7-Maruza

NISBIYLIK NAZARIYASI ELEMENTLARI.

Reja.

1. Noinersial sanoq tizimi. Inersiya kuchlari
2. Galileyning nisbiylik prinsipi.
3. Galileyning koordinat almashtirishlari.
4. Maxsus nisbiylik nazariyasi postulatlari.
5. Lorens almashtirishlari.
6. Uzunlikning nisbiyligi.
7. Vaqtnig nisbiyligi.

**Tayanch so`z va iboralar**: koriolis kuchlari, sanoq tizimi, klassik, mexanika, koordinat almashtirish, nisbiylik nazariyasi, postulat, yorug`lik tezligi, uzunlik, soat.

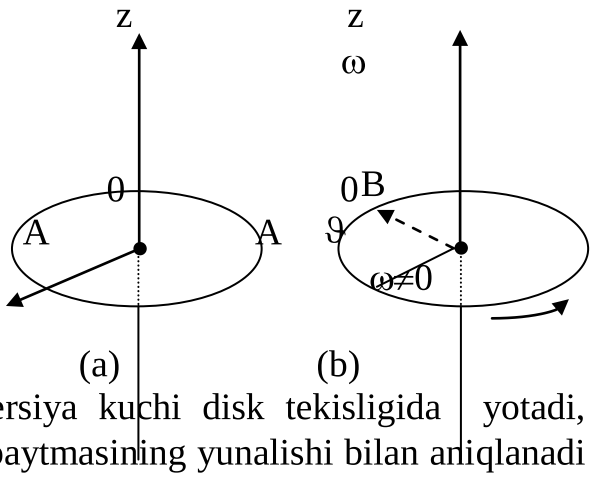
Noinersial sanoq tizimi. Inersiya kuchlari. Ma'lumki Nyuton qonunlari faqat inersial sanoq tizimlarida bajariladi. Inersial sanoq tizimlariga nisbatan tezlanish bilan harakatlanayotgan sanoq tizimlari noinersial sanoq tizimlaridir

Umuman aytganda noinersial sanoq tizimlarida Nyuton qonunlari bajarilmaydi. Lekin agar jismlarning o`zaro ta'sir kuchlaridan tashqari ya'na inersiya kuchlari deb atalgan kuchlarni hisobga olish bilan noinersial sanoq tizimlarida ham Nyuton qonunlarini qo`llash mumkin. Bunday hollarda inersiya kuchlari F_{in} shunday bo`lishi kerakki ular Nyuton kuchlari bilan birga jismga xuddi noinersial sanoq tizimida qolishi mumkin bo`lgan a tezlanish bersin, ya'ni ma=$\vec{F}_n+\vec{F}_{in}$ bunda $\vec{F}_n$=ma^1, a^1- inersial tizimidagi tezlanish u holda ma=ma$^1+\vec{F}_{in}$

Inersiya kuchlari sanoq tizimini o`lchanayotgan tizimga nisbatan tezlanishi bilan harakatidan kelib chiqadi.

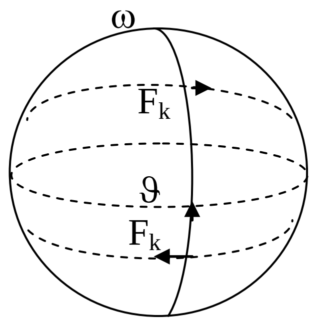
Jism aylanuvchi sanoq tizimida harakatlanayotgan holda unga markazdan ko`chma inersiya kuchidan tashqari inersion tabiatli yana bir kuch ta'sir etadi. Bu kuchni uni nazariy usulda kashf etgan fransuz fizigi koriolis nomi Koriolis inersiya kuchi deb yuritildi.

Gorizontal disk ustida O dan A tomon biror sharchani ϑ tezlik bilan dumalatib yuboraylik. Disk aylanayotgan holda (a) sharcha OA to`g`ri chiziq bo`ylab harakatlanadi. Lekin disk ω burchak tezlik bilan OZ o`q atrofida aylanma harakat qilayotgan holda sharcha OV egri chiziq bo`ylab harakatlanadi. Koriolis inersiya kuchi disk tekisligida yotadi, yo`nalishi esa ϑ va ϖ vektorlar vektor ko`paytmasining yunalishi bilan aniqlanadi $F_k=2m[\vartheta\varpi]$



(a) (b)

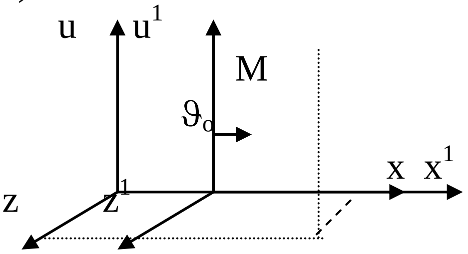
Umumiy holda $F_k=2m\vartheta\varpi\sin\alpha$ α-ϑ va ϖ orasidagi burchak. Koriolis inersiya kuchlari Yerning shimoliy yarmidagi jismni ϑ ga nisbatan o`ng tomonga, janubiy yarmidagi jismni esa $\vartheta$ ga nisbatan chap tomonga og`dirishga harakat qiladi.



Galileyning nisbiylik prinsipi. Tajribalar shuni ko`rsatadiki inersial sanoq tizimi ichida o`tkazilgan hech qanday mexanik tajribalar yordamida bu tizimning harakat holatini aniqlab bo`lmaydi. Masalan, turtkisiz to`g`ri chiziqli va tekis xarakatlanayotgan poyezd vagoni ichida turib, agar vagon oynasidan qaramasak, vagon tinch turibdimi yoki harakatlanayotibdimi buni bila olmaymiz.

Barcha mexanik hodisalar turli inersial tizimlarda bir hil sodir bo`lganligi sababli hech qanday mexanik tajribalar yordamida berilgan sanoq tizim tinch turibdimi yoki to`g`ri chiziqli tekis harakat qilayotganini bilib bo`lmaydi. Bu qonun Galileyning nisbiylik prinsipi deyiladi.

Galileyning koordinat almashtirishlari. Ikkita inersial sanoq tizimi berilgan bo`lsin. Birinchi tizimning koordinata o`qlari K (x,y,z) ikkinchisiniki K^1 (x^1, y^1, z^1) bo`lsin. Tizimlarning koordinat o`qlari boshlang`ich momentda ustma-ust yotsin. Demak t=0 da koordinatalar mos tushadi. Agar $K^1$ tizim K ga nisbatan x o`qi bo`ylab $\vartheta_0$ tezlik bilan harakatlansa va vaqtni o`tishi ikkala tizimda bir hil bo`lsa, u



holda M nuqta-ni K va K^1 tizim koordinatalariga nisbati holati.

$$(1)\quad \begin{cases} x=x^1+\vartheta_0 t \\ y=y^1 \\ z=z^1 \\ t=t^1 \end{cases} \qquad \text{yoki} \qquad (2)\quad \begin{cases} x^1=x-\vartheta_0 t \\ y^1=y \\ z^1=z \\ t^1=t \end{cases}$$

(1) va (2) tenglamalar Galeliyni koordinat almshtirishlari deyiladi va $\vartheta \ll s$ shart bajarilgandagina to`g`ridir. (1) va (2) tenglamalar tizimini vaqt bo`yicha hosilasini olib M nuqtaning K va K sano tizimlardagi tezliklari orasidagi bog`lanishni topamiz.

$$(3)\quad \begin{cases} \vartheta_x=\vartheta_x^{\,1}+\vartheta_0 \\ \vartheta_y=\vartheta y^1 \\ \vartheta_z=\vartheta_z^{\,1} \end{cases} \qquad \text{yoki} \qquad (4)\begin{cases} \vartheta_x^{\,1}=\vartheta_x-\vartheta_0 \\ \vartheta_y^{\,0}=\vartheta_y \\ \vartheta_z^{\,1}=\vartheta_z \end{cases}$$

(3) va (4) tenglamalar klassik mexanikada tezliklarni qo`shish qoidalarini beradi.

Misol, poyezd ϑ_0 tezlik bilan harakatlanayotgan bo`lib poyezd ustida bir bola $\vartheta_x^{\,1}$ tezlik bilan yugurib ketayotgan bo`lsa. U holda bolaning poyezd yaqinlashayotgan ob`ektga nisbatan tezligi $\vartheta_x=\vartheta_x^{\,1}+\vartheta_0$ bo`ladi.

Maxsus nisbiylik nazariyasining postulatlari. Klassik mexanikaga asosan jismlarning absalyut tezligini aniqlab bo`lmaganidan so`ng olimlar elektromagnit to`lqinlar ya'ni yorug`lik nuri yordamida tezlikni absalyut qiymatini aniqlamoqchi bo`lishdi.

Tajribalar natijalarini analiz qilib A.Eynshteyn 1905 yilda maxsus nisbiylik nazariyasini yaratdi. Uning fikricha tabiatda elektromagnit tebranishlarni (yorug`lik nuri ) taratuvchi efir moddasi yo`q, shuning uchun tezlikka absalyut qiymat berib bo`lmaydi.

Maxsus nisbiylik nazariyasi asosida ikkita postulat yotadi.

1- postulat. Inersial sanoq tizimlari ekvivalent bo`lib tabiatdagi hamma hodisalar ularda bir xil bajariladi. Faqat mexanik yo`l bilan emas balki optik tajribalar yordamida ham tizimning harakat holatini aniqlab bo`lmaydi.

2- Postulat. Yorug`likning vakuumdagi tezligi hamma inersial tizimlarida bir xil bo`lib manba yoki qabul qiluvchining tezligiga bog`liq emas.

Lorens almashtirishi. Yorug`lik tezligining o`zgarmas qiymatiga ega bo`lishi va vaqtning o`tishi har xil sanoq tizimi uchun turlicha bo`lishi Galiley almashtirishlar qoidasini yorug`lik nuri uchun qo`llash mumkin emasligi aniqlandi . Chunki $\boldsymbol{\vartheta_x=\vartheta_x^1+\vartheta_0}$ dan yorug`lik tezligi uchun ϑ_x^1 **=s** u holda $\vartheta_x=s+\vartheta$ bo`ladi, ya'ni $\vartheta_x > s$ bu esa mumkin emas. Niderlandiyalik fizik Xendrik Lorens 1904 yilda nisbiylik nazariyasidan foydalanib K (x,y,z,t) tizim koordinatalarini K^1 (x^1,y^1,z^1,t^1) koordinatalariga almashtirish formulalarini aniqladi.

Lorens almashtirishlari quyidagicha

$$x=\frac{x^1+\vartheta t}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad x^1=\frac{x^1-\vartheta t}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

$$y=y^1 \qquad y^1=y$$

$$z=z^1 \qquad z^1=z$$

$$t=\frac{t^1+\frac{\vartheta x}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad t^1=\frac{t-\frac{\vartheta x}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

Lorens almashtirishlari ϑ<S da Galiley almashtirishlariga aylanadi.

Uzunlikning nisbiyligi. Jism uzunligini tezlikka bog`likligi $K^1$ $(x^1,y^1,z^1,t^1)$ sanoq tizimiga nisbatan tinch turgan va X o`qi bo`ylab joylashtirilgan $\ell_0$ sterjenni ko`raylik K (x,y,z,t) tizimga nisbatan sterjen uzunligi $\ell=x_2-x_1$, K^1 tizimga nisbatan uzunligi $\ell_0= x^2{}_2-x^1{}_1$, K^1, K ga nisbatan ϑ tezlik bilan harakatlanadi**.**

$$l_0=x_2^1-x_1^1=\frac{x_2-\vartheta t}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}-\frac{x_1-\vartheta t}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}=\frac{x_2-x_1}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}=\frac{l}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

Demak $$l=l_0\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}$$

ya'ni harakatlanayotgan sterjen uzunligi tinch turgan holatdagi uzunligiga nisbatan $\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}$ ga qisqarar ekan.

Vaqtning nisbiyligi. K^1 (x^1, y^1, z^1, t^1) tizimida turgan soatlar K (x,y,z,t) tizimga nisbatan ϑ tezlikda harakat qiladi. K tizimda kuzatilganda bu soatning Δt^1 kursatish tinch turgan soatning Δt_0 ko`rsatishi bilan qanday bog`langanligi ko`raylik Voqyea ro`y berayotgan X nuqta o`zgarmas deb (x=a) olamiz, u holda

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{t_2^1 - \frac{\vartheta}{c^2}a}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} - \frac{t_1^1 - \frac{\vartheta}{c^2}a}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} = \frac{t_2^1 - t_1^1}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}$$

Demak, harakatlanayotgan soatlar qayd qiladigan Δt vaqt oralig`i tinch turgan soatlarning tegishli ko`rsatishlaridan kichik, ya'ni harakatlanayotgan soatlar sekinroq yuradi.

Nazorat savollari

1. Noinersial sanoq tizimi inersiya kuchlari
2. Koriolis kuchlari
3. Galileyning nisbiylik prinsipi
4. Galileyning koordinata almashtirishlari
5. Klassik mexanikada tezliklarini qo`shish
6. Maxsus nisbiylik nazariyasining postulatlari
7. Lorens almashtirishlari
8. Harakatlanayotgan sterjen uzunligi
9. Harakatlanayotgan soatlar yurishning sekinlashishi.

ADABIYOTLAR

1. A-1. 143-155.
2. A-2. 53-56.
3. A-3. 92-102
4. A-4. 46-48.
5. A-5. 60-66
6. A-6. 117-127
7. A-9. 70-73

8-MA'RUZA
RELYATIVISTIK DINAMIKA
Reja

1. Voqealar orasidagi interval.
2. Tezliklarni qo`shishning relyativistik qonuni
3. Relyativistik impuls
4. Relyativistik dinamikaning asosiy qonuni
5. Massa bilan energiya orasidagi bog`lanish

**Tayanch so`z va iboralar**: invariant, interval, relyativistik mexanika, klassik mexanika, impuls, nisbiylik nazariyasi , kinetik energiya, to`liq energiya.

Voqealar orasidagi interval. Har qanday hodisani qayerda va qachon sodir bo`lganini x,y,z koordinatalar va t vaqt bilan harakterlash mumkin. K inersial sanoq tizimining biror A(x,y,z) nuqtasida $t_1$ vaqtda sodir bo`layotgan ikkita voqeani orasidagi masofa

$$S_{12}=\sqrt{c^2(t_2-t_1)^2-(x_2-x_1)^2-(y_2-y_1)^2-(z_2-z_1)^2}$$

orqali (interval) deb ataladi. Ikkala hodisa bo`layotgan nuqtalar orasidagi masofani

$$l_{12}=\sqrt{(x_2-x_1)^2-(y_2-y_1)^2-(z_2-z_1)^2}$$

va t_2-t_1 vaqt ayirmasini t_{12} belgilasak

$$S_{12}=\sqrt{c^2t_{12}^2-l_{12}^2}$$

Ikkita hodisa orasidagi oraliq kattaligi hamma intersial sanoq tizimlarida bir hil ekanligini ko`rsatish mumkin. $\Delta t=t_2-t_1$, $\Delta x=x_2-x_1$, $\Delta y=y_2-y_1$, $\Delta z=z_2-z_1$, deb belgilab (1) ifodani quyidagicha yozish mumkin.

$$S_{12}^2=c^2\Delta t-\Delta x^2-\Delta y^2-\Delta z^2-\Delta t^2$$

K^1 tizimida huddi shu voqealar orasidagi oraliq

$$S_{12}^2=c^2(\Delta t^1)^2-(\Delta x^1)^2-(\Delta y^1)^2-(\Delta z^1)^2$$

Lorens almashtirishlariga asosan $S_{12}=S^1_{12}$ ekanligini isbotlash mumkin.

Demak (1) bilan ifodalangan oraliq bir inersial sanoq tizimidan boshqasiga o`tganda invariant hisoblanadi

**Tezliklarni qo`shishning relyativistik qonuni.** Tezliklarni o`shishning relyativistik qonuni

$K^1 \rightarrow K$ $\qquad\qquad$ $K \rightarrow K^1$

$$u_x=\frac{u_x^1+\vartheta}{1+\frac{\vartheta u_x^1}{c^2}} \qquad\qquad u_x^1=\frac{u_x-\vartheta}{1-\frac{\vartheta u_x}{c^2}}$$

$$u_y=\frac{u_y^1\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}{1+\frac{\vartheta u_x^1}{c^2}} \qquad\qquad u_y=\frac{u_y\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}{1-\frac{\vartheta u_x}{c^2}}$$

$$u_t = \frac{u_z^1\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}{1+\frac{\vartheta u_x^1}{c^2}} \qquad\qquad u_z = \frac{u_z\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}{1-\frac{\vartheta u_x^1}{c^2}}$$

Agar jism x o`qa parallel harakat qilayotgan bo`lsa, uning K tizimiga nisbatan u^1 tezligi esa u_x^1 ga mos tushadi.

$$u = \frac{u^1+\vartheta}{1+\frac{u^1\vartheta}{c^2}} \qquad (1)$$

Agar $u^1=c$ deb faraz qilinsa (1) dan

$$u = \frac{c+\vartheta}{1+\frac{c\vartheta}{c^2}} = c$$

Demak, agar qo`shiluvchi $u^1$ va $\vartheta$ tezliklar s dan ortiq bo`lmasa, natijaviy u tezlik ham s dan ortiq bo`laolmaydi. Demak tezliklarni qo`shishni relyativistik qonuni Eynshteyn postulatlariga mosdir.

Relyativistik impuls. Relyativistik dinamikaning asosiy qonuni.

Nisbiylik nazariyasining zaminida yotuvchi ikki postulatning birinchisiga asosan, fizika qonunlari barcha inersial sanoq tizimlarida bir hil ko`rinishga ega, ya'ni Lorens almashtirishlariga nisbatan invariant bo`lishini ko`rsatadi. Lorens almashtirishlariga nisbatan invariant bo`lishi uchun moddiy nuqta impulsi

$$P = \frac{m_o\vartheta}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad (1)$$

ifoda bilan xarakterlanishi lozim. Bundagi $\frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} = m$ kattalikni, ya'ni ϑ tezlik bilan harakatlanayotgan jism massasi m ni relyativistik massa, m_0 ni esa tinch holatdagi jism massasi deb ataladi. Formula (1) bilan ifodalanuvchi impulsga relyativistik impuls deb ataladi va uni umumiy ko`rinishda quyidagicha yozish mumkin

$$\vec{p} = \frac{m_o\vec{\vartheta}}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}} \qquad (2)$$

Eynshteynni ko`rsatishicha moddiy nuqta dinamikasining asosiy qonuni

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \qquad (3)$$

Ifoda (2) ni (3) ga keltirib qo`yib, moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo`lgan jism uchun relyativistik dinamikaning asosiy tenglamasini yozish mumkin.

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{m_o\vec{\vartheta}}{\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}}}\right)=\vec{F}$$

**<u>Massa bilan energiya orasidagi bog`lanish.</u>** Nisbiylik nazariyasi massa bilan energiya orasida bog`liqlik borligini isbotlab beradi. Katta tezlik bilan xarakatlanayotgan jism massasi m tinch turgan shu jism massasi m_0 dan katta bo`lib harakat tezligi $\vartheta$ ga bog`liq ravishda

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

qonun bo`yicha o`zgaradi.

Agar ϑ=s bo`lsa $m\to\infty$ demak $\vartheta$> s bo`lishi mumkin emas.

(1) ifodani qatorga qo`yib va ikkinchi darajali kichik xadlarini xisobga olmay quyidagiga ega bo`lamiz

$$m=m_0\left(1-\frac{\vartheta^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}=m_0\left[1-\frac{1}{2}\left(-\frac{\vartheta^2}{c^2}\right)+...\right]=m_0+\frac{m_0\vartheta^2}{2c^2}$$

ya’ni $m=m_0+\frac{E_k}{c^2}$ bunda $E_k=\frac{m\vartheta^2}{2}$ kinetik energiya (2)

Demak harakat qilayotgan jism kinetik energiya qolgani sababli jism massasi ortib boradi. (2) dan

$$m-m_0=\frac{E_k}{c^2} \qquad (3)$$

Demak massani o`zgarishi kinetik energiyaga proporsional. (2) dan $mc^2=m_0c^2+E_k=E_0+E_k=E$, bunda $E_0=m_0c^2$ tinch holatdan energiya. Demak jismning to`liq energiyasi massa bilan yorug`lik tezligi kvadratning ko`payitmasiga teng.

Nazorat savollari.

1. Voqealar orasidagi interval nima.
2. Tezliklarni qo`shishni relyativistik qonuni.
3. Relyativistik impuls nima.
4. Relyativistik dinamikani asosiy qonuni.
5. Massa bilan energiya orasidagi bog`lanish.
6. Tinch holatdagi energiya haqida tushuncha.

ADABIYOTLAR

1. A-1. 153-160.	4. A-5. 66-71
2. A-2. 127-148.	5. A-6. 240-244
3. A-3. 129-138	6. A-9. 77-86