma^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = 1$$

xuddi Shunday yo'l bilan A sistemada harakatlanayotgan zarrachaning tezligini topish mumkin.

$$U_x = \delta''(U_x' + v) \quad U_y = \frac{\delta'}{\gamma} U_y' \quad U_z = \frac{\delta''}{\gamma} U_z' \quad (11)$$

bu erda

$$\delta' = \left(1 - \frac{U_x V}{c^2}\right)^{-1}$$

(9)va(11) taqqoslab

$$\delta \delta' = \gamma^2$$

Oldindan Shu narsani qayd qilishimiz mumkinki, bunda tezliklarni almashtirish qonuni Nyuton mexanikasidagi tezliklarni ko'shish qonunidan tubdan farq qiladi.

$V \ll C$ da Galiley almashtirishlarida

$$U_x = U_x' + V \quad U_y = U_y' \quad U_z = U_z'$$

Lorents almashtirishlarida tezliklarning X o'qi bo'yicha yig'indisi U_x' , V va S larga bog'liq bo'lgan δ' kattaliklarga ko'paytiriladi. u va Z o'qlari bo'yicha tezliklarning tashqil etuvchilari ham o'zgaradi $dp \neq dt'$

Agar v sistemada yorug'lik tezligi $U_x = c$ bo'lsa u holda A sistemada tezlik $U_x = c$. Haqiqatdan ham (11) ga asosan

$$U_x = \frac{U_x' + V}{1 + \frac{U_x' V}{C^2}} = \frac{C + V}{1 + \frac{V}{C}} = C$$

Agar yorug'lik nuri V sistemada y' o'qi bo'yicha tarkalsa, u holda (11) dan $U_y' = c$ $U_x' = 0$ $U_z' = 0$ deb qarab A sistemadagi tezlikni topamiz

$$U_y = \frac{C}{\gamma} \quad U_x = V \quad U_z = 0$$

Tezlik kattaligi esa

$$\sqrt{U_x^2 + U_y^2} = C \quad (11)$$

ga asosan A sistemada yorug'lik X o'qi bilan hosil qilgan φ burchagi qo'yidagi formula bilan aniqlanishini ko'rsatish mumkin:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi^1}{\gamma \left(\cos \varphi^1 + \frac{v}{c} \right)}$$

Bu erda φ^1, x^1 o'q bilan V sistemada hosil qilgan burchagidir. A va V sistemadagi tezliklar modeli orasidagi bog'lanishni qo'yidagicha yozish mumkin.

$$U^2 = U_x^2 + U_y^2 + U_z^2 \quad U_1^2 = U_x^{12} + U_y^{12} + U_F^{12}$$

U holda (9) ga asosan

$$U^{12} = b^2 \left[(U_x - V)^2 + \frac{1}{\gamma^2} (U_y^2 + U_F^2) \right] \quad (14)$$

$1 - \frac{\varphi^{12}}{C^2}$ kattalik hisoblaymiz.

$$\begin{aligned} 1 - \frac{\varphi^{12}}{C^2} &= b \left[\frac{1}{b^2} - \frac{1}{C^2} (U_x - V)^2 - \frac{1}{C^2 \gamma^2} (U_y^2 + U_F^2) \right] = \\ &= b^2 \left[\left(1 - \frac{U_x V}{C^2} \right)^2 - \frac{1}{C^2} \left(1 - \frac{V^2}{C^2} \right) (U_y^2 + U_F^2) \right] = b \left(1 - \frac{V^2}{C^2} \right) \left(1 - \frac{U^2}{C^2} \right) = \frac{b^2}{\gamma^2} \left(1 - \frac{U^2}{C^2} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

Buni qo'yidagichi qisqacha yozish mumkin:

$$b\alpha^1 = \gamma\alpha \quad (16)$$

bu erda $\alpha = \left(1 - \frac{V^2}{C^2} \right)^{-1/2} \quad \alpha^1 = \left(1 - \frac{U^{12}}{C^2} \right)^{-1/2} \quad (17)$

(13) ni hisobga olgan holda, qo'yidagini ko'rsatish mumkin.

$$b^1\alpha = \gamma\alpha^1$$

Nazorat topshiriqlari:

1. Tezliklarni ko'shish tenglamasini ifodalang.
2. Galiley almashtirishlaridagi tezliklarni ko'shish ifodasini yozing.
3. Nyuton Mexanikasidagi tezliklarni ko'shish qonuni, tezliklarni almashtirish qonunidan farq qiladimi?
4. Lorents almashtirishlaridan foydalanib tezliklarning ko'shishning relyativistik qonunini keltirib chiqaring.
5. Erga tamon V tezlik bilan Harakatlanayotgan yuldo'z tamonidan nurlantirayotgan foton Erga C+V tezlik bilan emas, balki C tezlik bilan yaqinlashishini isbotlang.

4-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

Tezliklarni almashtirish.

[2] 526-528

Adabiyotlar:

1. S.P. Strelkov. Obhiy ko'rs Fiziki. Mexanika. Moskva. Nauka. 1975g.
2. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika ko'rsi. Mexanika. Toshkent. O'qituvchi. 1981y.
3. S.E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' mexaniki. Moskva. Nauka. 1971g.

Moddiy nuqta dinamikasi.

(ma'ruza 4 soat)

Ma'ruzaning rejasi:

1. Nyutonning 1-qonuni.

Nazorat topshiriqlari:

1. Inertsia qonunini ta'riflang.
2. Nyuton tomonidan berilgan ta'riflarni aytib bering.
3. Inertsial sanoq sistemalarini tushuntirib bering.
4. Modda miqdoriga ta'rif bering.
5. Impuls nima?
6. Harakat miqdorining o'lchov birligini yozing.
7. Moddiy nuqtani ta'riflang.
8. Tinchlikdagi massa bilan harakatdagi massani farqini tushintiring.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Inertsial sanoq sistemasi.
 - (1) 61-64 betlar.
 - (2) 150-151 betlar.
 - (3) 64-68 betlar.
2. Nyutonning 1-qonuni.
 - (1) 61-64 betlar.
 - (2) 58-60 betlar.
 - (3) 68-72 betlar.

2-asosiy savol: Impulsning saqlanish qonuni:**2-asosiy savolning maqsadi:**

- A. Inert gravitatsion massalarini tushuntirish.
- B. Impulsning saqlanish qonunini tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Masalaga ta'rif bera oladi.
2. Inert va gravitatsion massani bir-biridan ajrata oladi.
3. Impulsning saqlanish qonuni ta'rifini biladi
4. Impulsni tushunadi.
5. Impulsning saqlanish qonuni ifodasini yoza oladi.

2-asosiy savolning bayoni:

Har qanday jismni harakatga keltirganda yoki uning tezligini kattalik eki yo'nalishi jihatidan o'zgartirishga uringanda u qarshilik ko'rsatadi. Jisimning bu xossasi inertlik deb ataladi. Turli jisimlarda u turlicha namoyon bo'ladi. Jisim inertligining o'lchovi massa deb ataladi.

Massaga miqdoriy jihatdan ta'rif berish uchun izolyatsiyalangan yoki yopik sistema tushunchasini kiritamiz. Yopik sistema deb, shunday jisimlar sistemasiga aytiladiki, ular boshqa jisimlardan o'zoklashgan bo'lib, amalda ularga hech qanday ta'sir ko'rsatilmaydi. Sistemaga kirgan jisimlar faqat o'zaro ta'sirlashishi mumkin. Endi ikkita moddiy nuqtadan iborat izolyatsiyalangan sistemani qarab chikamiz. Moddiy nuqtalarning tezliklari yorug'lik tezligiga nisbatan kichik bo'lishi kerak. Moddiy nuqtalar o'zaro ta'sirlashganda ularning tezliklari o'zgaradi.

$\vec{V}_1$ -birinchi nuqtaning tezligi, $\vec{V}_2$ -kinchi nuqtaning tezligi, $\Delta \vec{V}_2$

ko'rinishga keltirish mumkin. Bu erda $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$ $\vec{P} = \vec{P}_1' + \vec{P}_2'$ sistemaning o'zaro ta'sirlashishigacha va o'zaro ta'sirlashishidan keyingi impulslari. Shunday qilib, ikkita moddiy nuqtadan tashqil topgan izolyatsiyalangan sistemaning impulsi saqlanadi, ya'ni ular orasidagi o'zaro ta'sir qanday bo'lishidan katiy nazar vaqt bo'yicha o'zgarmasdan qoladi. Va bu qonun impulsning saqlanish qonuni deb ataladi.

Impulsning saqlanish qonuni yuqorida keltirilgan Shaqilda norelyativistik Mexanika qonuni hisoblanadi. U faqat sekin harakatlar uchun o'rinlidir. Relyativistik Mexanikada bu qonun tez bo'ladigan harakatlarga umumlashtiriladi. Bu umumlashtirish nisbiylik nazariyasini bayon etishda batafsil ko'rib utiladi. Relyativistik Mexanikada zarra impulsi, ham (5) ifoda bilan aniqlanadi, biroq massa

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

formulaga muvofik tezlikka bog'liq. Bu erda m_0 - berilgan zarra uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, zarraning, tinchlikdagi massasi deb ataladi.

U norelyativistik Mexanikadagi massaga mos keladi. (7) ifoda bilan aniqlanadigan m kattalik Harakatdagi massa yoki relyativistik massa deb ataladi. Shunday qilib tinchlikdagi massalari m_{01} va m_{02}

bo'lgan ikkita o'zaro ta'sirlashuvchi zarradan tashqil topgan izolyatsiyalangan sistema impulsning saqlanish qonuni matematik jihatdan qo'yidagicha

ifodalanadi:

$$\frac{m_{01} \vec{V}_1}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} + \frac{m_{02} \vec{V}_2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} = \frac{m_{01} \vec{V}_1'}{\sqrt{1 - \frac{v_1'^2}{c^2}}} + \frac{m_{02} \vec{V}_2'}{\sqrt{1 - \frac{v_2'^2}{c^2}}} \quad (8)$$

Nazorat topshiriqlari:

1. Inert va gravitatsion massani ta'riflang.
2. Jisimning impulsi nima.
3. Impulsning saqlanish qonunini ta'riflang.
4. Impulsning saqlanish qonuni ifodasini yozing.
5. Relyativistik massa tenglamasini yozing.
6. Relyativistik impuls tenglamasini yozing.
7. YOpiq sistema deb nimaga aytiladi.
8. Relyativistik massani tushuntiring.
9. Tinchlikdagi massa Bilan Harakatdagi massaning farqini tushuntiring.
10. Harakat miqdorini ta'riflang.

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Massa. Impulsning saqlanish qonuni.

(1) 65-67 betlar.

(2) 63-65 betlar.

92-95 betlar.
531-542 betlar.
(3) 93-94 betlar.
107-111 betlar.

3-asosiy savol: Nyutonning 2-qonuni. Kuch:

3-asosiy savolning maqsadi:

- A. kuchni tushuntirish.
- B. Nyutonning 2-qonunini tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

- 1.Kuchning ta'rifini biladi.
- 2.Nyutonning 2-qonunini ta'rifini biladi.
- 3.Nyutonning 2-qonuni tenglamasini yoza oladi.
- 4.Nyutonning 2-qonuni umumiy formulasini yoza oladi.

3-asosiy savolning bayoni:

Agar moddiy nuqta izolyatsiyalangan bo'lsa, u vakitda atrofdagi jisimlar bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida uning impulsi saklanmaydi. Shuning uchun o'zaro

ta'sirlashish intensivligining o'lchovi uchun impulsning vaqt bo'yicha hosilasini qabul qilish tabiiy.

$\vec{p}$ hosilani qaralayotgan moddiy niktaning uni urab olgan jisimlarga nisbatan o'tgan holatiga qarab, ba'zi xollarda esa, shuningdek, ularning tezligiga qarab ham aniqlash mumkinligi haqida faqat karor topish klassik Mexanikaning fundamental umumlashmalaridan biri hisoblanadi. U $\vec{r}$ radius-vektor va moddiy nuqta $\vec{V}$ tezligining funktsiyasi hisoblanadi. Bu funktsiyani $\vec{F}(\vec{r}, \vec{V})$ bilan belgilaymiz. U vaqtda

$$\vec{P} = \vec{F} \quad (1)$$

bo'ladi. Moddiy nuqta impulsining vaqt bo'yicha hosilasi ko'rinishida aniqlanadigan va uning koordinatasi bilan tezligiga bog'liq bo'lgan funktsiya kuch deb ataladi.

Shunday qilib, moddiy nuqta impulsining vaqt bo'yicha hosilasi o'nga ta'sir qilayotgan kuchga teng. Bu qonun Nyutonning ikkinchi qonuni deb ataladi. Bu qonunni ifodalovchi (1) tenglama moddiy nuqtaning harakatlanish tenglamasi deb ataladi. Norelyativistik tezlikka ega bo'lgan harakatlar uchun massaning tezlikka bog'liqligini hisobga olmasdan Nyutonning 2-qonuni

$$m\vec{V} = \vec{F} \quad (2)$$

yoki

$$m\vec{r} = \vec{F} \quad (3)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Tezlanishga ko'paytirilgan massa ta'sir etuvchi kuchga teng.

Nazorat topshiriqlari:

- 1.Kuchga ta'rif bering.
- 2.Nyutonning 2-qonunini ta'riflang.

uchun $\frac{dP_x}{dt} = 0$ demak, $\vec{P}_x = \text{const}$ kelib chiqadi. Lekin impulsning Xo'qiga proektsiyasi saqlanadi. Masalan, erkin to'shayotgan jisimning impulsi saqlanmaydi, chunki jisimga pastga qarab yo'nalgan og'irlik kuchi ta'sir etadi. Bu kuch ta'sirida impulsning vertikal tashqil etuvchisi o'zlo'qsiz o'zgaradi. Birok impulsning gorizantal tashqil etuvchisi erkin tushishda o'zgarmasdan qoladi.

Bitta moddiy nuqta uchun $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$ (4) tenglama Nyutonning 2-qonuni ifodalovchi tenglamaga o'tadi. $\vec{F}^{(e)}$. kuchni o'zgarmas deb faraz qilaylik. U holda (4) dan

$$\vec{P} - \vec{P}_0 = \vec{F}^{(e)}(t - t_0) \quad (5)$$

Nazorat topshiriqlari:

1. jisimning impulsi deganda nimani tushunasiz.
2. Impuls saqlanish qonunini ta'riflang.
3. Nyutonning 3-qonunini ta'riflang.
4. Nyutonning 3-qonuni tenglamasini yozing
5. Ichki va tashqi kuchlar qanday kuchlar.
6. Yopik sistemani ta'riflang.
7. Nyutonning ikkinchi qonuniga tushuvchi misollar keltiring.
8. Nyutonning 1-qonuniga ta'rif Bering.

4-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Impulsning saqlanish qonuni.
 - (1) 65-67 betlar.
 - (2) 63-65 betlar.
 - (3) 93-94 betlar.
2. Nyutonning 3-qonuni.
 - (1) 75-80 betlar.
 - (2) 65-75 betlar.
 - (3) 104-106 betlar.

Adabiyotlar.

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika ko'rsi. Mexanika. Toshkent. O'qituvchi. 1981y
2. S.P. Strelkov. Obhiy ko'rs fiziki. Mexanika. Moskva. Nauka. 1971g
3. S.E. Xaykin. Fizichesie osnov mexaniki. Moskva. Nauka. 1971g.

Mavzu: Intervalning invariantligi (ma'ruza 2 soat)

Ma'ruzaning rejasi.

1. Interval.
2. Fazoviy va vaqt bo'yicha o'xshash intervallari.

Tayanch so'z va iboralar:

Koordinata	Lorents almashtirishlari
Vaqt	Fazoviy o'xshashlik
Sanoq sistemasi	Vaqt bo'yicha o'xshash

Invariant Ikki hodisa oralig'i

Variant

Eruglik signali

Hodisalar

Interval

1-asosiy savol: Interval.

1-asosiy savolning maqsadi:

Interval nima va uning invariant ekanligini tushuntiring.

Identiv o'qo'v maqsadlari

1.Interval nima ekanligini biladi

2.Intervalning invariant ekanligini biladi

1-asosiy savolning baeni

Lorents almashtirishlarida koordinata va vaqt o'zgaruvchan bo'ladi ular nisbiydir. Lekin Shunday kattaliklar borki bo'lar bir sanoq sistemasidan ikkinchi sanoq sistemasiga o'tganda o'zgarmaydi. Bunday kattaliklarni invariant kattaliklar deyiladi. Agar fizik kattaliklar bir sanoq sistemasidan ikkinchi sanoq sistemasiga o'tganda o'zgarsa ular variant kattaliklar deyiladi.

Aytaylik K inertsial sanoq sistemasida t_1 , vaqt momentida koordinata yorug'lik signali koordinatasi X_1 bo'lgan nuqtadan chikib vaqt momentida koordinatasi X_2 bo'lgan nuqtaga kelsin. Uholda nuqtalar orasidagi

$\Delta x = x_2 - x_1$ masofani o'lchab va hodisalar orasidagi $\Delta t = t_2 - t_1$, vaktni o'lchab har qanday inertsial sistema koordinatasi uchun qo'yidagi bog'lanishni olishimiz mumkin : ya'ni

$$\frac{\Delta x^2}{\Delta t^2} = c^2 \quad \text{yoki} \quad c^2 - \Delta t^2 - \Delta x^2 = 0$$

Ikki hodisa intervalining kvadrati qo'yidagicha aniqlanadi yoki yuqoridagi oxirgi tenglikning chap tamoni barcha sistemalar uchun koordinatalar nol'ga teng. Shuning uchun

$$\Delta s = c^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2 \quad (1)$$

kattalik invariant bo'lishi kerak

(1) ifoda Lorents almashtirishlariga nisbatan invariantdir. Agarda Δx va Δt yuqorida aytilgan ma'noda bo'lsa, ya'ni $\Delta x = x_2 - x_1$ x_1 va x_2 masofalarda yuz bergan hodisa bo'lsa, $\Delta t = t_2 - t_1$ t_1 va t_2 momentdagi vaqt oralig'i, bo'lib kaysiki hodisalar x_1 va x_2 nuqtada hosil bo'lgan. Haqiqatdan Ham ishonch hosil qilish uchun (1) ifoda K sistema uchun yozamiz.

Nazorat topshiriqlari:

1.Interval nima.

2.Intervalning invariant ekanligini isbotlash.

3.Variant kattalikka ta'rif Bering.

4.Invariant kattalikka ta'rif Bering.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

2. Saqlanish qonunlarining o'rnini aniqlay oladi.
3. Impulsning saqlanish qonuni ta'rifini biladi.
4. Impulsning saqlanish qonuni ifodasini yoza oladi.

1-asosiy savolning bayoni:

Tabiatda bir necha saqlanish qonunlari mavjud bo'lib, ularning ba'zi birlari aniq bo'lsa, ba'zi birlari biror yaqinlashishlardagina aniq qonunlardir.

Odatda saqlanish qonunlari olamning simmetrik xususiyatlari natijasidir.

Tabiatda qo'yidagi saqlanish qonunlari mavjud:

- A) modda miqdorining saqlanish qonuni;
- V) energiyaning saqlanish qonuni;
- S) impulsning saqlanish qonuni;
- D) impuls momentining saqlanish qonuni;
- E) elektr zariyadlarining saqlanish qonuni;
- F) barionlar sonining (praton, neytron va og'ir zarrachalar) saqlanishi

Biror qo'yilgan masalada jismga yoki jismlar sistemasiga ta'sir qilayotgan kuchlar ma'lum bo'lsa, u holda biz etarlicha bilimga ega bo'lsak vakompyuter mavjud bo'lsa, u holda biz saqlanish qonunlaridan xech qanday yangi informatsiya ololmaymiz.

Lekin saqlanish qonunlari fiziklarning ko'ndalik faoliyatida muhim ko'roldir. Nima sababdan?

1. Saqlanish qonunlari traektoriyaga va ta'sir qiluvchi kuchlar harakteriga bog'liq emas.
2. Kuchlar ma'lum bo'lmagan holda Ham saqlanish qonunlaridan foydalanish mumkin.
3. Saqlanish qonunlari invariantlik bilan o'zviy bog'liqdir.
4. Barcha kuchlar mavjud bo'lgan holda zarrachalar harakatini o'rganishda saqlanish qonunlari kata aHamiyatga ega.

Jismga ta'sir qiluvchi natijaviy tashki kuch nol'ga teng bo'lgada harakat miqdori vaqtga bog'liq bo'lmaydi, ya'ni

$$\frac{dp}{dt} = 0 \quad \text{yoki} \quad p = \text{const} \quad [F_{m.k} = 0]$$

SHunday qilib, sistemaga ta'sir qiluvchi natijaviy tashki kuch nolga teng bo'lganda sistema impulsi doimo saqlanadi.

Bu impulsning saqlanish qonunidir. Uni qo'yidagicha ham ta'riflash mumkin:

♦*Har qanday berk jismlar sistemasining impulsi doimo saqlanadi.*

Berk sistema deganda, shunday sistema tushuniladiki bunday sistemaga tashqaridan tashki kuch ta'sir qilmaydi va sistemada faqatgina sistemaga kiruvchi jismlar urtasidagi tashki kuchlari mavjud bo'ladi.

Impulsning saqlanish qonuni Nyutonning 2-qonunidan kelib chiksa ham Nyutonning qonunlariga nisbatan umumiy Harakterga ega. Masalan, makraskopik dunyoda Nyuton qonunlari bajarilmasligi mumkin, lekin saqlanish qonunlari doimo bajariladi.

Birinchi natija Nyuton kuchlari haqidagi fikrlar asosida: ikkinchisi Galileyning nisbiylik printsipli va energiya saqlanish qonuni asosida

1. Impulsning saqlanish qonuni faqatgina $F = ma$ tenglamani asosiy natijasidan kelib chikmaydi. Bu holda biz qo'shimcha tarikasida faraz qilamizki zarrachalar urtasidagi ta'sir qiluvchi kuchlari Nyuton kuchlaridir va ular uchun Nyutonning 3 qonuni o'rinlidir. Buqono'nga ko'ra har qanday ikkita jism o'zaro son qiymati jihatidan teng va qarama qarshi yo'nalgan kuch bilan tasirlashadi.

$$F_{21} = -F_{12} \quad (4)$$

Nyutonning 2-chi qonunidan esa har qanday kichik vaqt ichida

$$F_{12} = \frac{m_2 \Delta V_2}{\Delta t}; \quad F_{21} = \frac{m_1 \Delta V_1}{\Delta t}; \quad (4)$$

ekanligi kelib chiqadi.

Lekin $F_{12} = -F_{21}$ va biz impulsning saqlanish qonunini olamiz.

$$m_1 \Delta V_1 + m_2 \Delta V_2 = 0 \quad (5)$$

yoki

$$(m_1 V_1 + m_2 V_2)_{\text{boshlang'ich}} = (m_1 V_1 + m_2 V_2)_{\text{oxirgi}} \quad (6)$$

Ixtiyoriy vaqt momentida $m_1 V_1 + m_2 V_2$ ikki to'qnashuvchi jismlar impulslar yig'indisi doimiy bo'lar ekan. Shuni e'tiborga olish lozimki, agarda ta'sirlashish kuchlari nyuton kuchlari bo'lsa, yuqoridagi ifodalar to'liq bajariladi.

Lekin ko'pchilik xollarda kuchlarning Nyuton kuchlari harakterida deb hisoblash to'g'ri bo'lavermaydi. Sho'nga qaramay impulsning saqlanish qonuni doimo aniq qonundir. Haqiqatdan ham, masalan 2ta zariyadlangan zarracha bir-biriga yaqin joydan utsa, ularning harakat traektoriyasi o'zgaradi. Bu erda ta'sir kuchlari Nyuton kuchlari bo'lmasa Ham impuls saqlanish qonuni doimo bajariladi.

Shunday qilib ixtiyoriy vaqt momentida F_{21} kuch aniq F_{12} ga teng bo'lmasligi mumkin ekan. Lekin Sho'nga qaramay saqlanish qonuni bajariladi.

Buholda biz Galileyning nisbiylik printsipli hamda energiya va massaning saqlanish qonunida kelib chikamiz. Dastavval V_1 va V_2 tezlikka ega bo'lgan bir va ikkinchi zarrachani qarab chikamiz, faraz qilaylik ularning boshlang'ich (oxirgi) vaziyatlari fazoda bir-biridan etarlicha ajratilgan, yani to'qnashishdan oldin va keyin ular o'zaro tasirlashmaydi. Maktab ko'rsida malumki to'qnashgo'nga qadar zarrachalarning kinetik energiyasi

$$\frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 \quad (7)$$

ga teng zarrachalar o'zaro tasirlashsin, tasir elastik bo'lishi Shart emas. U holda to'qnashgandan keyingi kinetik energiya

$$\frac{1}{2} m_1 \omega_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \omega_2^2 \quad (8)$$

Bu erda ω_1 va ω_2 tezliklarning to'qnashishdan keyingi tezliklari ω , bu tezliklar aniqlangan paytda zarrachalar o'zaro tasirlashmaydi.

Energiyaning saqlanish qonuni

$$\frac{1}{2m_1V_1^2} + \frac{1}{2m_2V_2^2} = \frac{1}{2m_1\omega_1^2} + \frac{1}{2m_2\omega_2^2} + \Delta E \quad (9)$$

Bu erda ΔE - tasir tufayli zarracha ichki uygonish energiyasining o'zgarishi Ichki uygonish aylanma yoki ichki tebranma harakat bo'lishi mumkin. Elastik tasirlashishda $\Delta E = 0$ bo'ladi.

Endi xudi unday tasirni qaralayotgan sistemaga nisbatan V tezlik bilan harakatlanayotgan sanoq sistemasida qarab chikaylik. Bu holda boshlang'ich tezliklar V_1 va V_2 to'qnashishdan keyingi tezliklar ω_1 va ω_2 lar bo'lsin. Tezliklarni ko'shish koidasiga ko'ra

$$V_1 = V_1 - V \quad V_2 = V_2 - V; \quad \omega_1 = \omega_1 - V; \quad \omega_2 = \omega_2 - V \quad (10)$$

Bu sistemada energiyaning saqlanish qonuni

$$\frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2 = \frac{1}{2}m_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}m_2\omega_2^2 + \Delta E \quad (11)$$

Uygonish energiyasi bu holda ham o'zgarmaydi deb hisoblaymiz. Bu tajriba yo'li bilan isbotlangan. Energiyaning saqlanish qonuni Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant bo'lishi kerak. U holda

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}m_1(V_1^2 - 2V_1V + V^2) + \frac{1}{2}m_2(V_2^2 - 2V_2V + V^2) = \\ & \frac{1}{2}m_1(\omega_1^2 - 2\omega_1V + V^2) + \frac{1}{2}m_2(\omega_2^2 - 2\omega_2V + V^2) + \Delta E \end{aligned} \quad (12)$$

Tenglikning o'ng va chap tomonlardagi V^2 ga bog'liq ko'shiluvchilar qisqaradi (12) munosabat (9) munosabatga aylanadi. Bu holda o'rinli bo'ladi, agarda

$$(m_1V_1 + m_2V_2)V = (m_1\omega_1 + m_2\omega_2)V \quad (13)$$

SHart bajarilsa (13) tenglama ixtiyoriy tezlik uchun bajarilishi kerak. Demak, umumiy echim

$$m_1V_1 + m_2V_2 = m_1\omega_1 + m_2\omega_2 \quad (14)$$

ga teng bo'ladi. Olingan ifoda impulsning saqlanish qonunidir.

Nazorat topshiriqlari:

1. Nyutonning 2-qonuni ifodasini ko'rsating.

$$\text{a) } F = \frac{m}{a} \quad \text{v) } F = \frac{dp}{dt} \quad \text{s) } F = dp \cdot dt \quad \text{d) } P = \frac{F}{t} \quad \text{e) } F = mvt$$

2. Kinetik energiya ifodasini yozing.

$$\text{a) } mgh \quad \text{v) } mv^2 \quad \text{s) } F \cdot S \quad \text{d) } \frac{mv^2}{3} \quad \text{e) } \frac{mv^2}{2}$$

3. Energiyaning saqlanish qonunini ta'riflang va tushuntiring.

4. Ikkita poezd bir birining yonida $V = 20 \text{ m/s}$ tezlik bilan qarama qarshi tomonga Harakatlanmokda. Agarda biror poezdagi ko'zatuvchining oldidan ikinchi poezd 10 sek vaqt ichida o'tgan bo'lsa ikinchi poezdning tezligini toping.

5. 4 kg massali miltikdan 0,05 kg massali o'q 280 m/c tezlik bilan uchib chiqmoqda. Miltiqning «tepki» tezligi topilsin.

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1) Nyuton qonunlari

[1] 92-93

[2] 71-75

[3] 91-103

2) Galiley printsipli.

[1] 48-54

[2] 84-86

[3] 135-137

3-asosiy savol: Elastik to'qnashish:

3-asosiy savolning maqsadi:

A) Energiya va impulsning saqlanish qonunlaridan birgalikda foydalanishni o'rgatish.

B) Aniq qo'yilgan masalani saqlanish qonunlaridan foydalanib echish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. energiyaning saqlanish qonunini biladi.

2. Energiya va impulsning saqlanish qonunlarini birgalikda qo'llay olishni o'rganadi.

3. Tenglamalar sistemasini echa oladi. (qaralayotgan xoll uchun).

3-asosiy savolning bayoni:

Impuls va energiyaning saqlanish qonunini o'rganish doir masalalar.

Ikkita zarracha bir to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanmokda va ular absolyut elastik to'qnashsin. Faraz qilaylik zarrachalarning tezligi V_1 va V_2 bo'lsin, ular X yo'nalishi bo'ylab Harakatlansin.

V_1 V_2 V_1 V_2
• → m_1 • → m_2 • → m_1 • → m_2

To'qnashgandan so'ng ularning tezligi V_1 va V_2 bo'lsin. Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad (15)$$

to'qnashish elastik bo'lsa energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra

$$1/2 m_1 V_1^2 + 1/2 m_2 V_2^2 = 1/2 m_1 v_1^2 + 1/2 m_2 v_2^2 \quad (16)$$

shunday qilib, ikki noma'lum tenglamani oldik. Birinchi tenglamani qo'yidagi ko'rinishda yozamiz.

$$m_1 (V_1 - v_1) = m_2 (V_2 - v_2) \quad (17)$$

ikkinchi tenglama esa

$$m_1 (V_1^2 - v_1^2) = m_2 (V_2^2 - v_2^2)$$

yoki

$$m_1 (V_1 - v_1)(V_1 + v_1) = m_2 (V_2 - v_2)(V_2 + v_2) \quad (18)$$

6. Ikkita bilyard Sharchasi massalari va tezliklari mos ravishda 100 g , 10 m/s va 120 g , 15 m/s . Ular 45° burchak ostida to'qnashadi. To'qnashishdan keyingi tezlik lari qanday?

3-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Elastik to'qnashish
 - [1] 66-70
 - [2] 71-75
 - [3] 91-103
2. Ikki jismning o'zaro ta'sirini o'rganish.
 - [1] 76-81
 - [2] 84-86
 - [3] 135-137

4-asosiy savol: Noelastik to'qnashish.

4- asosiy savolning maqsadi:

1. Noelastik to'qnashish hodisasini tushuntirish.

Identiv o'qo'v maqsadlari:

1. Noelastik to'qnashish nima ekanligini biladi.
2. Noelastik to'qnashish uchun olingan ifodalarni tushunadi.
3. Mexanika masalalarini echishda energiyaning saqlanish qonuni bilan birgalikda qo'llay oladi.

4-asosiy savolning bayoni:

Agarda to'qnashishda zarrachalarning kinetik energiyalari saqlanmasa, bunday to'qnashishlarga noelastik to'qnashishlar deyiladi. Bunday to'qnashishlardan kinetik energiyaning bir qismi boshqa ko'rinishda energiyaga aylanadi, masalan issiqlik yoki potentsial energiyaga. Demak to'qnashgandan so'ng tula kinetik energiya to'qnashishdan oldingidan kamayadi. Shuni takidlash lozimki, xol ham bo'lishi mumkin, ya'ni to'qnashishdan so'ng malum bir energiya ajralib chiqishi (masalan ximiyaviy yoki yadroviy) ham mumkin. Bu holda to'qnashishdan keyingi kinetik energiyadan katta bo'ladi. Agarda to'qnashishdan so'ng ikkala jism ko'shib kolsa, u holda ular yaxlit bitta jism singari harakatlanadi. Bunday to'qnashishga absolyut noelastik to'qnashish deyiladi. Kinetik energiya saqlanmasligiga qaramasdan to'la energiya doimo saqlanadi.

Nazorat topshiriqlari:

1. Noelastik to'qnashishni tushuntiring.
2. Noelastik to'qnashishda impuls qanday o'zgaradi.
3. 10 tonna massali temir yo'l vagon tinch to'rgan xuddi Shunday vagon bilan to'qnashdi. Agarda birinchi vagonning tezligi 24 m/s bo'lsa, to'qnashuvdan so'ng vagonlar qanday tezlik bilan harakatlanadi.
4. A va VS molekulalar qo'yidagi ximiyaviy reaksiyani sodir qilishdi. $A + BC = B + AC$. V va S atomlar. Energiya va impulsning saqlanish qonunlari yordamida tasir natijasida katta massali zarracha yo'qotgan energiya topilsin.

4-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar:

1. Noelastik to'qnashish
 - [1] 55-67

[2] 71-75

[3] 91-103

2. Ikki jismning o'zaro tasirini o'rganish

[1] 68-74

[2] 84-86

[3] 135-137

Adabiyotlar:

1. S.P. Strelkov. Mexanika. Nauka. M. 1975

2. Ch. Kittel, V. Nayt i M. Rudrman. Mexanika. Nauka. M. 1983.

3. D. Djankoli. Fizika. Tom-1. Mir. M. 1989.

Mavzu: Impuls momenti. (ma'ruza 4 soat)

Ma'ruzaning rejasi.

1. Kuch momenti.

2. Impuls momenti.

3. Impuls momentining saqlanish va momentlar tenglamasi.

Tayanch so'z va iboralar.

Impuls	ichki kuchlar.
Kuch impulsi	vektorlar
Kuch momenti	parma qoidasi
Burchak tezlik	massa
Burchak tezlanish	tezlik
Inertsia momenti	radius vektor
Juft kuchlar	moddiy nuqtalar sistemasi
Nuqtaga nisbatan kuch momenti	yopiq sistema
Energiya	saqlanish

1-asosiy savol: Kuch momenti.

1-asosiy savolning maqsadi:

A. Kuch momentini tuShuntirish.

B. Qo'zg'almas nuqtaga nisbatan kuch momentini tuShuntirish.

V. Qo'zg'almas o'qqa nisbatan kuch momentini tuShuntirish.

G. Juft kuchlar momentini tuShuntirish.

Identiv o'quv maqsadlari:

1. Kuch momentini va kuch elkasini biladi .

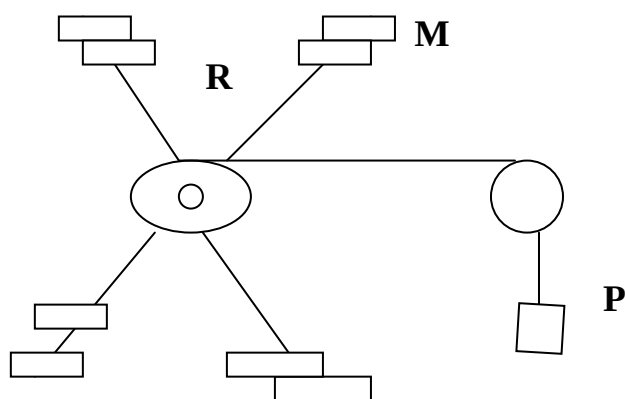
2. Qo'zg'almas nuqtaga nisbatan kuch momentini biladi.

3. Qo'zg'almas o'qqa nisbatan kuch momentini biladi .

4. Juft kuchlar va momentlarni tuShunadi.

1-savolning bayoni:

Jismning qo'zg'almas o'q atrofidagi harakati nima bilan aniqlanishini topish uchun qo'yidagi tajribani qarab chikamiz .Ularga bir xil og'ir m yuklar maxkamlangan engil krest shaklidagi jismni olaylik.



Jismning markaziga pog'onali shkiv o'rnatamiz. Ipning uchini shkivning pogonallaridan biriga maxkamlab bu ipni shkivga o' β raymiz va ipning erkin uchini blok orqali uchiga P yuk osib ko'yamiz. Agar P yukni qo'yib yuborsak krest ortib boruvchi burchak tezlik bilan Tekis tezlanuvchi aylana boshlaydi. Yukning P og'irligini shkifning

L radiusini, yuklarning massasini va ularni o'qlardan R o'zoqligini o'zgartirib, bu faktorlar β burchak tezlanishga qanday ta'sir ko'rsatishini tekshiraylik. Bunday tekshirishlar natijasida qo'yidagilarni aniqlaymiz.

β Burchak tezlanish.

1) ipning f tarangligiga va shkivning L radiusiga to'g'ri proportsional.

$$\beta \approx f \cdot l$$

2) yuklarning massasiga va aylanish o'qidan yuklargacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proportsional.

$$\beta \approx \frac{1}{mR^2}$$

Demak, aylanma harakatning tezlanishi faqat jismga ta'sir etuvchi f kuchgagina bog'liq bo'lmasdan balki, aylanish o'qidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan L masofaga ham bog'liq ekan. Ko'paytma $f \cdot l$ aylanish o'qiga nisbatan kuch momenti deb ataluvchi kattalikni beradi.

$$\beta \approx \frac{1}{mR^2}$$

Shuningdek, bu qarab chiqirilgan tajribadan β ning kattaligi aylanuvchi jismning massasiga emas, balki massaning aylanish o'qiga nisbatan Taksimlanishiga ham bog'liq degan xulosa kelib chiqadi.

Bu ikkala xolni hisobga oluvchi kattalik jismning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb ataladi, Shunday qilib jismning aylanma harakatini o'rganish uchun ikkita yangi fizikaviy kattalik – kuch momenti bilan inertsia momentini kiritish zarur.

Kuch momentini aniqlashdan boshlaylik.

1) qo'zg'almas bosh nuqtaga nisbatan kuch momenti.

2) Biror O nuqtaga nisbatan kuchning momenti deb,

$$\vec{M} = [\vec{r} \vec{f}] \quad (1)$$

ifoda bilan belgilanuvchi M vektor kattalikka aytiladi.

Bu erda $\vec{r}$ -0 nuqtadan kuchlar qo'yilgan nuqtagacha o'tkazilgan radius vektor. Bu erda M – moment O nuqtaga nisbatan olingan, $\vec{f}$ - vektor ham Shu tekisligida yotadi. $\vec{r}$ -vektor ham Shu tekislikda yotadi. M vektor esa biz tomondan rasm tekisligiga qarab perpendikulyar yo'nalgan. M vektor ichiga krestga chizilgan doiracha shaklida tasvirlangan.

M vektorning moduli

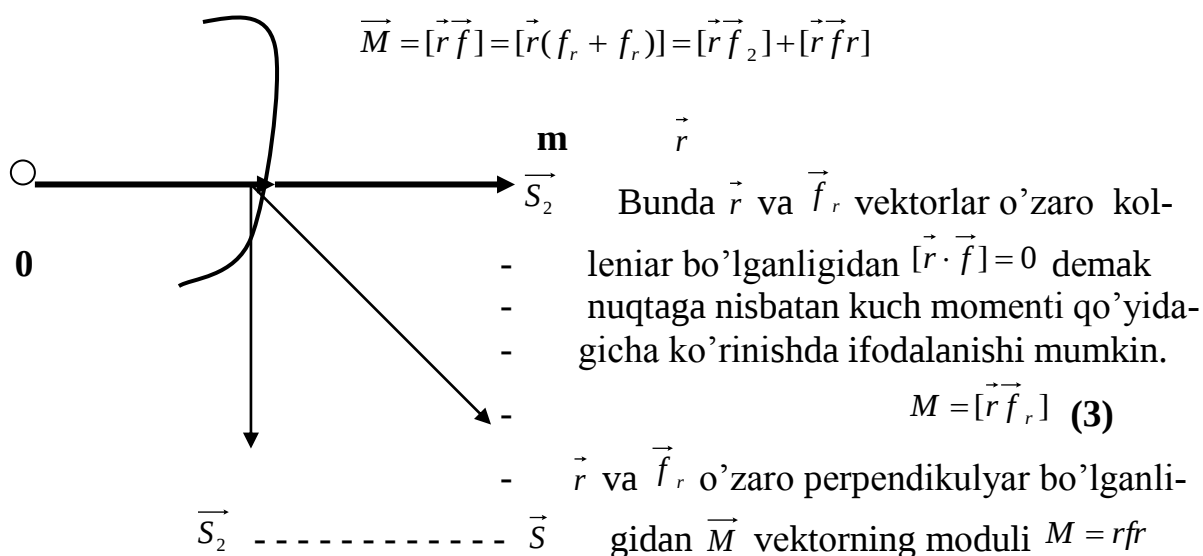
$$M = rf \sin \alpha = lf \quad (2)$$

bu erda α – r va f ning yo'nalishlari orasidagi burchak, $l = r \sin \alpha$ esa O nuqtadan kuchning ta'sir chizig'iga tushirilgan perpendikulyarning uzunligi.

Bu uzunlik kuchning O nuqtaga nisbatan elkasi deyiladi.

(1) va (2) ga boshqacha ko'rinish berish mumkin. Buning uchun kuchning vektorini ikkita: $\vec{r}$ bilan kolleniar bo'lgan $\vec{S}_2$ va $\vec{r}$ ga perpendikulyar bo'lgan $\vec{t}_r$ tashkil etuvchilarga ajratamiz.

(1) dan $\vec{S}$ ni $\vec{S}_2$ Q $\vec{S}_n$ bilan almashtiramiz va vektor ko'paytmasining distributivligidan foydalanamiz.



vektor ko'paytmaning distributivligidan umumiy quyilish nuqtaga ega bo'lgan yig'indisining momenti ko'shilayotgan kuchlar momentlari yig'indisiga teng degan xulosaga keladi.

$$M = [\vec{r} \vec{f}] = [\vec{r}(\vec{f}_1 + \vec{f}_2 + \dots)] = [\vec{r} \vec{f}_1] + \dots = M \quad (5)$$

2. Juft kuch momenti.

Kattalik jihatdan teng bo'lgan qarama – qarshi yo'nalgan va bir to'g'ri chiziq bo'ylab ta'sir ko'rsatmaydigan ikkita kuchga juft kuch deb ataladi.

Kuchlar ta'sir ko'rsatayotgan to'g'ri chiziqlar orasidagi l masofa, juft kuchning elkasi deyiladi. Juft kuchning istalgan nuqtaga

nisbatan momenti birday ekanligini isbotlaylik.

3. O'qqa nisbatan kuch momenti.

Agar jism O nuqtaga nisbatan ixtiyoriy aylanadigan bo'lsa, u holda f kuch ta'siri ostida jism kuch bilan O nuqta etgan tekislikka perpendiku'lyar o'q atrofida, ya'ni berilgan nuqtaga nisbatan olingan kuchlar momentining yo'nalishi bilan ustma – ust tushuvchi o'q atrofida buriladi. Momentining kattaligi kuchning jismni Shu o'q atrofida aylantirish qobiliyatini Harakaterlaydi.

Agar jism biror belgilangan o'q atrofida aylana olsa. U holda kuchning jismni Shu o'q atrofida aylantira olish qobiliyati kuchning o'qqa nisbatan momenti deb ataluvchi kattalik bilan Harakterlanadi.

Kuchning o'qqa nisbatan momentini bilish uchun kuchning O nuqtaga nisbatan momentini topamiz.

Rasmda $\vec{f}_1 \vec{r}$ va $\vec{M}$ vektorlar rasm tekisligida yotmaydi deb faraz qilamiz. O nuqta orqali o'q o'tkazamiz va $\vec{M}$ vektorni ikkita $\vec{M}_f$ o'qqa parallel va $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{0}$ $\vec{M} \perp$ - tashkil etuvchilarga ajratamiz.

O nuqtaga nisbatan kuch momentining Z parallel etuvchisi o'qqa nisbatan kuch momenti deb yuritiladi. O'qqa nisbatan kuch momentini $\vec{M}_f$ simvol bilan belgilab quyidagini yozish mumkin.

$$M_f = [\vec{r} \vec{f}]_f.$$

$\vec{M}$ vektor $\vec{M}_f$ vektorning kattaligi bilan yo'nalishi f o'q kandy tanlab olinganligiga bog'lik. Agar f o'q M ning yo'nalishi bilan ustma-ust tushsa, u xolda $\vec{M}_f = \vec{M}$ buladi. Agar f o'q $\vec{M}$ ga perpendikulyar bo'lsa, u xolda $M_f = 0$

M_f ning (7) ifodasini ko'rgazmaliroq qil-
ib yozish mumkin. Buning uchun $\vec{r}$ ni ikkita $\vec{r}_f$ - o'qqa parallel va R o'qqa perpen-
dikulyar tashkil etuvchilarining yig'indisi sifatida tasavvur kilamiz.

U vaqtda f o'qiga nisbatan kuch momentini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\vec{M} = [\vec{r} \vec{f}]_f = [(\vec{r}_f + \vec{R}) \vec{f}]_f = [\vec{r}_f \vec{f}]_f + [\vec{R} \vec{f}]_f$$

Birok $[\vec{r}_f \vec{f}]_f$ F perpendikulyar uning bu o'q bo'ylab tashkil etuvchisi nolga teng. Shuning uchun

$$M_f = [\vec{R} \vec{f}]_f \quad (8)$$

Endi $\vec{f}$ kuchning vektorning uchta f o'qqa parallel $\vec{f}_r$ vektorga kolleniar $\vec{f}_r$ va nixoyat f o'q va $\vec{R}$ vektor orqali o'tuvchi tyokislikka perpendikulyar yo'nalgan tashkil etuvchilarining yig'indisi sifatida tasavvur etamiz.

Agar markazi f o'qda etgan R radiusli aylanani ko'z oldimizga keltirsak, U

vaqtda $\vec{f}_r$ tashkil etuvchisi bu aylana-ga o'tkazilgan urinma bo'ylab yo'naladi.

(8)da $\vec{f}$ vektorni yuqorida eslatib o'til-gan tashkil etuvchilarining yig'indisi bilan almashtiramiz.

$$M = [R(f_{\parallel} + f_r)] = [Rf_{\parallel}]_f + [R + R]_f + [R + r]_f$$

Bu uchta tashkil etuvchilarining har birini alohida-alohida ko'rib chiqamiz.

$[Rf_{\parallel}]$ Vektor f perpendikulyar. Shuning uchun uning o'q bo'ylab tashkil etuvchisi nolga teng. $[Rf_r]$ vektor o'z-o'zidan nolga teng. Chunki uni tashkil qilgan ko'paytuvchilari kolleniadir. Demak birinchi ikki tashkil etuvchi nolga teng ekan. $[Rf_t]$ vektor f o'qqa parallel (uni tashkil qilgan ikkala ko'paytuvchi ham f o'qqa perpendikulyardir). Shuning uchun uning o'q bo'ylab tashkil etuvchisi uning o'ziga teng.

$[R + t]_f = [R + t]$ Shunday qilib, biz quyidagi formulaga kelamiz.

$$\vec{M}_f = [Rf_r] \quad (9)$$

$\vec{R}$ va $\vec{f}_r$ vektorlar o'zaro perpendikulyar. Shuning uchun $\vec{M}_f$ vektorning moduli quyidagiga teng.

$$|\vec{M}_f| = R + f_r$$

R kattalik $\vec{f}_r$ kuchning f o'qqa nisbatan elkasi deyiladi.

(9) dan $\vec{M}_f$ moment f kuchni o'zi tasir ko'rsatayotgan jismni o'qi atrofida bura olish qobiliyatini xarakterlaydi degan xulosaga osongina kelish mumkin.

Xaqiqattan xam $\vec{f}_{\parallel}$ va $\vec{f}_R$ tashkil etuvchilar jismni f o'qi atrofida aylantira olmaydi. Demak, tekshiraetgan burilish faqat $\vec{f}_r$ tashkil etuvchi tomonidangina yuzaga kelishi mumkin va Shu bilan birga bu tashkil etuvchining R elkasi qancha katta bo'lsa, u burilish Shuncha osonroq amalga oshiriladi.

O'qqa nisbatan moment uchun xam (5) munosabat o'rinli yani teng tasir etuvchining momenttini qo'shiluvchi kuchlarning o'sha o'qqa nisbatan momentlar yig'indisiga teng.

$$\vec{M}_f = \vec{M}_{f1} + \vec{M}_{f2} + \dots \quad (11)$$

3. Ichki kuchlarning yig'indi momenti.

Istalgan ikkita elementar massa-

larning uzaro tasir kuchlari bir to'g'ri chiziq ustida yotadi. Ularning istalgan O nuqtaga nisbatan momentlar kattalik jihatdan o'zaro teng va yo'nalish jihatdan qarama-qarshidir.

Shuning uchun ichki kuchlarning juft-juft bo'lib bir-birini muvozanatlaydi va moddiy nuqta xususan qattiq jismlarning istalgan sistema uchun barcha ichki kuchlar momentlarining yig'indisi doim nolga teng bo'ladi. Bu fikr barcha ichki kuchlarning istalgan nuqtaga nisbatan momentlarning yig'indisi uchun xam bu kuchlarning istalgan o'qqa nisbatan momentlarining yig'indisi uchun o'rinlidir.

Nazorat topshiriqlari B.Blum taksamoniysi. Katigoriya.

1. Kuch momentini tuShuntiring.
2. Kuch elkasini tushintiring.
3. Qo'zg'almas nuqtaga nisbatan kuch momenti qanday bo'ladi.
4. Qo'zg'almas o'qqa nisbatan kuch momenti tenglamasini yozing.
5. Juft kuchlar momenti qanday bo'ladi.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Kuch momenti.
 - (1) 164-171 betlar.
 - (2) 225-227 betlar.
 - (3) 297-298 betlar.

2-asosiy savol; Impuls momenti.

2-asosiy savolning maqsadi.

A. Impuls momentini tuShuntirish.

Identiv o'quv maksadlari;

1. Impuls momentini tuShunadi.
2. O'qqa nisbatan impuls momentini biladi.
3. Impuls momentining ifodasini eza oladi.
4. Impuls momentini tariflay oladi.

2-asosiy savolni bayoni;

Moddiy nuqtaning impuls momenti ham xuddi kuch momentiga o'xshash usul bilan aniqlanadi.

O nuqtaga nisbatan impuls momenti quyidagiga teng.

$$L = \{r * p\} = [rmv] = [r\vec{v}]$$

bu erda r O nuqtadan fazoning moddiy nuqta etgan nuqtaga o'tkazilgan radius vektor $\vec{p} = m\vec{v}$

Moddiy nuqtaning impulsi.

$L = rsin\alpha$. Elkani kiritib impuls momenti vektorining modulini quyidagicha yozish mumkin.

$$L = rpsin\alpha = 1p$$

impulsning f o'qqa nisbatan momenti deb, o'qda yotgan O nuqtaga nisbatan $\vec{L}$ impuls momentining Shu o'qdagi tashkil etuvchisi $\vec{t}_f$ ga aytiladi.

$$l_f = [\vec{rp}]_f \quad (3)$$

Kuch momentini chiqarganimizdek mulohaza qilib, yani $\vec{r}$ ni f o'qqa parallel r_f va f o'qqa perpendikulyar R tashkil etuvchilarga ajratib

$$\vec{r} = \vec{r}_f + \vec{R}$$

Bundan

$$L_f = [\vec{r}_f p]_f + [\vec{R}P]_f = [\vec{R}P]_f$$

Xudi Shunday P umumiy impulsni xam uchta tashkil etuvchilarga ajratamiz. yani

$$\vec{p} = \vec{p}_r + \vec{p}_\tau$$

$$\text{yoki } \vec{L}_f = [\vec{R}\vec{p}] = [\vec{R}\vec{p}_r] + [\vec{R}\vec{p}_\tau] = [\vec{R}\vec{p}_\tau] = [\vec{R}P_\tau]$$

$$\vec{L}_f = m[\vec{R} * \vec{V}_\tau] \quad (4)$$

bu erda R –radius vektor

$\vec{r}$ ning f o'qqa perpendikulyar tashkil etuvchisi $\vec{p}_\tau$ esa $\vec{P}$ vektorning f o'q va m nuqta orqali o'tuvchi tyokislikka perpendikulyar tashkil etuvchisi.

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksanomiyasi. Katigoriya.

1. Impuls momentini tushintiring.
2. O'qqa nisbatan impuls momenti qanday bo'ladi.
3. Impuls momenti tenglamasini yozing.
4. Impuls momentini tariflang.
5. Er sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti va impuls momentini toping.

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Impuls momenti .
 - (1) 164-165 betlar .
 - (2) 184-187 betlar.
 - (3) 297-298 betlar.

3-asosiy savol; Impuls momentining saqlanish qonuni va momentlar tenglamasi.

3-asosiy savolning maqsadi;

- A. Impuls momentining saqlanish qonunini tushuntirish.
- B. Momentlar tenglamasini tushuntirish.

Identiv o'quv maqsadlari;

1. Impuls momentini biladi.
2. Impuls momentining saqlanish qonuni ifodasini tushunadi.
3. Momentlar tenglamasini yoza oladi.

3-asosiy savolning bayoni.

Impuls momentining vaqtga qarab o'zgarishi nimaga bog'liq ekanligini aniqlaylik, buning uchun (1) ifodani vaqt bo'yicha differentsiallaymiz.

$$\frac{dl}{dt} = \frac{d}{dt} [\vec{rp}] = \left[\frac{dr}{dt} p \right] + \left[r \frac{dp}{dt} \right] \quad (5)$$

birinchi qo'shiluvchi nolga teng, chunki bir xil yo'nalgan vektorlarning vektor ko'paymasidan iborat.

Xaqiqatan ham dr/dt vektor $\vec{v}$ vektorga teng va demak yo'nalish jihatdan $P = m * \vec{v}$ vektorga ustma - ust tushadi.

$\frac{dp}{dt}$ Vektor Nyutonning ikkinchi qonuniga binoan f kuchga teng.

Demak,

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \left[\vec{r} * \vec{f} \right] = \vec{M} \quad (6)$$

(6) munosabatdan moddiy nuqtaga tasir etuvchi kuchlarning biror O nuqtaga nisbatan natijaviy momenti nolga teng bo'lsa, u holda moddiy nuqta impulsning o nuqtaga nisbatan momenti o'zgarmaydi degan xulosa kelib chiqadi. YAni

$M = 0 \frac{dM}{dt} = 0$ (6) ifoda momentlar tenglamasi deb ataladi. O'qqa nisbatan tashkil etuvchilari

$$\frac{dI_f}{dt} = \vec{M}_f \quad (7)$$

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksonomiyasi. Kategoriya.

1. Impuls momentining vaqt bo'yicha o'zgarishini tushuntiring.
2. Impuls momentining saqlanish qonunini tariflang.
3. Impuls momentining saqlanish qonuni tenglamasini yozing.
4. Momentlar tenglamasining ifodasini yozing.

3-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Impuls momentining saqlanish qonuni va momentlar tenglamasi.
 - (1) 166-167 betlar.
 - (2) 184-190 betlar.
 - (3) 299-303 betlar.
 - (4) 305-308 betlar.

Adabiyotlar;

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi. Mexanika. Toshkent. qituvchi. 1981y
2. S.P. Strelkov. Obshiy kurs fiziki. Mexanika. Moskva. Nauka 1975g
3. S.E. Xaykin. Fizicheskie osnovy mekhaniki. Moskva. Nauka. 1971 g.

**Mavzu. Qattiq jism dinamikasi.
(maruza 4 soat)**

Maruzaning rejasi;

1. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamalari.
2. Inertiya momenti.
3. Matematik mayatnik va fizik mayatnik.
4. Fizik mayatnik.

Tayanch so'z va iboralar.

Kuch momenti

Kuch

Impuls momenti	impuls
Burchak tezlik	vaqt
Chiziqli tezlik	tezlanish
Massa	energiya
Inertsia	kinetik energiya
Ish	kuchish
Zichlik	hajm
Koordinata	xalqa
Sterjen	tsilindr
SHar	yaxlit shar
Sferik qatlam	inertsia markazi

1-asosiy savol; Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamalari.

1- asosiy savolning maqsadi.

- A. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamalarini tushintirish.
- B. Qattiq jism harakatining kinetik energiyasini tushintirish.

Identiv o'quv maqsadlari;

1. Qattiq jism dinamikasining asosiy tenglamalarini tushintirish.
2. Inertsia momentini tushuntirish.
3. Qattiq jism harakatining kinetik energiyasi tenglamasini biladi.
4. Qattiq jism biror burchakka burilganda bajarilgan ishni tushuntirish oladi.

1-asosiy savolning baeni;

O'qqa nisbatan momentlar tenglamasini aylanma harakatga qo'llaymiz. Momentlarning qo'zg'almas o'qi sifatida aylanish o'qini olish qulay.

Umumiy f o'qqa ega bo'lgan tyokisliklarning biror-tasida m; massali moddiy nuqta aylanma harakat qilayotgan bo'lsin. Hamma tyokisliklar bu o'q atro-fida bir xil ω burchak tezlik bilan aylana oli-shi mumkin. Bizga malumki ω burchak tezlik bilan V chiziqli tezlikning tantsiyal tashkil etuvchisi orasida quyidagicha munosabat o'rinli.

$$\vec{v}_d = [\omega, R_i]$$

Bu erda $\vec{R}_i - \vec{r}_i$ radius vektori o'qqa perpendikulyar tashkil etuvchisi $\vec{V}_d$ ning bu qiymatini $L_f = m[RVT]$ ga qo'ysak nuqtaning f o'qqa nisbatan impuls momenti ifodasini topamiz.

$$\vec{L}_f = m : [R : [\omega, R_i]] = m : R^2 : \omega$$

YOKi

$$L = mv_r$$

Bu ifodani barcha nuqtalar bo'yicha qo'shib va ω umumiy ko'paytmani yig'indi ishorasi ostidan chiqarib sistema impulsning o'qqa nisbatan momenti uchun quyidagi ifodani topamiz.

$$\vec{L}_f = \omega \sum_{i=1}^N m_i R_i^2 : \omega \quad (1)$$

$$L^* = \sum_{i=1}^N m_i R_i^2 := I_f \quad (2)$$

Fizikaviy kattaliklar moddiy nuqtalar sistemasining f o'qqa nisbati inertsia momenti deyiladi.

$$(2) - (1) \quad \vec{L}_f = I_f \omega \quad (3)$$

ning bu ifodasini $\frac{dL_f}{dt} = M_f$ ga qo'ysak qo'zg'almas o'q atrofida aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini topamiz.

$$\frac{d}{dt}(I_f \omega) = \vec{M}_f \quad (4)$$

(4) moddiy nuqta harakati uchun Nyuton tenglamasini eslatadi, ya'ni

$$\frac{d}{dt}(mv) = \vec{F}$$

(4) da massa rolini inertsia momenti, impuls rolini L impuls momenti, tezlik rolini w burchak tezlik, kuch rolini M kuch momenti o'ynaydi.

Ilgarilanma harakat.	Aylanma harakat.
$m\vec{a} = \vec{F}$	$I_f \vec{E} = \vec{M}_f$
$\vec{P} = m\vec{v}$	$\vec{L}_f = I_f \omega$
$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$	$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$

Impuls momenti ko'pincha sistemaning aylantiruvchi impulsi deb ataladi. Bu terminologiyadan foydalanib sistema aylantiruvchi impulsning vaqt bo'yicha olingan hosilasi tashqi kuchlarning aylanishi o'qiga nisbatan momentiga teng, deb aytish mumkin.

Agar tashqi kuchlarning aylanish o'qiga nisbatan M momenti nolga teng bo'lsa, u xolda $I\omega$ aylantiruvchi impuls saqlanadi.

$$I \frac{d\omega}{dt} = M \quad (5)$$

Agar moddiy nuqta aylana bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa u xolda burchakka burilishdagi elementar ish $d_A = Fds = Frd\varphi = Md\varphi$ ga teng bo'ladi. Qattiq jism xolida, ichki kuchlar ish bajarmaydi.

$$dA = Md_\varphi \quad (6)$$

Aylanma harakat qilayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi

$$E_k = \frac{1}{2} \sum mv^2 = \frac{1}{2} \sum m(\omega r)^2 = \frac{\omega}{2} \sum mr^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{L^2}{2I}$$

bu erda $m \Rightarrow I$ $v \Rightarrow \omega$ $p \Rightarrow l$ (6)

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksanomiyasi. Kategoriya.

1. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasini yozing.
2. Inertsia momentini tushuntirish.
3. Qattiq jism harakatining kinetik energiyasi ifodasini yozing.
4. Qattiq jismning aylana bo'ylab harakatdagi bajarilgan ish tenglamasini yozing.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Aylanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi.

(1) 172-173 betlar.

(2) 235-239 betlar.

(3) 412-420 betlar.

2-asosiy savolning maqsadi;

- A. Jismning inertsia momentini tushuntirish.
- B. SHteyner – Gyugens teoremasini tushuntirish.

Identiv o'quv maqsadlari;

1. Inertsia momenti tenglamasini biladi.
2. Jismning markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan o'qqa nisbatan inertsia momentini aniqlab oladi.
3. Istalgan o'qqa nisbatan inertsia momenti tenglamasini yoza oladi.
4. Stejening, tsilindrning, yaxlit sharning, ichi kovak sharning va doiraviy xalqaning inertsia momentlarini biladi.

2-asosiy savolning bayoni;

Jismning inertsia momenti additiv kattaliktir. Demak bu jismning inertsia momenti uning qismlari inertsia momentlarining yig'indisiga teng ekanligini bildiradi.

Jism ichidagi massaning taqsimlanishini zichlik degan kattalik yordamida xarakterlash mumkin. Agar jism bir jismni bo'lsa u xolda

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Agar massa notyokis taqsimlangan bo'lsa, u xolda (1) ifoda zichlikning o'rtacha qiymatini beradi. Bunday xolda berilgan nuqtadagi zichlik quyidagicha yoziladi.

$$\rho = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta v} = \frac{dm}{dv} \quad (2)$$

(2) ga binoan Δm ; elementar massa berilgan nuqtadagi ρ jism zichligini tegishli Δv elementar hajmga ko'paytmasiga teng.

$$\Delta m_i = \rho_i \Delta v_i$$

Demak, momenti quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$I = \sum_{i=1}^N \Delta m_i r_i^2 = \sum_{i=1}^N \rho_i r_i^2 \Delta v_i \quad (3)$$

Biz bu erda R_i ni r_i bilan almashtirdik. Agar jismning zichligi o'zgarmas bo'lsa, uni yig'indi ishorasi ostida chiqarish mumkin.

$$I = \rho \sum_{i=1}^N r_i^2 \Delta v_i \quad (4)$$

Bunda

$$I = \int r^2 dm = \int \rho r r^2 dv \quad (5)$$

(5) dagi integrallar jismning butun hajmi bo'ylab olingan. Bu erda ρ va r kattaliklar nuqtaning, masalan x , y va z Dekart koordinatalarining funktsiyasidir.

Misol sifatida bir jinsli diskning uning tyokisligiga perpendikulyar va markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momentini topaylik.

Diskni dr qalinlikdagi xalqasimon qatlamlarga bo'lib chiqamiz. Bunday bitta qatlamning barcha nuqtalari o'qdan bir xil r ga teng bo'lgan masofada yotadi. Bunday qatlamning hajmi

$$dv = b2\pi r dr$$

Bu erda – diskning kalinligi. (5)ga asosan

$$I = \rho \int r^2 dv = \rho \int_0^R r^2 b2\pi r dr$$

Bu erda R - diskning radiusi.

$$I = 2\pi b \rho \int_0^R r^3 dr = 2\pi b \rho \frac{R^4}{4}$$

Bundan $m = b\pi R^2 \rho = \nu \rho$ dan

$$I = \frac{mR^2}{2} \quad (6)$$

OO o'qqa nisbatan inertsia momenti SHteyner teoremasidan foydalanib topiladi. TARIF. Istalgan o'qqa nisbatan inertsia momenti I Shu o'qqa parallel bo'lgan va jismning inertsia markazi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti I_0 bilan jismning m massasining o'qlar orasidagi a masofa kvadratiga ko'paytmasining yig'indisiga teng.

$$I = I_0 + ma^2 \quad (7)$$

SHteyner teoremasiga binoan diskning OO o'qqa nisbatan inertsia momenti diskning markazi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan biz topgan inertsia momenti bilan mR^2 ning yig'indisiga teng.

Bu erda R $O'O'$ va OO o'qlar orasidagi masofa.

$$I = \frac{mR^2}{2} + mR^2 = \frac{3}{2} mR^2$$

Shunday qilib, SHteyner teoremasi aslida istalgan o'qqa nisbatan inertsia momentini hisoblashni jismning inertsia markazi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti xisoblashga keltirar ekan.

1. Ingichka bir jinsli sterjining bir o'qqa nisbatan inertsia momenti.

O'q sterjenning A uchidan o'tgan bo'lsin. A

uchidagi o'qning inertsia momenti $I = Rml^2$
deb yozish mumkin.

Bu erda R proporsianallik koeffitsienti bo'lib u jismning faqat shakliga va uning aylanish o'qiga nisbatan joylashishiga bog'lik. 1-jismning biror xarakterli o'lchami yoki uning bir xarakterli nuqtaning aylanish o'qidan uzoqligi tushiniladi. Bizning misolda u sterjenning uzunligi. Sterjenning S markazi uning massalari markazi hisoblanadi.

SHteyner –Gyuygens teoremasiga ko'ra

$$I_A = I_C + m\left(\frac{l}{2}\right)^2$$

I_C kattalikni xar birining uzunligi $l/2$ massasi $\frac{m}{2}$ demak inertsia bo'lgan ikkitta va sterjenlar inertsia momentlari yig'indisi deb qarash mumkin. Shunday qilib

$$I_C = km(l/2)^2$$

$$kml^2 = km(l/2)^2 + m(l/2)^2$$

ga ega bo'lamiz. Bundan $k = \frac{1}{3}$ natijada

$$I_A = \frac{1}{3}ml^2 \quad (1)$$

$$I_C = \frac{1}{12}ml^2 \quad (2)$$

2. Bir jinsli to'g'ri burchakli plastinka va to'g'ri burchakli paralapepidning momenti

$$I_x = \frac{m}{12}b^2$$

$$I_y = \frac{m}{12}a^2 \quad (3)$$

I_f – o'qqa nisbatan inertsia momenti

$$I_f = \frac{m}{12}(a^2 + b^2) \quad (4)$$

$I_f = I_x + I_y$ to'g'ri burchakli paralapepida tomonlarining uzunligi a va b dan iborat bo'lgan asosan markazidan o'tuvchi geometrik o'qqa nisbatan inertsia momentini beradi.

Ingichka doiraviy xalqaning inertsia momenti o'qqa nisbatan inertsia momenti, ravshanki

$$I_f = mR^2 \quad (1)$$

Simmetrikiya $I_x = I_y$ tufayli Shuning uchun

$$I_x = I_y = \frac{1}{2}mR^2 \quad (2)$$

3. Bir jinsli yaxlit tsilindirning ko'ndalang o'qqa nisbatan inertsia momenti.

SHteyner teoremasiga ko'ra d_m massali cheksiz kichik tsilindrning A aylanish

o'qiga nisbatan inertsia momenti.

O'ng tomondagi birinchi qo'shiluvchi bir jinsli ingichka sterjening inertsia momenti uchun yozilgan ifoda bilan mos tushadi. Shuning uchun

$\frac{1}{2}ml^2$ ga teng

$$I_A = \frac{1}{2}ml^2 + \frac{1}{4}mR^2 \quad (1)$$

Agar tsilindrning balandligi $1/2$ va massasi $m/2$ bo'lgan ikkita tsilindrga ajratsak, u xolda tsilindrning massalari markazidan o'tuvchi ko'ndalang geometrik o'qqa nisbatan inertsia momenti (1)dan topish mumkin.

$$I_C = \frac{1}{12}ml^2 + \frac{1}{4}mR^2 \quad (2)$$

4. CHeksiz yupqa devorli kovak sharning inertsia momenti.

$$I = \frac{2}{3}mR^2 \quad (1)$$

Ichi kovak sharning uning diametriga nisbatan inertsia momenti.

5. Bir jinsli yaxlit sharning inertsia momenti.

SHar bir jinsli bo'lganligidan $dm = m \frac{dv}{v}$ bu erda $dv = 4\pi r^2 dr$

Sferik qatlamning hajmi $v = \frac{4\pi}{3}R^3$ butun sharning hajmi.

Sferik qatlamning diametriga nisbatan iner-

tsiya momenti $dI = \frac{2}{3}dmr^2 = 2m \frac{r^4}{R^3} dr$ integrallab yaxlit shar uchun inertsia momentini topamiz.

$$I = \frac{2}{5}mR^2$$

6. Bir jinsli elipsning inertsia momenti.

$$I_f = \frac{m}{4}(a^2 + b^2)$$

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksonomiyasi. Katigoriya.

1. Inertsia momenti ifodasini yozing
2. Inertsia markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti ifodasini yozing.
3. SHteyner-Gyugens teoremasini tariflang.
4. Sterjenning, tsilindrning, yaxlit sharning va doiraviy xalqaning inertsia momenti ifodalovchi formulalarni yozing.
5. Uzunligi 0,5 m massasi 0,2 kg bo'lgan ingichka to'g'ri sterjenning unga perpendikulyar bo'lib uchlarning biridan 0,5m masofada bo'lgan nuqtasidan o'tgan o'qqa nisbatan inertsia momentini toping.

2-asosiy savolni uzlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Inertsia momenti.
 - (1) 172-173 betlar.
 - (2) 180-183 betlar.

- (3) 403-405 betlar.
2. SHteyner – Gyuygens teoremasi.
- (1) 181-188 betlar.
- (2) 211-215 betlar.
- (3) 403-407 betlar.

4-asosiy savol; Matematik va fizik mayatnik.

4-asosiy savolning maqsadi

A. Matematik mayatnikni tushintirish

V. Fizik mayatnikni tushintirish.

Idektiv o'quv maksadlari

1. Aylantiruvchi momentni tushunadi .
2. Matematik mayatnikni tariflay oladi.
3. Matematik mayatnikning tebranish davrini ifodalovchi tenglamani biladi.
4. Fizik mayatnikni tariflay oladi.
5. Fizik mayatnikni tebranish davrini biladi.
6. Keltirilgan uzunlikni tushinadi.

4-asosiy savolning baeni.

Jismning potentsial va kinetik energiyalari.

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 \quad E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mx^2 \quad (1)$$

Ifodalar bilan beriladi. Ulardan xar biri vaqt bo'yicha uzgaradi. Birok

ularning $E = E_p + E_k$ yig'indisi vaqt bo'yicha o'zgarmasdan kolishi kerak .

$$E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mx^2 = const$$

Agar

$$x = a \cos(\omega_0 t + \alpha) \quad (2)$$

dan foydalansak u xolda (1) dan

$$E_p = \frac{1}{2} ka^2 \cos^2(\omega_0 t + \alpha) \quad E_k = \frac{1}{2} m\omega_0^2 a^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha)$$

kelib chikadi yoki $k = m\omega_0^2$ munosabatka ko'ra

$$E_k = \frac{1}{2} ka^2 \sin^2(\omega_0 t + \alpha)$$

ga ega bulamiz.

Kinetik energiya maksimumdan utganda potentsial energiya nolga aylanadi va aksincha. Birok $E = E_k + E_p$ Tula energiya uzgarmydi va a amplituda bilan

$$E = \frac{1}{2} ka^2 \quad (3)$$

munosabat orqali bog'lanadi yoki (3) ga K ning qiymatini kuysak u xolda garmonik tebranishning tula energiyasi

$$E = \frac{1}{2} m\omega_0^2 a^2 \quad (4) \quad \text{ga teng buladi.}$$

Vertikalda etadi. Mayatnikning φ burchakga otganda uni muvozanatga keltirish uchun

$$M = -mgl \sin \varphi \quad (1)$$

Moment tasir kiladi. Bu erda M mayatnikning massasi l –mayatnikning osilish nuqtasi bilan inertsia markazi orasidagi masofa.

Mayatnikning osilish nuqtasi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsia momenti I bilan belgilab

$$I \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi \quad (2)$$

ni yozish mumkin. Kichik tebranishlar uchun (2) bizga malum bo'lgan quyidagi tenglamalar

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0 \quad (3)$$

$$\omega_0^2 = \frac{mgl}{I} \quad (4)$$

Bu erda (1) va (4) quyidagi xulosa chikadi. Muvozanat xolatdan kam otgan vaqtlarda fizik mayatnik garmonik tebranishlar ekan va bu tebranishlarning chastotasi mayatnikning massasiga , mayatnikning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momentiga va mayatnikning aylanish o'qi bilan inertsia markazi oraidagi masofaga proporsional bular ekan.

(2) ga binoan fizik mayatnikning tebranish davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(5) Buni

bilan solishtirsak

$$l_{kel} = \frac{I}{ml} \quad (6)$$

Fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi osilish nuqtasining markazi bilan birlashtiruvchi to'g'ri chizik utida aylanish o'qidan keltirilgan uzunlikka teng masofada etgan nuqta fizik mayatnikning tebranish markazi deyiladi .

SHteyner teoremasiga binoan

$$I = I_0 + ml^2 \quad (7)$$

(7)-(6)

$$l_{kel} = \frac{I_0}{ml} + l \quad (8)$$

(6)-(5)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{kel}}{g}}$$

bundan

$$g = \frac{4\pi^2 l_{kel}}{T^2} \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l_{kel}}}$$

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksamoniyasi . Kategoriya.

1. Matematik mayatnikni tariflang.
 2. Matematik mayatnikni tebranish davrini yozing.
 3. Fizik mayatnikni tebranish davrini yozing.
 4. Keltirilgan uzunlik tenglamasini yozing.
- 4-asosiy savolni uzlashtirish uchun mustaqil ishlar.**

1. Matematik mayatnik..
- (3) 303-305 betlar.
2. (1) 208- 212 betlar.
- (2) 407- 409 betlar.

Adabiyotlar.

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi. Mexanika. Toshkent. O'qituvchi.1981 y
2. S.P. Strelkov. Obhiy kurs fiziki. Mexanika.Moskva. Nao'qa.1975g.
3. S,E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' mexaniki. Moskva. Nao'qa.1971g.

Mavzu. Ish va Energiya. (maruza 2 soat)

Maruzaning rejasi.

1. Mexanik ish.
2. Quvvat.
3. Kuchlarning patentsiol maydoni.
4. Energiya va uning saqlanish qonuni.

Tayanch suz va iboralar.

Kuch	Nyuton	konservativ kuchlar
Traektoriya	Joul	nokonservativ kuchlar
Tasir	Erg	ditsipativ kuchlar
Kuchish	dina	kinetik energiya
Vektor	quvvat	patentsial energiya
Mexanik ish	vatt	relyativistik
Metr	ot kuchi	massa
	Patentsial maydon	tinchlikdagi massa

1-asosiy savol. Mexanik ish.

1-asosiy savolning maksadi.

A. Mexanik ishni tuShuntirish.

V. Ish birliklari bilan tanishtirish.

Identiv o'quv maksadlari.

1. Mexanik ishni tushinadi.
2. Mexanik ishga tarif bera oladi.
3. Mexanik ish tenglamasini eza oladi.
4. Mexanik ish birliklarini biladi.

1-asosiy savolning bayoni.

Faraz kilaylik F kuch ta'sir etayotgan jism biror traektoriya bo'ylab S yulni utgan bulsin. Bunda kuch yo jismning tezligini uzgartirib unga tezlanish beradi yo harakatga karshilik kursatayotgan boshka kuchning ta'sirini kompensatsiyaoaydi.

$$U_2 = U_{20} + A_{20} \quad (3)$$

(2) dan (3) ni ayiramiz va (1) ni xisobga olamiz.

$$U_1 - U_2 = U_0 + A_{10} - U_0 - A_{20} = A_{10} - A_{20} = A_{10} + A_{02}$$

Bunday

$$A_{12} = U_1 - U_2 \quad (4)$$

ya'ni konservativ kuchlarning bajargan ishi sistema potentsial energiyasining kamayishiga teng. Bizga ma'lumki sistemaning kinetik energiyasi birinchi va ikkinchi xolatda bajarilgan ishga kushimcha bog'langan edi, ya'ni

$$A_{12} = E_2 - E_1 \quad (5)$$

(5) va (4) ni tenglab

$$E_2 - E_1 = U_1 - U_2 \quad \text{yoki} \quad E_1 + U_1 = E_2 + U_2$$

Sistemaning kinetik va potentsial energiyalarning yig'indisi uning tula energiyasiga teng. Shunday kilib

$$E_{\text{m}} = E_k + U = \text{const} \quad (6)$$

fakat konservativ (xamda giroskopik) kuchlarga ega bo'lgan sistemadagina tula energiya o'zgarmas koladi. Bu erda potentsial energiya kinetik energiyaga aylanishi va aksincha bulishi mumkin, lyokin sistemaning energiya zapasi uzgarmaydi. Bu konun mexanikada energiyaning saqlanish qonuni deb ataladi. a) jismning bir jinsli ogirlik maydonidagi potentsial energiyasi ogirlik

kuchi maydonida Er sirti yakinida
massali jismning
potentsial energiyasi $U = mgh$
bu erda $h \cdot U = 0$ bo'lgan satxda
ulchangan balandlik U ning xisob
boshini ixtiyoriy tanlab olish
mumkin kiymatlarga ega bulishi
mumkin. Masalan h cho'qurlikda
yotgan jismning potentsial energiyasi

$$U = -mgh$$

b) CHuzilgan prujinaning potentsial energiyasi.

Purjinani chuzganda yoki qisqanda
vujudga keladigan elastik kuchlar
markaziy kuchlar deyiladi va ular
konservativ kuchlar xisoblanadi.

$F = Rx$ Go'q qonuni. Purjina
deformatsiyalangan xolatdan
deformatsiyalanmagan xolatga utadi

$$A = \int_0^x F dx = K \int_0^x x dx = \frac{1}{2} Rx^2$$

F kuch

ish bajaradi. Agar prujinali deformatsiyalangan xolatdagi elastik energiyasini nolga teng deb olishiga shartlashilsa u vaqtda

4. Majburiy tebranishlar.

Tayanch soʻz va iboralar:

Davriy jarayonlar, ogʻirlik kuchi, Majburiy tebranishlar.
Tebranishlar, massa Purjinali mayatnik
Garmonik tebranishlar, erkin tushish tezlanishi.
Amplituda, Mayatnik. CHastota.
Koordinata Fazalar kuch
Tebranishlar chastotasi Xususiy chastota Tebranishlar davri
Doyraviy chastota Gerts Ogʻirlik markazi
Xususiy tebranishlar energiya

1-asosiy savol; Doyraviy jarayonlar. Garmonik tebranishlar.

1-asosiy savolning maqsadi;

A. Doyraviy jarayonlarni tushuntirish.

B. Garmonik tebranishlarni tushuntirish

Identiv uquv maqsadlari.

1. Doyraviy jarayonlarni tushunadi.
2. Garmonik tebranishlarning tarifini biladi
3. garmonik tebranishlar qonunini biladi

1-savolni bayoni;

Doyraviy ravishda takrorlanib turadigan harakat tebranma harakat deyiladi.

Takrorlanayotgan protsessning fizik tabiatiga qarab tebranishlar;

Mexanik , elektromagnit, elektroMexanik va h. k. tebranishlarga ajraladi. Tebranayotgan sistemaga koʻrsatayotgan tasirning harakteriga qarab tebranishlar erkin yoki xususiy, majburiy avto va parametrik tebranishlarga boʻlinadi.

Bir marta turtki berilgandan yoki muvozanat holatidan chiqarilgandan keyin oʻzicha tebranadigan sistemadan yuz beradigan tebranishga erkin yoki xususiy tebranishlar deb ataladi. Bunga misol qilib ipga osilgan sharchaning tebranishini olish mumkin. Davriy ravishda oʻzgaruvchan tashqi kuch tasirida boʻladigan tebranishlar majburiy tebranishlar deb yuritiladi . Bunga ustidan odamlar tartibli qadam tashlab oʻtayotgan koʻprikning tebranishlari misol boʻla oladi. Avto tebranishlarda ham tebranuvchi sistemaga tashqi kuchlar tasir qiladi. Lekin tashqi tasirni sistemaning oʻzi boshqaradi. Avto tebranuvchi sistemaga soat misol boʻlishi mumkin. Parametrik tebranishlar vaqtida tashqi tasir hisobiga sistemaning biror parametri masalan; Tebranayotgan sharcha osib turgan ipning oʻzunligi davriy ravishda oʻzgarib turadi. Eng soddagina tebranish bu garmonik tebranishdir. Garmonik tebranish Shunday xodisa sekunda tebranuvchi kattalik masalan; mayatnikning ogʻishi vaqt boʻyicha kosinus yoki sinus qonuni boʻyicha oʻzgaradi.

Garmonik tebranishlar;

Prujinaga osib qoʻyilgan massadan iborat sistemani qarab chiqaylik.

Muvozanat holatida mg kuch $x\Delta l_0$ elastik kuch bilan muvozanatlashadi.

$$mg = k\Delta l_0 \quad (1)$$

Agar sharchani muvozanat holatidan
 X masofaga olib o'tsak u holda prujina
 $\Delta l_0 + x$ ga o'zaygan bo'ladi va natijaviy
 kuchning X uqga proektsiyasi quyidagi
 qiymatni oladi.

$$F = mg - k(\Delta l_0 + X) = mg - k\Delta l_0 - kx$$

Bundan

$$F = -kx \quad (2)$$

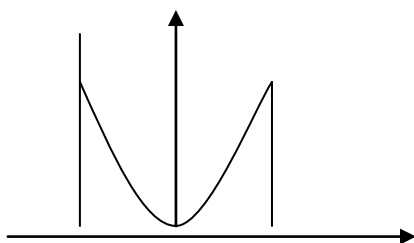
(2) da manfiy ishora siljish bilan kuchni qarama--qarshii yo'nalganligini anglatadi. Agar sharcha muvozanat holatidan pastga qarab og'sa ($x > 0$) kuch yuqoriga qarab yo'naladi. ($F > 0$) odatda bunday kuchlar kvazielastik kuchlar deb ataladi. Sistemani X ga siljitish uchun kvazielastik kuchga qarshi quyidagicha ish bajarish kerak.

$$A = \int_0^x (-F)dx = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}$$

Demak .Kvazielastik kuch tasir etayotgan sistema muvozanat holatda X masofaga siljiganda

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (3)$$

potentsial energiyaga ega bo'lar ekan.



Agar prujinaga osilgan sharchani
 $X = A$ ga siljitib sistemani o'z

Holiga qo'ysak u holda sharcha

$F = -kx$ kuch tasirida o'zini
 dastlabki muvozanat holatiga

$v = x$ tezlik bilan harakatlanadi.

Bunda sistemaning potentsial energiyasi kamaya boradi. Lekin tobora ortib boruvchi kinetik energiya maydonga keladi. SHarcha muvozanat holatiga qaytgandan keyin inertsia bilan harakatini davom ettirib $X = -a$ to'xtaydi. SHarcha uchun Nyuton 2-qonunining tenglamasi quyidagi kurinishga ega bo'ladi.

$$mx = -kx$$

Bu tenglamani quyidagicha o'zgartiramiz.

$$x + \frac{k}{m}x = 0 \quad (4)$$

Buni.

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad (5)$$

belgilab (5)-(4) ω haqiqiy son.

$$x + \omega_0^2 x = 0 \quad (6)$$

Bu tenglamaning umumiy echimi quyidagi kurinishga ega.

$x = a \cos(\omega_0 t + \alpha)$ (7) yoki $x = a \sin(\omega_0 t + \alpha') \alpha' = \alpha + \frac{\pi}{2}$
 bu erda a va h –ixtiyoriy kattaliklar.

Sistemaning muvozanat holatidan eng qatta og'ish tebranishi amplituda deyiladi. $(\omega_0 t + \alpha)$ tebranish fazasi $\alpha \cdot t = 0$ dagi tebranishning boshlang'ich fazasi deyiladi. Tebranish davri qo'ydagi shartdan topiladi.

$$[\omega_0(t+T) + \alpha] = [\omega_0 t + \alpha] + 2\pi$$

bunda

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad (8)$$

Vaqt birligi ichidagim tebranishlar soni ν tebranish chastotasi deyiladi vaqt t bilan qo'ydagicha bog'langan

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (9)$$

Chastota birligi deb davri 1 sekundaga teng bo'lgan tebranishning chastotasi qabul qilingan. B birlik gerts (Gts) deb ataladi. $10^3 \text{ Gts} = 1 \text{ kGts}, 10^6 \text{ Gts} = 1 \text{ MGts}$ (8) dan

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} \quad (10)$$

Shunday qilib $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ sekund ichidagi tebranishlar sonidan iborat ekan. kattalikning aylanaviy yoki tsiklik chastota deyiladi.

$$\omega_0 = 2\pi\nu \quad (11)$$

(7) ni vaqt bo'yicha differentsiallab, bilan tezlik ifodasini topamiz.

$$v = x' = -a\omega_0 \sin(\omega_0 t + \alpha) = a\omega_0 \cos(\omega_0 t + \alpha + \frac{\pi}{2}) \quad (12)$$

tezlanish

$$a = x'' = -a\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \alpha) = a\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \alpha + \pi)$$

Nazorat topshiriqlari B.Blum taksamoniyasi **Kategoriya.**

1. Davriy jarayonni tushuntirish.
2. Davriy ravishda beradigan tebranishlarning turlarini aytib bering.
3. Garmonik tebranishlarga ta'rif bering.
4. Prujinali mayatnik misolida garmonik tebranishlarni tushuntiring.

5. Guk qonunini tuShuntring.
6. Garmonik tebranishlar qonunini ta'riflang.
7. Sistema muvozanat holatidan chiqarilganda potentsial energiya ifodasini yozing.
8. Tebranish davri va chastotasini tuShuntiring.
9. Tebranuvchi sistemaning tezligini tezlanishini ifodalovchi tenglamani tuShuntiring.

1- asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Davriy jarayonlar.
 - (1) 202-204 betlar.
 - (2) 430-431 betlar.
 - (3) 587-588 betlar.
2. Garmonik tebranishlar.
 - (1) 204-206 betlar.
 - (2) 431-434 betlar.
 - (3) 588-590 betlar.

2- asosiy savol: Xususiy tebranishlar. Garmonik tebranishlar energiyasi.

2- asosiy savolning maqsadi:

- a) Matematik va fizik mayatnikni tuShuntirish.
- b) Garmonik tebranishlar energiyasini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari:

1. Matematik mayatnikni tebranishni tuShuntira oladi.
2. Fizik mayatnikni tuShuntira oladi.
3. Garmonik tebranishlar energiyasini biladi.

2- asosiy savolning bayoni: e Jismning potentsial va kinetik energiyalari

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 \quad E_k = \frac{1}{2} mx^2 \quad (1)$$

ifodalar bilan beriladi. Ulardan har biri vaqt bo'yicha o'zgaradi. Biroq ularning $E = E_p + E_k$ yig'indisi vaqt bo'yicha o'zgarmasdan qolishi kerak.

$$E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mx^2 = const \quad (2)$$

Agar

$$x = a \cos(\omega_0 t + a)$$

dan foydalansak u holda (1) dan

$$E_p = \frac{1}{2} ka^2 \cos^2(\omega_0 t + a) \quad E_k = \frac{1}{2} m\omega_0^2 a^2 \sin^2(\omega_0 t + 2)$$

kelib chiqadi yoki

$$E_k = \frac{1}{2} ka^2 \sin^2(\omega_0 t + a)$$

munosabatga kura ega bo'lamiz.

Kinetik energiya maksimumdan o'tganda potentsial energiya nulga aylanadi va aksincha. Biroq $E = E_k + E_p$ to'la energiya o'zgarmaydi va f ampulituda bilan

$$E = \frac{1}{2} ka^2 \quad (3)$$

munosabat orqali bog'lanadi yoki (3) ga k ning qiymatini qo'ysak u holda garmonik tebranishning to'la energiyasi

$$E = \frac{1}{2} m \omega_0^2 a^2 \quad (4)$$

ga teng bo'ladi.

Matematik mayatnik:

Matematik mayatnik deb vazinsiz va chizilmaydigan ip bilan unga osilgan bir nuqtada mujassamlangan massadan iborat ideal sistemaga aytiladi.

Mayatnikning muvozanat holatidan og'ishini ip vertikal bilan hosil qilgan φ burchak orqali harakterlaymiz. Mayatnik o'z muvozanat holatidan og'gan vaqtda

$ml \sin \varphi$ ga teng aylantiruvchi M moment yuzaga keladi. U $ml \sin \varphi$ Shunday yo'nalganki, mayatnikni muvozanat holatiga qaytarishga intiladi. Shu xususiyati jihatidan bu kuch kvazielastik kuchga uxshaydi. Shu sababdan kuch bilan siljish kabi M bilan φ ga qarama-qarshii ishoralar berilishi kerak. Demak aylantiruvchi momentning ifodasi quyidagi kurinshga ega bo'ladi.

$$M = -mgl \sin \varphi$$

Mayatnik uchun aylana harakat denamikasi tenglamasini yozaylik. Burchak tezlanishini bilan belgilakb mayatnikning inertsia momentiga teng ekanligini hisobga olib quyishni topamiz.

$$ml^2 \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi$$

Sungi tenglamani

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{\ell} \sin \varphi = 0 \quad (2)$$

kurinishga keltirish mumkin.

Kichik tebranishlarning tekshirish bilan chegaralanaylik. Bu holatda deb olish mumkin. Undan tashqari

$$\frac{g}{\ell} = \omega_0^2 \quad (3)$$

belgini kiritib, quyidagi tenglamani topamiz.

$$\ddot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = 0 \quad (4)$$

uning echimi

$$\varphi = a \cos(\omega_0 t + a) \quad (5)$$

Demak kichik tebranishlar uchun matematik mayatnikning og'ish vaqti bo'yicha garmonik o'zgarar ekan.

Matematik mayatnikning tebranish davri $T = 2\pi/\omega_0$ dan

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g}} \quad (6)$$

Fizik mayatnik.

Inertsiya markazi bilan ustma-ust tushmaydigan q-o'zg'almas nuqta atrofida tebranish xususiyatiga ega bo'lgan qattik jism fizik mayatnik deb ataladi. Muvozanat holatida mayatnikning S inertsiya markazi O osilgan nuqtasi bilan bir vertikalda yotadi. Mayatnikning φ burchakka og'ganda uyi muvozanatga keltirish uchun

$$M = -mgl \sin \varphi \quad (1)$$

Moment tasir qiladi. Bu erda mayatnikning massasi, -mayatnikning osilish nuqtasi bilan inertsiya markazi orasidagi masofa.

Mayatnikning osilish nuqtasi orqali utuvchi uqqa nisbatan inertsiya momenti U bilan belgilab

$$I \ddot{\varphi} = -mgl \sin \varphi \quad (2)$$

ni yozish mumkin . Kichik tebranishlar uchun (2) bizga malum bo'lgan quyidagi tenglamalar.

$$\ddot{\varphi} + \varphi_0^2 \varphi = 0 \quad (3)$$

Bu erda $\varphi_0^2 = \frac{mgl}{I}$ (4)

(5)va (4) quyidagi xulosa chiqadi; muvozanat holatdan kam og'gan vaqtlarda fizik mayatnik garmonik tebranishlar ekan va bu tebranishlarning chastotasi mayatnikning massasiga , mayatnikning aylanish uqiga nisbatan inertsiya momentiga va mayatnikning aylanish uqi bilan inertsiya markazi orasidagi masofaga propartsional bo'lar ekan

(6) ga binoan fizik mayatnikning tebranish davri.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(5) Buni bilan solishtirsak

$$l_{km} = \frac{I}{ml} \quad (6)$$

Fizik mayatnikning keltirilgan o'zunligi osilishi nuqtasining markazi bilan birlashtiruvchi to'g'ri chiziq ustida aylanish uqidan keltirilgan o'zunlikka teng masofada yotgan nuqta fizik mayatnikning tebranish markazi deyiladi.

SHteyner teoremasiga binoan

$$I = I_0 + ml^2 \quad (7)$$

$$(7)-(6) \quad l_{kl} = \frac{I_0}{ml} + l \quad (8)$$

$$(6)-(5) \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{KE1}}{g}}$$

$$\text{bundan} \quad g = \frac{4\pi^2 I_{KE1}}{T^2}$$

$$\varphi_0 = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l_{KK}}}$$

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksamoniysi. Katigoriya.

1. Matematik mayatnikning tuShuntirish va tariflang.
2. Matematik mayatnikning harakat tenglamasini keltirib chiqaring.
3. Fizik mayatnikni tuShuntirish va tariflash.
4. Fizik mayatnikning harakat tenglamasini keltirib chiqaring.
5. Matematik va fizik mayatnikning tebranish davrini tuShuntirish
6. Garmonik tebranishlar energiyasini yozing.
7. Garmonik tebranishlarenergiyasini tuShuntirish.

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Matematik va fizik mayatnik.
 - (1) 208-210 betlar.
 - (2) 432-437 betlar.
 - (3) 303-304 betlar.
2. Garmonik tebranishlar energiyasi.
 - (1) 206-207 betlar.
 - (2) 437-442 betlar.

Adabiyotlar;

1. D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi. Mexanika. Toshkent. O'qituvchi. 1981y
2. S.P. Strelkov . Obhiy kurs fiziki. Mexanika. Moskva. Nauka. 1975g
3. S.E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' Mexaniki. Moskva. Nauka. 1971g.

Mavzu; Noinertsial sanoq sistemalari. (maro'za 6 soat)

Maro'zaning rejasi;

1. Noinertsial sanoq sistemasi. Inertsia kuchlari.
2. Markazdan qochma inertsia kuchi. Kariolis kuchi.
3. Kepler qonunlari.
4. Butun olam tortishish qonuni.
5. Gravitatsion va inert massa.
6. Kosmik tezliklar.

Tayanch so'z va iboralar.

Inertsial	burchak tezlik	noinertsial	planeta
Sanoq sistema	fokus	inertsia kuchlari	ellips
Tezlanish	radius vektor	massa	aylanish davri
Kuch	orbita	inert massa	kosmik tezlik
Gravitatsion massa og'irlik kuchi gravitaion doymiysi ish.			

1- asosiy savol; Noinertsial sanoq sistemasi . Inertsia kuchlar.

1-asosiy savolning maqsadi;

1. Noinertsial sanoq sistemasini tuShuntirish.

2. Inertsia kuchlarini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari.

1. Inertsial sanoq sistemasini biladi.

2. Noinertsial sanoq sistemasini biladi.

3. Inertsiya kuchlarini tuShunadi.

1- asosiy savolning bayoni;

YUqorida bayon qilinganidek , Nyuton qonunlari faqat inertsial sanoq sistemalaridagina to'g'ri holos. Barcha inertsial sistemalarga nisbatan berilgan jism bir xil tezlanishga ega bo'ladi.. Istalgan noinertsial sanoq sistema inertsial sanoq sistema inertsial sanoq sistemalarga nisbatan biror tezlanish bilan harakatlanganligi sababli jismning noinertsial sanoq sistemasidagi.

Tezlanishi. $\vec{w}$ dan farqli bo'ladi.

$$\vec{w} - \vec{w}^1 = \vec{a} \quad (1)$$

Agar noinertsial sistema inertsial sistemaga nisbatan ilgarilanma harakatlansa , u holda $\vec{a}$ noinertsial sistemalarga nisbatan berilgan jism bir xil tezlanishga ega bo'ladi. Aylanma harakat vaqtida noinertsial sistemaning turli nuqtalarining tezlanishlari turlicha bo'ladi.

Faraz qilaylik. boshqa jismlar tomonidan berilgan jismga kursatilayotgan barcha kuchlarning umumiy tashkil etuvchi ga teng bo'lsin. U holda Nyutonning 2-qonuniga asosan

$$\vec{W} = \frac{1}{m} \vec{F}$$

Noinertsial sanoq sistemaga nisbatan tezlanish esa (1) ga mos ravishda quyidagi kurinishda yozish mumkin.

$$\vec{W}^1 = \vec{W} - \vec{a} = \frac{1}{m} \vec{F} - \vec{a}$$

Shunday qilib agar jismga qo'yilgan barcha kuchlarning tashkil etuvchisi nolga teng bo'lsa ham jism noinertsial sanoq sistemaga nisbatan $-\vec{a}$ tezlanish bilan . YAni unga $-m\vec{a}$ ga teng kuch tasiri tufayli yuzaga chiqadigan kuchlar bilan bir qatorda inertsiya kuchlar deb ataluvchi $\vec{F}_{in}$ kuchlar ham hisobga olinsa dinamika tengliklaridan foydalanish mumkin .

$$\vec{F}_{in} = -m(\vec{w} - \vec{w}^1) = -m\vec{a} \quad (2)$$

U holda Nyutonning 2-qonuni tenglamasi noinertsial sanoq sistemasidan quyidagi kurnishga ega bo'ladi.

$$m\vec{W}^1 = \vec{F} + \vec{F}_{in} \quad (3)$$

1. Aravacha tinch holatda turibdi

yoki $\varphi_0 = 0$ harakat qilatyotgan bo'lsin.

Bunda $\vec{F}_2 = \vec{P}$ 2. U φ_0 -tezanish bilan ilgarilanma harakat qilsin.

$$F_{in} = -m\vec{\varphi}_0 \text{ kuch bilan tasir qiladi}$$

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksamoniysi. Katigoriya.

1. Inertsial sanoq sistemasini tariflang.
2. Inertsial sanoq sistemasi deganda qanday sistemani tuShunasiz.
3. Inertsial kuchlar qanday kuchlar.
4. Kuch deb nimaga aytiladi.
5. Aylanish davriga tarif bering.
6. Gravitatsiya doymiyysi nimaga teng.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Noinertsial sanoq sistemasi. Inertsiya kuchlar.

(1)

(2)

(3)

2-asosiy savol; Markazdan qochma inertsiya kuchi. Korioli kuchi.

2-asosiy savolning maqsadi;

A. Aylanuvchi noinertsial sanoq sistemasidan inertsiya kuchlarini tuShuntirish

B. Kariolis kuchini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari;

1. Inertsiya kuchini biladi.

2. Markazdan qochma inertsiya kuchini tuShunadi.

3. Kariolis kuchini tuShunadi.

4. Kariolis tezlanishini biladi.

2-asosiy savolning bayoni;

O'ziga perpendikulyar o'tgan z^1 uqqa nisbatan ω burchak tezlik bilan aylanuvchi diskni tekshiraylik. Disk aylanganda sharcha shunday vaziyatni egallaydigan unda prujinaning taranglanish kuchi sharga massaning markazga intilma tezlanishga ko'paytmasiga yani $\omega^2 R$ ga teng bo'ladi.

$$F_{in} = m\omega^2 \vec{k} \quad (1)$$

kuch markazdan qochma inertsiya kuchi deyiladi. Jismlarning er sirtiga nisbatan harakatiga doir masalalarini aniq echkanda. Inertsiya kuchini hisobga olish kerak. Jism aylanayotgan sanoq sistemasiga nisbatan harakatlanganda markazdan qochma inertsiya kuchidan tashqari Kariolis kuchi yoki Kariolis inertsiya kuchi deb ataluvchi yana bitta kuch yuzaga keladi. Bu erda OA yo'nalishda v^1

Tezlik bilan sharchani yumalatamiz va disk ko'zgalmas deb qaraymiz. So'ng diskni aylantirsak

u vaqtda sharcha OV punktir bo'ylab dumalaydi, Shu bilan birga bunda uning diska nisbatan tezligi v^1 o'z yo'nalishini o'zgartiradi. Demak aylanayotgan sanoq sistemaga nisbatan sharga guyo unga

uning $\vec{v}$ tezligi tik yo'nalgan $\vec{F}_k$ kuch ta'sir ko'rsatganday bo'ladi.

Karilos tezlanishning vektor formsasi qo'ydagicha

$$W_k = \vec{a}k = 2[\omega \cdot \vec{v}] \quad (2)$$

yoki moduli

$$a_n = 2\omega \cdot v'$$

$$(2)\text{ni mga ko'paytirib } F_k = 2m[v'10] \quad (3)$$

jisimlarning er sirtiga nisbatan harakati bilan bog'lik bo'lgan xodisalarni tuShuntirayotganda ko'p hollarda Kariolis kuchlarini hisobga olishga to'g'ri keladi.masalan, jismlar erkin tushayotganda ularga Kariolis kuchi ta'sir qilib,ularni osilish chizig'idan sharqq qarab og'adilar.

Bu kuch ekvatorida maksimum bo'lib , qutiblarda nolga aylanadi.

Nazorat topshiriqlari B.Bo'lm taksanomiyasi.

Kategoriya.

- 1.Inertsiya kuchini tuShuntirib bering.
- 2.Markazdan qochma inertsiya kuchining tenglamasini yozing.
- 3.Kariolis kuchini tuShuntirig.
- 4.Kariolis tezlanishning tezlanishini ifodasini yozing.
- 5.Inertsiya nima?
- 6.Kariolis kuchi erning turli nuqtalarida qanday?
- 7.Kariolis kuchi geog'rafik kenglikka bog'liqmi?
- 8.Markazga intilma tezlanish ifodasini yozing.

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

- 1.markazdan qochma kuch.Kariolis kuchi.

(1)

(2)

(3)

3-asosiy savol:Kepler qonunlari.

3-asosiy savolning maqsadi:

A. Kepler qonunlari butun olam tortishishishi qonuning asosi ekanligiA. Kepler qonunlari butun olam tortishishishi qonuning asosi ekanligii tuShuntirish.

B. Kepler qonunlaring tuShuntiring.

Identiv uquv maqsadi:

1. Kepler qonunidan butun olam tortishish qonuni kelib chikishini biladi.
2. Kepler qonunlarini biladi.
3. Kepler qonunlarini tahlil qila oladi.

3-asosiy savolning bayoni;

Nyutonning butun olam tortishish qonunini kashf qilishga planyotalarharakti uchun Kepler tomonidan ochilgan uchta qonuni asos bo'ylab haraktlanadi.

1. *Barcha planyotalar fokuslardan birida Quyosh joylashgan ellipslar bo'ylab harakatlanadi.*
2. *Planyotaning radius vektori teng vaqtlar ichida teng yuzalar chizadi*
3. *Planyotalarning Quyosh atrofida aylanish davrlarining kvadratlari, ular orbitalarining kata yarim uqlari kublarining nisbatiga teng.*

Keplerning birinchi qonuni planyotalar markaziy kuchlar maydonida harakatlanishini kursatadi. Soddishtirish uchun orbitalar ellips emas, aylanalaridan iborat deb olib planyotaning harakat tezlanishini quyidagi kurinishda yozish mumkin:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

v- planyotaning harakat tezligi, orbitaning radiusi. Tezlikni $v = 2\pi r / T$ bilan almashtiraylik. (T- planyotaning Quyosh atrofida aylanish davri)

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

Sungi ifodaga asosan planyotalarga Quyosh tomonidan kursatiladigan ta'sir kuchlarining nisbati quyidagicha yoziladi.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 a_1}{m_2 a_2} = \frac{m_1 r_1 T_2^2}{m_2 r_2 T_1^2}$$

Keplerning uchinchi qonuniga binoan aylanish davrlari kvadratlarning nisbatini orbitallar radiuslarining kublari nisbati bilan almashtirilib quyidagini topamiz.

$$F_1 : F_2 = \frac{m_1}{r_1} 2 : \frac{m_2}{r_2}$$

Shunday qilib, Keplerning 3- qonunidan planyotaning Quyoshga tortishish kuchi planyotaning massasiga to'g'ri proporsional.

Rasmdan kurinib turibdiki, dt ds
vaqtida radius vektor chizgan
yuz vdt asosining burchak balandligini l ga
ko'paytmasining yarmiga teng. (-planyotaning
impuls momenti) dsidt- sektorial tezlik deyiladi

va u $d \cdot s \cdot i \cdot d \cdot t - 4l \cdot m$ ga teng.

Kuchlarning markaziy maydonida impuls momenti o'zgarmaydi. Demak, planyotaning sektoriyal tezligi ham o'zgarmasligi kerak. Bu vaqtning teng oraliqlari ichida radius vektor teng yuzalar chizishini bildiradi.

Nazorat topshiriqlari B.Blum taksamoniyasi.

Kategoriya.

1. Keplerning qonunlari Nyutonning qaysi qonunini yaratishga olib keldi.
2. Kepler qonunlari nechta ekanligini ayting.

3. Kepler qonunlariga ta'rif bering.
4. Kepler doimiysi nimalarga bog'lik?
5. Aylanish davriga ta'rif bering.
6. Sektorial tezlik ifodasini yozing.
7. Markaziy kuch maydonidagi harakat qanday harakat?

3- asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Kepler qonunlari.

(1) 303-304 betlar.

(2)

(3)

2. Kepler doimiysi.

(1) 304 byot.

4- asosiy savol. Butun olam tortishish qonuni.

4- asosiy savolning maqsadi:

A. Butun olam tortishish qonunini tushuntirish.

B. Gravitatsion doimiysini aniqlash tajribalarini tushuntirish.

Identiv uquv maqsadlari:

1. Butun olam tortishish qonuni Kepler qonunining mahsuli ekanligini biladi.
2. Butun olam tortishish qonunini biladi.
3. Gravitatsiya doimiysini aniqlash tajribalarini biladi.
4. Gravitatsiya doimiysining son qiymatti va birligini biladi.

4- asosiy savolning bayoni:

Tabiatda hamma jismlar o'zaro bir-biriga tortishini Nyuton kashf qilgan bo'lib, *butun olam tortishish qonuni* deb ataladi. Bu qonunga binoan ikkita jismning bir-biriga tortishish kuchi ular jismlarning massalariga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga tesqari proporsionaldir.

$$F = \alpha \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

bu erda α – gravitatsion doimiy deb ataluvchi proporsionallik koeffitsienti

$$\alpha = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ M}^3 / \text{c}^2$$

$$\begin{array}{c} m_1 h_2 w_2 \\ \longrightarrow \longleftarrow \\ r F_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccc} \Delta m_2 & & r_{ik} \delta & & 2 \Delta m \\ \longrightarrow & & \longleftarrow & & \\ \Delta F_{ik} & & \vec{r}_{ik} & & \Delta F_{ki} \end{array}$$

$$\Delta \vec{F}_{ik} = \alpha \frac{\Delta m_i \Delta m_k}{r_{ik}^2} \vec{r}_{ik} \quad \text{br} \quad (2)$$

$$\vec{\Delta k}_{12} = \sum_k \alpha \frac{m_1 \Delta m_k}{r_{1k}^2} \vec{r}_{1k} \quad \text{bir} \quad (3)$$

2-chi jism tomonidan 1-chi jismga tegishli elemntar massaga tasir kursatuvchi kuchlarning teng tasir etuvchisi.

$$\vec{F}_{12} = \sum_2 \sum_k \alpha \frac{\Delta m_i \Delta m_k}{r_{ik}^2} \vec{r}_{ik} \quad (4)$$

ni aniqlash borasidagi birinchi muvafakiyatli ish Kavendish (1798y) amalga oshirgan tajriba 1dan iborat. Kavendish bu tajribada kuchni ulchash uchun juda sezgir bo'lgan burama tarozi usulidan foydalanadi.

$$III = 729\epsilon \quad M = 158\kappa\epsilon \quad \alpha = 6_1670\gamma\theta \quad ; \quad ms/\kappa\epsilon \cdot c^2$$

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksamoniysi Kategoriya.

1. Kepler qonunlaridan butun olam tortishish qonunini kelib chiqishini tuShuntiring.
2. Butun olam tortishish qonunini tariflang.
3. Butun olam tortishish kuchuni yozing.
4. Er va Oy bir biri bilan qanday kuch bilan tortishadi.Tegishli qattaliklarning jadvaldan oling.
5. Gravitatsiya doimiysi kim tomonidan aniqlangan.
6. Gravitatsiya doimiysining son qiymatti nechaga teng.
7. Gravitatsiya doimiysi qanday birliklarda ulchanadi.
8. Markaziy kuch maydonidagi harakat qanday harakat?

4-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Butun olam tortishish qonuni.

(1) 304-305 betlar

- 2.Gravitatsiya doimiysi

(1) 305-309 betlar.

5-asosiy savol; Gravitatsion va inert massa

5-asosiy savlning maqsadi;

A. Gravitatsiya va inert massani tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari;

1. Butun olam tortishish qonunini biladi.
2. Nyutonning 2-qonunini biladi.
3. Gravitatsion massa qanday massa ekanligini tuShunadi.
4. Inert massa qanday massa ekanligini biladi

5-asosiy savolning beni;

Massa ikki xil qonunda; Nyutonning 2-qonunida va butun olam tortishish qonunida ishtirok etadi .Birinchi holda u jismning inert xossalarini harakterlasa , imkkinchidan esa gravitatsion xossalariningyani jismlarning bir-birini tortish xossalarini harakterlaydi.

Geliotsentrik sanoq sistemasida jismning erkin tushishini qarab chiqaylik . Har qanday jismga ham er sirtining yaqinida erning tortishish kuchi tasir kursatadi. Bu

kuch bu erda m_g -berilgan jismning gravitatsion massasi,

M_{ep} -erning gravitatsion massasi, R_{ep} -Er sharining radiusi.

Bu kuch tasirida jism a tezlanish oladi va bu tezlanish F kuchning m_{in} -inert massaga bo'lgan nisbatiga teng.

$$a = \frac{F}{m_{in}} = \gamma \frac{M_{ep} m_g}{R_{ep}^2 m_{in}} \quad (1)$$

Tajribadan topilgan faktlarning hammasi jismlarning inert va gravitatsion ekanligini ko'rsatadi. Bu Shuni anglatadiki, ulchuv birliklarini tegishlicha tanlab olinsa, gravitatsion va inert massalar bir-biriga aynan teng bo'lib qoladi. Shuning uchun ham fizikada to'g'ridan to'g'ri massa haqida gap yuritiladi.

$$a = \gamma \frac{M_{ep}}{R_{ep}^2} \quad (2)$$

$$M_{ep} = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

R_{ep} – Er orbitasining radiusi va Erning Quyosh atrofida to'la aylanish vaqti t malum bo'lsa, Quyoshning M_k massasini topish mumkin.

Ening $a = \omega^2 R_{ep}$ ($\omega = 2\pi/t$) ga teng tezlanish Erning Quyoshga tortishish kuchi tasirida yuzaga keladi. Demak

$$M_{ep} \omega^2 R_{ep} = \gamma \frac{M_{ep} M_k}{R_{op}^2} \quad \text{bo'ladi. Bundan Quyoshning}$$

massasini hisoblab topish mumkin.

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksamoniysi. Katigoriya.

1. Butun olam tortishish qonunini ifodasini yozing.

A. $F = ma$ V. $F_1 = -F_2$ S. $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$

D. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ E. $F = qvb$

2. Nyutonning 2-qonunini ifodasini kursating.

A. $F = ma$ V. $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ S. $F = qvb$

D. $F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$ E. $F_1 = -F_2$

3. Gravitatsion massani tuShuntiring.

4. Inert massani tuShuntiring.

5-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Gravitatsion va inert massa.

(1) 303-309 betlar.

(2)

(3)

6-asosiy savol; Kosmik tezliklar.

6-asosiy savolning maqsadi;

A. Kosmik tezlikni tuShuntirish

Identiv uquv maqsadlari;

1. Kosmik tezliklarni qanday keltirib chiqarishni biladi.

1. kosmik tezlik.
 - (1) 327-330 betlar.
 - (2)
 - (3)

Adabiyotlar:

- 1.D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi. Mexanika.Toshkent. O'qituvchi.1981y
- 2.S.P. Strelkov. Obhiy kurs fiziki . Mexanika. Moskva. Nauka 1975g
- 3.S.E.Xaykin. Fizicheskie osnovo' Mexaniki. Moskva. Nauka. 1971 g.

Mavzu: Suyuqliklar va gazlar Mexanikasi. (ma'ruza-2soat)

Ma'ruzaning rejasi:

1. Bosim haqida tuShuncha.
2. Tinch holatdagi suyuqlik vak gazga bosim taqsimoti.

Tanch so'z va iboralar:

qattik	erkin sirt
Statik	suyuq
Tashqi ta'sir	atmosfera
Gaz	tsilindr
Bosim	modda
Porshen	zichlik
Molekula	ichki ta'sir
Solishtirma og'irlik	xaotik harakat
Kuchlanish	harorat
Hajm	urinma
Kelvin shkalasi	deformatsiya
Normal	bosim kuchi
Paskal	kuch
Baromyotrik	

1- asosiy savol: Bosim haqida tuShuncha.

1- asosiy savolning maqsadi:

- a) Suyuqliklar va gazlar Mexanikasi nima bilan Shug'ulanishini tuShuntirish.
- b) Bosim va uning birliklarini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari:

1. Suyuqliklarda va gazlarda bosim kuchini tuShunadi.
2. Bosimning ta'rifini va qanday birliklarda ulchanishini biladi.
3. Paskal qonunini biladi.

1- asosiy savolning bayoni:

Mexanikaning suyuqlik va gazlarni o'rganish bilan Shug'ulanadigan bo'limi gidroMexanika va feroMexanika deyiladi. Ular o'z navbatida gidrostatika va aerostatika (ular suyuqliqlar va gazlarning muvozanatini urganadi) hamda gidrodinamika va aerodinamika (ular suyuqlik va gazlarning harakatini urganadi) bo'linadidi.

Suyuqlik va gazsimon jismlar Shu bilan harakterlanadiki, ular siljishga qarshilik kursatishmaydiva Shu sabablli istalgancha kichik kuchlar ta'sirida ham o'z shaklini o'zgartira oladi. Suyuqlik yoki gazning hajmini o'zgartirish uchun,

aksincha, ancha qatta chekli tashqi kuchlar zarur. Tashqi ta'sirlar natijasida suyuqliklar va gazlarning hajmi o'zgarganda ularda nihoyat borib tashqi kuchlarning ta'sirini muvozanatlovchi elastik kuchlar yuzaga keladi.

Muvozanatda turgan suyuqlikni tekshiraylik. Muvozanatda turibdi degan so'z, uning aloxi da qismlari bir-biriga yoki ular bilan chegaradosh jismlarga nisbatan kuchmasligini bildiradi. Suyuqlikda fikran Δs yuzacha ajratamiz. Suyuqlikning Shu yuzacha bo'ylab bir-biriga tegib turgan qismlari bir-biriga kattalik jihatdan teng va yo'nalishlari qarama-qarshii bo'lgan kuchlar bilan ta'sir ko'rsatadi. Suyuqlikning Δs yuza ko'rsatadigan ta'sir kuchlarning ΔF teng ta'sir etuvchisi ham yuzaga utkazilgan normal bo'ylab yo'nalgan. YUzacha sirtining birligiga to'g'ri keluvchi kuch suyuqlikdagi bosim deyiladi. YA'ni

$$P = \frac{\Delta F}{\Delta S} \quad (1)$$

Agar suyuqlikning Δs yuzaga ko'rsatayotgan ta'sir kuchi u bo'ylab tekis taqsimlansa, u holda (1) ifoda o'rtacha bosimni ifodalaydi. Berilgan nuqtadagi bosimni topish uchun Δs nolga intiltirmok kerak. Demak nuqtadagi bosim quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$P = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S} = \frac{dF}{dS} \quad (2)$$

Gazdagi bosim ham xuddi Shu yo'l bilan topiladi. Bosim birliklari quyidagicha:

1. SI sistemasi – N/m^2
2. SGS sistemasida – $dina/sm^2$

Undan tashqari bosimni ulchash uchun ko'pincha quyidagi birliklardan ham foydalaniladi.

1. Texnik atmosfera (atm) u $1kgk/sm$ ga teng.
2. Fizik yoki normal atmosfera (atm) u balandligi 760 mm bo'lgan simob ustuni bosimiga teng.

Fizikada bosim ko'pincha millimyotrlarda ulchangan simob ustuni bilan ulchanadi. Bosimning turli birliklari orasida quyidagicha munosabat urinli.

$$1mm.Cumobycyryny = 0.001M \cdot 13.6 \cdot 10^3 \kappa z / M^3 \cdot 9.81M / c^2 = 133H / M^2$$

$$1amM = 760 \cdot 133 = 1.01 \cdot$$

$$1amM = 760 \cdot 133 = 1.01 \cdot 10^{15} H / M^2 = 1.033am$$

$$1am = 9.81 \cdot 10^4 = 0.981 \cdot 10^{15} H / M^2 = 0.968amM$$

$$1\kappa z / M^2 = 9.81H / M^2$$

Nazorat topshiriqlari. B. Blum taksamoniyasi.

Katigoriya.

1. Bosim kuchi deb nimaga aytiladi.
2. Bosim kuchi tasirining natijasi qanday kttaliklarga bog'lik.
3. Bosim deb nimaga aytiladi.
4. Bosim birliklari va ular orasidagi bog'lanishni ayting.
5. paskal qonunini tariflang.
6. Paskal qonunini tariflang

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Suyuqliklarda va gazlarda bosim tuShunchasi.

(1) 444-449 betlar.

(2) 343-347 betlar.

(3) 497-503 betlar.

2-Asosiy savol; Tinch holatda suyuqlik va gazda bosim taqsimoti.

2-Asosiy savolning maqsadi;

A. Tinch turgan suyuqlikda bosim taqsimotini tuShuntirish .

B. Gazdataqsimotini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari;

- 1.Suyuqliklarda gorizantal bo'ylab bosimning bir xil bo'lishini biladi.
- 2.Suyuqliklarda vertikal bo'ylab bosimning o'zgarishini biladi.
3. Gazlarda bosim taqsimotini biladi.

2-asosiy savolning bayoni;

Agar suyuqlikda (yoki gazda) hajm kuchlari bo'lmasa, u holda butun hajmda bosimning o'zgarmay qolishi muvozanat shartidan iborat bo'lgan bo'lar edi. (Paskal qonuni)

Haqiqattan ham , suyuqlikda ixtieriy orientirilangan balandligi Δl ga teng va asosan Δs ga teng tsilindrik hajm ajrataylik.

$P + \Delta P$ Agar bir-biridan Δl masofada yotgan nuqtalarda bosim ΔP ga farq qilsa, uvaqtda tsilindrning uqi bo'ylab $\Delta P \cdot \Delta S$ kuch tsir ko'rsatayotgan bo'ladi va buning natijasida suyuqlik harakatga kelib muvozanat bo'zilgan bo'lar edi. Demak, hajm kuchlari bo'lmagan sharoitda muvozanat holatdagi suyuqlikning istalgan joyi uchun $\Delta P / \Delta l = 0$ kanoatlantirishi zarur. Bunda $P = const$ dega xulosa chiqadi. Hajm kuchlari bor bo'lganda bosim qanday taqsimlanishini tekshiraylik. Suyuqlikda garizantal joylashgan ΔS kesimli tsilindr shaqildagi «qotgan» hajm ajratamiz.

Hajm kuchlari vertikal yo'nalganligi uchun tsilindr uqi bo'ylab ikkita

$P_1 \Delta S$ va $P_2 \Delta S$ kuchlar tasir etadi. Muvozanat shartidan $P_1 = P_2$ ekanligi kelib chiqadi. Demak, suyuqlikning bir xil balandlikda (yani bitta gorizantal tekislikda) yotgan

barcha nuqtalarida bosim bir xil qiymatga ega bo'lar ekan. Endi qotgan tsilindrik hajmi Shunday tanlab olaylikki, uning uqi vertikal yo'nalgan bo'lsin.

Bu holda tsilindr ostiga uning uqi bo'ylab kursatilgan bosim kuchidan tashqari hajm kuchi $\rho gh\Delta S$ tasir ko'rsatadi. Bunda ρ suyuqlik zichligi, h tsilindrning balandligi. Bunda muvozanat sharti quyidagi kurinishga ega bo'ladi.

$$P_2\Delta S = P_1\Delta S + \rho gh\Delta S$$

ΔS ga kisQartirib quyidagini topamiz.

$$P_2 = P_1 + \rho gh$$

Shunday qilib ikkita turli balandliklardagi bosimlar bir-biridan Shu balandliklar orsida yotgan kundalang kesimi birga teng bo'lgan suyuqlik vertikal ustunning og'irligiga teng qiymatga farq qilar ekan.

Nazorat topshiriqlari B. Blum taksamoniyasi. Katigoriya.

1. Suyuqliklarda garizantal bo'ylab bosim taqsimoti qanday bo'ladi.
2. Garizantal bo'ylab bosim taqsimoti uchun muvozanat shartini yozing.
3. Vertikal bo'ylab bosim taqsimotida qanday kuchlar tasir etadi.
4. Vertikal hol uchun muvozanat shartining ifodalang.
5. Gazlarda bosim taqsimotini tuShuntiring.
6. Baromyotr formulalarning fizik manosini tuShuntiring.

2-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Tinch turgan suyuqlikda va gazda bosim taqsimoti.
 - (1) 348-351 betlar
 - (2)
 - (3)

3-asosiy savol ; Arximed qonuni.

3-asosiy savolning maqsadi;

A. Itarib chiQaruvchi kuchlarni tuShuntiring.

B. Arximed qonunini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari;

1. Suyuqlikka botirilgan jismga qanday kuchlartasir qilishini biladi.
2. Arximed qonunini tarifini biladi.
3. Arximed kuchi qanday kattaliklarga bog'lik ekanligini biladi.

Asosiy savolning bayoni;

Turli balandliklardagi bosimlar har xil bo'lganligi natijasida suyuqlik gaz ichida turgan jismlarga tasir etuvchi itarib chiqarish kuchlari yuzaga keladi.

Arximed qonuni

Suyuqlik o'ziga botirilgan jismga yuqoriga tik yo'nalgan va jimsning botirilgan qismi hajmdagi suyuqlikning og'irligiga teng kuch bilan tasir etadi.

parallelepipedning en tomonlariga o'zaro teng va qarama –qarshi yo'nalgan bosim kuchlari tasir qiladi. parallelepipedning yuqori va pastgi tomonlariga bosimning tasir kuchlari mikdoirga teng emas, chunki parallelepipedning ustki tomoni h chuqurlikda , pastki tomoni

esa suyuqlikdan h_2 chuqurlikda turibdi. Shu sababli $F_1 = \rho g h_1 s$ va $F_2 = \rho g h_2 s$ F_1 va F_2 kuchlarining teng tasir etuvchisi Arximed kuchidir. F_2 ning qiymatti F_1 dan qatta bo'lganligi tufayli (chunki) Arximed kuchining (F_A) yo'nalishi F_2 kuch ning yo'nalishi bilan aniqlanadi.

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho g h_2 s - \rho g h_1 s = \rho g (h_2 - h_1) s = \rho g v$$

Umuman suyuqlikka botirilgan jimga ikki kuch tasir etadi;

- 1) jismning og'irlik kuchi (tik ravishda pastga yo'nalgan)
- 2) Arximed kuchi (tik ravishda yuqoriga yo'nalgan)

Suyuqlikka botirilgan zichligi $\rho_{\text{жидк}}$, hajmi V bo'lgan jismning oirlik kuchi.

$$P = \rho_{\text{жидк}} g v$$

Agar $P > F_A$ yani $\rho_{\text{жидк}} > \rho$ bo'lsa, jism chuqadi.

Agar $P = F_A$ yani $\rho_{\text{жидк}} = \rho$ bo'lsa , jism suyuqlik ichida qalqiydi, yani muvozanatda bo'ladi.

Agar $P < F_A$ yani $\rho_{\text{жидк}} < \rho$ bo'lsa .Jism suyuqlikda chukmaydi.

Nazorat topshiriqlari.B. Blum taksamoniyasi. Katigoriya.

1. Suyuqlikka botirilgan jismga qanday kuchlar tasir qilishini aytib bering.
 2. Og'irlik kuchi bilan Arximed kuchining yo'nalishi bir-biriga nisbatan qanday.
 3. Arximed qonunini tariflab bering.
 4. Arximed qonunini gazlarga kullab bo'ladimi.
 5. Arximed kuchi qanday kuch.
 6. Arximed kuchi qanday qattaliklarga bog'lik .
 7. Suyuqlikka botirilgan jismning og'irligi Arximed kuchidan katta.
- Teng va kichik bo'lganida jism suyuqlikda o'zini qanday tutadi.

3-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Arximed qonuni.
- (1) 453-458 betlar.

(2) 352 354 betlar.

(3)

Adabiyotlar.

- 1.D.V. Sivuxin. Umumiy fizika kursi.Mexanika. Toshkent.O'qituvchi.1981.
2. S.P.Strelkov. Obshiy kurs fiziki.Mexanika. Moskva.Nauka.1975 g.
3. S.E.Xaykin.Fizicheskie osnovo' Mexaniki.Moskva. Nauka. 1972g.

Mavzu; Hidrodinamika. Oqimning o'zliksiz tenglamasi.Bernulli tenglamasi.

(Maro'za 4soat)

Maro'zaning rejasi;

- 1.Oqimning o'zluqsiz tenglamasi.
- 2.Bernulli tenglamasi.
- 3.Toricheli formulasi.
- 4.Oqayotgan suyuqlikda bosimni ulchash.
- 5.Ichki ishqalanish kuchlar.
- 6.Lominar va turbo'lent oqim.

Tayanch so'z va iboralar;

Tezlik vektori	hajm	urinma
Balandlik	vektor	bajarilgan ish
Oqim chiziqlari	o'zliksiz	oqim naylari
Kovushqoqlik	statsionar oqim	dinamik bosim
Ideal suyuqlik	statik bosim	ishqalanish kuchlari
Monometr	energiya	puaz
Zichlik	lominar oqim	turbo'lent oqim.

1-asosiy savol. Oqimning o'zliksiz tenglamasi.

1-asosiysavolning maqsadi.

- A. Oqim chiziqlari va naylarini tuShuntirish.
- B. Oqimning o'zluqsizlik tenglamasini moxiyatini tuShuntiring.

Identiv uquv maqsadlari.

- 1.Oqim chiziqlari va naylarini tuShuntiring.
- 2.Statsionar oqimni tuShunadi.
- 3.Oqimning o'zluqsiz tenglamasini tuShunadi.

1-asosiy savolning bayoni;

Suyuqlikning harakatini tuShuntirish uchun suyuqlikning har biri zarrasi uchun traektoriya bilan tezlikni vaqtning funktsiyasi sifatida yozish kerak.

Suyuqlikning haraat holatini fazoning har bir nuqtasi uchun tezlik vektorining vaqtning funktsiyasi sifatida yozish orqaliham aniqlasa bo'ladi. Buni quyidagicha tasvirlash mumkin. Harakatlanayotgan suyuqlikda Shunday chiziqlar o'tgazishni, ularning urinmalar har bir nuqtada yo'nalishi $\vec{V}$ vektor yo'nalishi ustma-ust tushsin. Bu chiziqlari deyiladi. Oqim chiziqlarining Shunday o'tkazishiga kelishi olamizki, ularning quyugligi (u chiziqlar soni ΔN ular kesib o'tayotgan, ularga perpendikulyar ΔS yuzasining qattaligiga nisbati bilan harakterlanadi) berilgan joydagi tezlikning qattaligiga proporsional bo'lsin. Tezlik kattarok bo'lgan joyda oqim chiziqlari zichrok va aksincha tezlik kichikrok bo'lgan joyda oqim chiziqlari siyrakrok bo'ladi.

$\vec{V}$ vektorining qattaligi va yo'nalishi har bir nuqtada vaqt utishi bilan o'zgarishi mumkin bo'lganligi uchun oqim chiziqlarning manzarasi o'zliksiz o'zgarishi mumkin.

Agar tezlik vektori fazoning har bir nuqtasida birdek qolsa, u holda Oqim kaoro topgan yoki statsioner deyiladi. Statsioner oqim vaqtida oqim chiziqlarining manzarasi o'zgarmaydi va bu holda oqim chiziqlari zarralarning traektoriyalari bilan ustma-ust tushadi.

Suyuqlikning oqim chiziqlari bilan chegaralangan qismi oqim nayi deb ataladi. Oqim nayining tezlik yo'nalishiga perpendikulyar S kesimini olaylik faraz, qilaylik suyuqlik zarralarining harakat tezligi bu kesimning hamma nuqtalarida bir xil bo'lsin.

Δt vaqt ichida S kesim orqali boshlang'ich momentda S dan boshlang'ich momentda S dan $V\Delta t$ masofada qatta bo'lmagan masofada yotgan barcha zarralar utadi. Demak Δt vaqt ichida s kesim orqali $S \cdot V$ ga teng suyuqlik hajmi, vaqt birligi ichida esa kesim orqali gateng suyuqlik hajmi utar ekan.

sirtining barcha nuqta bir xil tebranganligi uchun ξ faqat x bilan t ga bog'lik bo'ladi.

$$\xi = \xi(x, t)$$

faraz qilaylik xq0 tekislikda yotuvchi nuqtalarning tebranishi quyidagi kurinishga ega.

$$\xi = a \cos \omega t$$

Nuqtalarning x ixtieriy qiymattiga tegishli tekislikda tebranishlarini kurinishini topaylik . To'lqin xq0 tekislik bilan bu tekislik orasidagi yo'lni utishi uchun τ vaqt kerak . Bu erda v to'lqinning tarqalish tezligi . Demak x tekislikda yotuvchi nuqtalarning teranishi xq0 tekislikda yotgan zarralarning tebranishida vaqt bo'yicha τ ga orqada qoladi, yani quyidagi kurinishga ega bo'ladi.

$$\tau = \frac{x}{g}$$

$$\xi(x, t) = a \cos \omega(t - \tau) = a \cos \omega(t - \frac{x}{g}) \quad (2)$$

Shunday qilib yassi to'lqin tenglamasi quyidagicha yoziladi.

$$\xi = a \cos \omega(t \pm \frac{x}{t})$$

YAssi to'lqin tenglamasiga t va x ga nisbatan simmyotrik kuriniu berish mumkin . Buning uchun to'lqin soni deb ataluvchi k kattalikni kiritamiz.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (3)$$

$\lambda = g \cdot t$ va (3) dan to'lqin soni aylanish chastotasi ω va to'lqinning faza tezligi g orasida quyidagi munosabat bor degan xulosa chiqadi.

$$(4)$$

(2) da g ning uning (4) qiymatti bilan almashtirib va kavs ichiga ω ni kiritib ,yassi to'lqin uchun quyidagi kurinishdagi tenglamani topamiz.

$$\xi = a \cos(\omega t - kx) \quad (5)$$

Har qanday real to'lqin manbai biror chekli ulchamga ega bo'ladi. Biroq agar manbaga nisbatant uning ulchamlaridan ancha qatta masofalarda sodir bo'ladigan to'lqin protsesslarni tekshirish bilan chegaralansak, u holda manbani nuqtaviy deb Qarashimiz mumkin. Agar to'lqinning barcha yo'nalishlar bo'ylab tarqalish tezligi bir xil bo'lsa , u holda nuqtavi ymanba hosil qilAytgan to'lqin sferik bo'ladi. Faraz qilaylik , manbaning tebranishlari fazasi $\omega \cdot t$ ga teng bo'lsin . U vaqtda r

radiusli to'lqin sirtida yotuvchi nuqtalar $\omega \left(t - \frac{r}{g} \right)$ faza bilan tebranadi. To'lqin

Obertonlar pezoeffekt

1-asosiy savol; Tovush to'liqlari.Tovush tezligi.

1-asosiy savolning maqsadi;

A. Tovush to'liqlarini tuShuntirish

B. Tovush tezligini tuShuntirish.

Identiv uquv maqsadlari;

1. Tovush to'liqlarini biladi.
2. Tovushning havoda tarqalishini tuShunadi.
3. Tovushning tezligini biladi.

1.-asosiy savolning bayoni;

Agar muhitda tarqalayotgan to'liqlarning chastotasi 20Gts dan 20000Gts oralgida bo'lsa,bunday to'liqlarni inson kulog'i eshitadi. Shuning uchun chastotasi anaShu kursatilgan chegarada yotgan istalgan muhitdagi elastik to'liqlar tovush to'liqlari yoki tovush deb ataladi.

CHastotasi 20Gts dan kichik bo'lgan to'liqlarni infra tovush chastotasi 20000Gts dan qatta bo'lgan to'liqlarni esa ultratovush deb ataladi.Infra ultratovush deb ataladi. Infra va ultratovushlarni inson kulog'i eshitmaydi.Fizikaning tovush xodisalarini urganadigan bo'limiga *akustika* deyiladi.

Har qanday tebranuvchi jism tovush manbai bo'lishi mumkin.Tovush tebranishlari elastik muhit orqali o'zatiladi. Buni quyidagi tajriba orqali isbotlash mumkin.

Havoda nasosi kopkog'i ostiga elektr kungirog'ini urnatib, uni harakatga keltiraylik qoqoq ostida havo bo'lganda qungiroqdan chiqayotgan tovush aniq eshitiladi. Qopqoq ostida havoni asta syokin surib olingan sari tovush zayiflashadi va havo batamom siyraklashganda (vakuum bo'lganda)garchi kungirok ishlab tursa ham xech qanday tovush eshitilmay qoladi.Bundan tovush to'liqlarimuhitda tarqaladi , vakuumda esa tarqalmaydigan degan xulosaga keladi.

Shunday qilib, biz tovushni eshitishimiz uchun

- 1.tovush manbai bo'lishi;
- 2.tovush manbai bilan kulok orasida elastik muhit mavjud bo'lishi;
- 3.tovush manbaining chastotasi 20-20000 Gts oralgida bo'lishi kerak.

Har qanday moddada tovush namalum tovush tezlik bilan tarqaladi, uning

tarqalish tezligi $v = \frac{s}{t}$ formula bilan aniqlanadi. Bu erda s tovushning vaqt oralgida o'tgan masofasi.

Tovushning takalish tezligi muhitningxossalariga va tempraturaga bog'lik bo'ladi .Muhitning va zichligi kancha qatta bo'lsa tovushning tarqalish tezligi Shuncha qatta bo'ladi.Ulchashlar $0^{\circ}C(273^{\circ}K)$ tempraturaga atmasfera bosimida

havoda tovushning tarqalish tezligiga $332 \frac{m}{c}$ teng ekanligini ko'rsatadi.Tovush tezligi tempratura ortishi bilan orta boradi.

Suyuqliklarda tovushning tarqalish tezligi gazlardagidan qatta ,qattik jismlarda esa suyuqliklardagidan qatta bo'ladi.Masalan suvdagi tezligi $1450 \frac{m}{s}$ ga , pulatta esa $5000 \frac{m}{s}$ ga teng.

Nazorat topshiriqlari.B.Blum taksonomiyasi. Katigoriya.

1. Tovush deb nimaga aytiladi.
2. Tovush turlarini aytib bering.
3. Akustik tebranishlar deb nimaga aytiladi.
4. Tovush to'lqinlari havoda qanday tarqaladi.
5. Tovush vakuumda nima uchun tarqalmaydi.
6. Tovushning tarqalish tezligi nimaga bog'lik.
7. Tovushning havoda tezligi nechaga teng.
8. Tovushning pulatta tezligi nimaga teng.

1-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar.

1. Tovush to'lqinlari va tezligi .
(2) 514-518 betlar.

2-asosiy savol; Tovushning balandligi , qattaligi va bosimi.

2-asosiy savolning maqsadi;

A. Tovushning balandligini tuShuntirish.

B. Tovushning qattik

ligi va bosimi nimaga bog'lik ekanligini tuShuntiring.

Identiv uquv maqsadlari;

1. Tovushning balandligini tuShunadi.
2. Tovushning akustik spektrini biladi.
3. Tovushning qattikligi va bosimini biladi.

2-asosiy savolningbayoni;

Har qanday rial tovush odiy garmonik tebranish emas,balki ma'lum chastotalar tuplamiga ega bo'ladi. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalar tuplami tovushning *akustik spektri* deb ataladi. agar tovushda $\nu_1 \text{ dan } \nu_2$ gacha intervaldagi barcha chastotaga ega bo'lgan tebranishlar ishtirok etsa, u holda spektr *tutash spektr* deyiladi.

Agar tovush $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \nu_4$ va x.k diskryot, ya'ni biridan chekli intervallar bilan ajratilgan chastotali tebranishlardan tashqil topgan bo'lsa *chiziqli akustik spektr* deyiladi.

Tayinli bir chastotali tovush *tonde* ataladi.Tovushlar bir-biridan qattikligi va balandligi bilan farq qiladidi.

Tovushlarning qattaligi tebranish amplitudasiga bog'lik bo'ladi. Tebranish amplitudasi kancha qatta bo'lsa tovush Shuncha qattik bo'ladi. Masalan kamerton shoxiga bolgacha bilan kanchalik kuchli zarba berilsa, kamerton Shunchalik qattik ovoz chiqarishni eshitamiz ,chunki kuchli zarba ta'sirida qatta amplitudali tebranishlar yuzaga keladi.

Tovushning balandligi tebranish chastotasiga bog'lik .Tebranish chastotasi kanchalik yuqori bo'lsa , tovush Shunchalik baland hisoblanadi.Eng kichik

Agar priemnik $\mathcal{G}_{np}$ tezlik bilan harakatlansa ,u holda bir sekunda teng vaqt oraligi oxiriga kelib ,u Shu vaqt oraligining boshida uning xozirgi holatidan $\mathcal{G}$ masofada turgan «chuqurchani »qabo'l qiladi. Shunday qilib ,priemnik bir sekunda $\mathcal{G} + \mathcal{G}_{np}$ o'zunlikka sigadigan «qirralar» va chuqurchalarga tegishli sondagi tebranishlarni kabo'l qila oladi. Bu quyidagicha chastota bilan tebranadi.

$$\nu = \frac{\mathcal{G} + \mathcal{G}_{np}}{\lambda} \quad (2)$$

(3) ga λ ning (1) ifodasini quyib quyidagini topamiz.

$$\nu = \nu_0 \frac{\mathcal{G} + \mathcal{G}_{np}}{\mathcal{G} - \mathcal{G}_m} \quad (3)$$

(3) ga binoan priemnik bilan manba ular orasidagi masofa chiqaradigan qilib harakatlanganda priemnik qabo'l qiladigan chastota ν manbaning ν_0 chastotasidan qatta bo'ladi. Agarmanba bilan priemnik orasidagi masofa ortsa , ν chastota ν_0 dan kichik bo'ladi.

Nazorat topshiriqlari.B.Blum taksamoniysi. Katigoriya.

1. Dopler effektini ta'riflash
2. Dopler effektini tuShuntirish.
3. Manba harakatida to'lqin o'zunligi nimaga bog'lik bo'ladi.
4. Priemnik to'lqin o'zunligining harakatlanayotgan ifodasini yozing.
5. Manba bilan priemnik orasidagi masofalar qisqarsa chastotalar qanday o'zgaradi.

4-asosiy savolni o'zlashtirish uchun mustaqil ishlar;

(3) 731-733 betlar.

Adabiyotlar;

1. D.V. Sivuxin.Umumiy fizika kursi. Mexanika. Toshkent.O'qituvchi.1981.
2. S. P. Strelkov .Obhiy kurs fiziki. Mexanika.Moskva.Nauka.1975g.
3. S. E. Xaykin. Fizicheskie osnovo' Mexaniki. Moskva. Nauka.1971g.

MUNDARIJA

1. Mexanika bo'limiga kirish	
2. Moddiy nuqtaning kinematikasi.	
3. Qattik jism kinematikasi.	
4. Galiley almashtirishlari.	
5. Lorents almashtirishlari.	
6. Lorents almashtirishlaridan kelib chiqadigan xulosalar.	
7. Moddiy nuqta dinamikasi.	
8. Intervalning invariantligi.	
9. Impulsning saqlanish qonuni.	
10. Impuls momenti.	
11. Qattik jism dinamikasi.	
12. Ish va Energiya	
13. O'zgaruvchan massali jismning harakati.	
14. Tebranma harakat.	
15. Noinertsial sanoq sistemalari.	
16. Suyuqliklar va gazlar Mexanikasi.	
17. Hidrodinamika. Oqimning o'zluqsiz tenglamasi.	
18. To'lqinlar.	
19. Tovush to'lqinlari... Dopler qonuni.	