

4-mavzu: Dinamika asoslari. Nyuton qonunlari. Kosmik tezliklar

Reja

1. Nyuton qonunlarining tajribalarda tasdiqlanishi hamda bajarilish shart-sharoitlari. Galileyning nisbiylik prinsipi.

2. Inersial va noinersial sanoq sistemalari. Gravitatsion maydonda harakat. Birinchi va ikkinchi kosmik tezliklar. Jism og'irligining harakat turiga bog'liqligi.

3. Jismning bir necha kuch ta'siridagi harakati. Nyutonning birinchi va ikkinchi qonunlari.

4. Nyutonning uchunchi qonuni, elastiklik kuchi.

5. Butun olam tortishish qonuni, ishqalanish kuchlari, kosmik tezliklar.

Dinamikada jismlar harakati va ularning boshqa jismlar bilan o'zaro ta'sirlari bilan bog'liq bo'lgan masalalar o'rganiladi (dinamikada harakatni keltirib chiqaruvchi sabablar tekshiriladi).

Jismlarning o'zaro ta'siri qanday obyektiv qonuniyatlarga asoslangan? Ular jismning mexanik harakatiga qanday ta'sir ko'rsatadi? Bu savollarga fizikaning dinamika bo'limi javob beradi.

Dinamikaning vazifasi asosan ikki qismdan iborat:

- 1) jism harakati ma'lum bo'lsa, unga ta'sir etuvchi kuchni aniqlash;
- 2) jismga ta'sir etuvchi kuch ma'lum bo'lsa, harakat qonunini aniqlash.

Bizga ma'lumki atrofimizdagi barcha jismlar bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu ta'sirni xarakterlash uchun kuch tushunchasi kiritiladi.

London Qirollik jamiyatiga taqdim qilingan «Natural falsafaning matematik asoslari» degan klassik asarida I. Nyuton jismning tezlanishini aniqlovchi muhim «qo'yilgan kuch» tushunchasini kiritdi: «Kuch faqat ta'sir vaqtida namoyon bo'ladi va ta'sir to'xtashi hamon jismda qolmaydi. Jism keyin faqat inersiyaning o'zi tufayli yangi holatini saqlashda davom etadi. Qo'yilgan kuch turli sababdan: zarbdan, bosimdan, markazga intilma kuchdan kelib chiqishi mumkin».

I.Nyuton harakat sababi jismlarning o‘zaro ta’sirida ekanini tushungan birinchi olim emas edi. Nemis astronomi I.Kepler XVII asrdayoq jismlar harakati sababi sifatida kuch tushunchasini kiritgan, ammo u kuchni xato ravishda jismning harakatsizligi bilan o‘lchagan edi. G. Galiley, Keplerdan farqli ravishda, kuchni u paydo qilgan tezlanish bilan o‘lchagan, lekin uni jismning og‘irligi bilan tamomila bir, deb hisoblagan. Hozirgi zamon fizikasida kuch deganda moddiy jismlar o‘zaro ta’sirining o‘lchovi bo‘lgan fizik kattalik tushuniladi. Bu o‘zaro ta’sir jismlarning bevosita tegishish yo‘li bilan (*zarb, ishqalanish*) yoki o‘zaro ta’sirlashuvchi jismlarning kuch maydonlari (og‘irlik maydoni, elektromagnit maydon, yadro kuchlari maydoni) hosil qilishi vositasi bilan yuz berishi mumkin.

Bir jismning boshqa jismga ko‘rsatadigan o‘zaro ta’sirini xarakterlovchi fizik kattalikka **kuch** deyiladi. Kuch vektor kattalik.

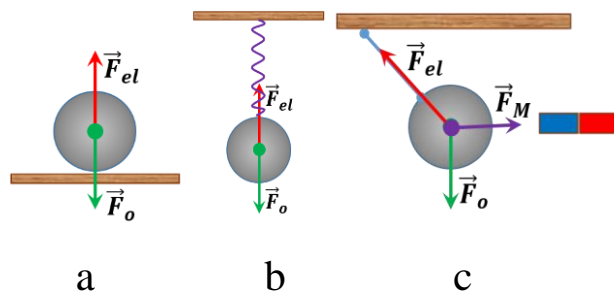
Kuch- jism tezligini o‘zgartiruvchi hamda uni deformatsiyalovchi fizik kattalikdir. Kuch birligi quyidagicha $[F]=1N$

Jismga qo‘yilgan kuchlarning geometrik yig‘indisiga teng bo‘lgan kuch teng ta’sir etuvchi kuch yoki natijalovchi kuch deb ataladi.

$$\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Bu ifoda kuchlarni qo‘shish (superpozitsiya) qoidasining mazmunini ifodalaydi. *Jismga qo‘yilgan kuchlardan har birining ta’siri jismning tinch holatda yoki harakatda ekanligiga, unga ta’sir etuvchi boshqa kuchlarning soni va tabiatiga bog‘liq emas. Bu qoida kuchlar ta’sirining mustaqillik qonuni deyiladi.*

Jismlar tinch holatda yoki qandaydir harakatda bo‘lishidan qat’iy nazar u bir yoki bir necha kuch ta’sirida bo‘ladi. Masalan, po‘lat sharchaga ta’sir etuvchi kuchlarni qarab chiqaylik (48-rasm a,b,c). Sharcha gorizontaal taxta ustida tinch holatda turgan bo‘lsin(9-a rasm). U Yer bilan ta’sirlashadi ya’ni Yerga tortiladi. Sharchaga og‘irlik kuch va taxtaning elastiklik kuchlari ta’sir qiladi. Bu kuchlar bir-birini kompensatsiya laydi



9-rasm

$$\vec{F}_o + \vec{F}_{el} = 0.$$

Sharcha prujinaga osilgan holatda tinch turgan bo'lsin (9-b rasm). U Yer bilan ta'sirlashadi ya'ni Yerga tortiladi. Sharchaga og'irlik kuchi va prujinaning elastiklik kuchlari ta'sir qiladi. Bu kuchlar bir-birini kompensatsiyalaydi,

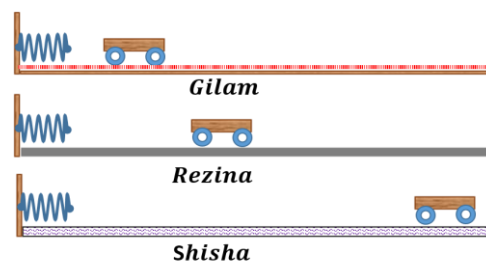
$$\vec{F}_o + \vec{F}_{el} = 0.$$

Sharchaga (9-c rasm) og'irlik kuchi, ipning elastiklik kuchi va magnitning tortish kuchlari ta'sir qiladi. Bu kuchlar ham bir-birini kompensatsiyalaydi,

$$\vec{F}_o + \vec{F}_{el} + \vec{F}_M = 0.$$

Sharchaga ta'sir etuvchi kuchlar uchala holatda ham bir-birini kompensatsiyalaganligi uchun tinch holatda turadi.

Jism qachon to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi? Hayotiy tajribalar shuni ko'rsatadiki: jism to'g'ri chiziqli tekis harakat qilishi uchun uni doimiy kuch ta'sirida tortish yoki itarib turish kerak. Bu kuch ta'sir qilmasa harakatlanayotgan jism qandaydir vaqtdan



10-rasm.

so'ng harakatdan to'xtaydi. Quyidagi tajribani ko'rib chiqaylik (10 rasm). Siqilgan prujina aravachaga bir xil tezlik bersin. Aravacha gorizontal joylashgan gilam, rezina va shisha ustida harakatlanganda turlicha masofalarni bosib o'tib to'xtaydi. Aravachaning to'xtashi qarshilik (ishqalanish) kuchi ta'sirida yuz berdi. Bu kuch qancha kichik bo'lsa, aravacha uzoqroq masofaga boradi. Agar qarshilik kuchi mutlaqo bo'lmasa, jism to'g'ri chiziqli tekis harakatdan to'xtamaydi.

Nyutonning 1-qonuni.

Nyutonning 1-qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *Agar jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatilayotgan ta'sirlar kompensatsiyalangan bo'lsa, u o'zining tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlaydi.*

$$F = 0 \text{ bo'lsa, } \mathcal{G} = 0 \text{ yoki } \mathcal{G} = const$$

Nyuton 1-qonuni inersiya qonuni deyiladi.

Nyuton 1-qonuni bajariladigan sanoq tizimlariga *inersial sanoq tizimlari* deyiladi.

Inersial sanoq tizimlari. *Inersial sanoq tizimi* deb, - shunday sanoq tizimiga aytiladiki, unda erkin jism tinch holatda bo‘ladi yoki o‘zgarmas tezlik bilan to‘g‘ri chiziqli tekis harakat qiladi.

Jism massasi va zichligi. *Jism massasi* - uning inertligini ifodalovchi kattalikdir yoki jismda bor bo‘lgan modda miqdoridir. Massa additiv kattalikdir.

Massaning additivlik qonuni: Tizimning massasi uning tarkibiga kiruvchi jismlarning massalari yig‘indisiga teng.

Massa jismlarning eng asosiy xarakteristikalaridan biridir. Nyuton massani jismdagi materiya miqdorining o‘lchovi deb hisoblagan. Massaning fanda uzoq vaqt saqlangan bu ta‘rifi noto‘g‘ri xarakterda edi. Massani mexanikani tenglamalarida o‘lchangan formal xarakterdagi qandaydir koeffitsiyenti, deb hisoblash noto‘g‘ri.

Barcha fizik kattaliklar kabi massa tushunchasi ham bu kattalik bilan boshqa fizik kattaliklar orasidagi obyektiv qonuniy bog‘lanishlar orqali aniqlanadi. Massa uchun bunday bog‘lanishlardan birini Nyutonning ikkinchi qonuni beradi; bu qonun jismlarning inertligi haqidagi tushunchani kiritadi. Shu bilan birga jismlarning inertligi haqida so‘zlanganda, jismlarning bir xil tashqi ta‘sir natijasida bir xil bo‘lmagan tezlanishlar olishlarini ifodalovchi qandaydir obyektiv xossalari bilan bir-biridan farq qilishi ko‘zda tutiladi. Bu xossa barcha jismlarga ham tegishli bo‘lib, aniq bir fizik kattalik bilan xarakterlanadi; xuddi mana shu kattalik -*massa*dir. $\frac{m_1}{m_2} =$

$\left| \frac{a_2}{a_1} \right|$ munosabat har xil jismlarning massalarini miqdor jihatdan bir-biriga solishtirishga imkon beradi. Shu yo‘l bilan o‘lchangan massa inersion hodisalar asosida o‘lchangani sababli “inersion massa” deb atalishi mumkin. Massa tushunchasining to‘laroq mazmuni juda ko‘p dalillarni o‘rganib chiqish natijasida ochildi. Bunday dalillarning eng asosiylaridan birini M.V.Lomonosov kashf etgan; u - massaning saqlanish qonunidir. *Yakkalangan tizimning massasi, bu tizimda har qanday o‘zgarishlar bo‘lishidan qat’iy nazar o‘zgarмай qolaveradi.* Massa bilan harakat miqdori deb ataladigan fizik kattalik orasidagi bog‘lanishni ko‘raylik; vektor

xarakterga ega bo'lgan bu kattalik ham saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Bundan tashqari, massa gravitatsion hodisalarda ham namoyon bo'ladi (butun olam tortishish qonuni). Shu jihatdan massaning eng universal ta'rifini berish mumkin, ya'ni massa - gravitatsion kuchlar manbayidir.

Nihoyat nisbiylik nazariyasi massa bilan energiya orasida chuqur bog'lanish borligini ko'rsatadi. Agar jismning tezligi yorug'likning bo'shliqdagi tezligiga yaqinlashib borsa, uning massasi o'zgarmas bo'lib qola olmaydi. Balki, tezlik ortishi bilan u ham ortadi. Tizim butunlay yakkalangan bo'lsa, ya'ni u tashqi muhit bilan modda (atomlar, molekulalar va boshqalar) almashtirmasligidan tashqari energiya ham almashtirmasa, bunday tizimning massasi o'zgarmaydi.

Jism tezligini saqlash qobiliyatiga *inertlik* deyiladi. $m_1 > m_2$ bo'lsa, birinchi jism ikkinchi jismga nisbatan inertli bo'ladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, inert massa gravitatsion massaga teng.

Zichlik. Jismning birlik hajmdagi massasiga *zichlik* (ρ) deyiladi:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Zichlik birligi: $[\rho] = \frac{kg}{m^3} \quad 1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$

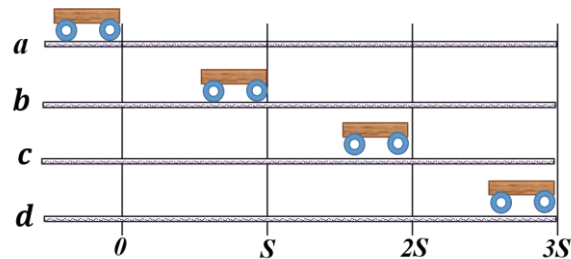
5-jadval

Ba'zi moddalarning zichliklari.

T/r	Modda	Zichlik kg/m ³	T/r	Modda	Zichlik kg/m ³
1	Atom yadrosi	10 ¹⁷	7	Odam tanasi	1070
2	Oltin	19300	8	Suv	1000
3	Simob	13600	9	Muz	917
4	Yer yadrosi	12000	10	Suyuq vodorod	240
5	Qo'rg'oshin	11300	11	Havo $h=20$ km	$\approx 0,09$
6	Po'lat	7600-7800	12	Galaktikalararo fazodagi gaz	$\approx 10^{-26}$

Nyutonning 2-qonuni. Nyutonning birinchi qonuni “Agar jismga bir-birini kompensatsiyalagan kuchlar ta’sir qilganda u o’zini qanday tutadi?” degan savolga javob beradi. Agar kuchlar kompensatsiyalanmagan bo’lsa, jismga nima bo’lad? Bu savolga Nyutonning ikkinchi qonuni javob beradi.

Gorizontal silliq stol ustida tinch turgan (11-rasm *a* holat) aravachaga F kuch bilan ta’sir qilinsa, u t vaqt ichida s masofani bosib o’tadi (11-rasm *b* holat). Uning tezlanishi $a_1 = \frac{2s}{t^2}$ ga teng bo’ladi.



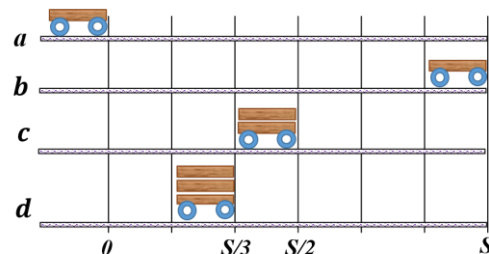
11-rasm

Agar aravachaga $2F$ kuch bilan ta’sir qilinsa, u t vaqt ichida $2s$ masofani bosib o’tadi (11-rasm *c* holat). Uning tezlanishi $a_2 = \frac{2 \cdot 2s}{t^2} = 2a_1$ ga teng bo’ladi. Agar aravachaga $3F$ kuch bilan ta’sir qilinsa, u t vaqt ichida $3s$ masofani bosib o’tadi (11-rasm *d* holat). Uning tezlanishi $a_2 = \frac{2 \cdot 3s}{t^2} = 3a_1$ ga teng bo’ladi. Tajribani shunday davom ettirsak, jismga ta’sir etuvchi kuchni n marta oshirsak tezlanish ham n marta ortadi.

Demak, jism olgan tezlanish unga qo’yilgan natijalovchi kuchga to’g’ri mutanosib ekan.

$$\vec{a} \sim \vec{F}$$

Tajribani quyidagicha davom ettiramiz. Jismga qo’yilgan kuchni o’zgartirmasdan, uning massasini oshirib boramiz (12-rasmga qarang).



12-rasm

Aravachaning massasi m ga teng, dastlab tinch a holatda bolsa, u F kuch ta’sirida t vaqtda s masofani bosib o’tadi (*b* holat). Uning tezlanishi $a_1 = \frac{2s}{t^2}$ ga teng bo’ladi. Aravachaning ustiga m ga teng yuk qo’ysak, ya’ni uning massasi $2m$ ga teng bo’lsa u F kuch ta’sirida, t vaqtda $\frac{s}{2}$ masofani bosib o’tadi (*c* holat). Aravachaning tezlanishi $a_2 = \frac{2s}{2t^2} = \frac{a_1}{2}$ ga teng bo’ladi. Aravachaning ustiga $2m$ ga teng yuk qo’ysak, ya’ni uning massasi $3m$ ga teng bo’lsa u F kuch ta’sirida t vaqtda $\frac{s}{3}$ masofani bosib o’tadi (*d* holat). Uning tezlanishi $a_2 = \frac{2s}{3t^2} = \frac{a_1}{3}$ ga

teng bo'ladi. Tajribani shunday davom ettirib aravachaning massasini k marta oshirsak. Uning tezlanishi k marta kamayadi.

Demak, jism olgan tezlanish uning massasiga teskari mutanosib ekan.

$$a \sim \frac{1}{m}$$

Yuqoridagi xulosalardan kelib chiqib, Nyutonning 2-qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Jism olgan a tezlanish natijalovchi F kuch yo'nalishida bo'lib, shu kuchga to'g'ri, m massasiga esa teskari proporsionaldir

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

Har qanday jismning massasi va inersial sanoq tizimida olgan tezlanishining ko'paytmasiga teng kattalik jismga ta'sir qiluvchi kuchga teng:

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

Kuch birligi Nyuton: $[F] = 1 N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$

1 kg massali jismga, $1 \frac{m}{s^2}$ tezlanish bera oladigan kuch, 1 N ga teng.

Kuch *dinamometr* bilan o'lchanadi

Agar ikki jismga bir xil kuch ta'sir qilsa, ya'ni $F_1 = F_2$ bo'lsa, ularning massalari nisbati tezlanishlarining teskari nisbatiga teng $\frac{m_1}{m_2} = \left| \frac{a_2}{a_1} \right|$ bo'ladi. Agar ikki jism bir xil tezlanish bilan harakatlansa, ya'ni $a_1 = a_2$ bo'lsa, ularga ta'sir etuvchi kuchlar nisbati, massalari nisbatiga teng $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2}$ bo'ladi. Agar ikki jismning massalari bir xil $m_1 = m_2$ bo'lsa, ularga ta'sir etuvchi kuchlar nisbati, tezlanishlari nisbatiga teng $\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}$ bo'ladi.

Agar $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ ekanligini e'tiborga olsak, Nyutonning ikkinchi qonunini quyidagicha yozish mumkin:

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

Bu yerda dP impuls o'zgarishi. Bunga keyinroq to'xtalamiz.

Nyutonning ikkinchi qonuni faqat inersial sanoq tizimlarida o'rinli.

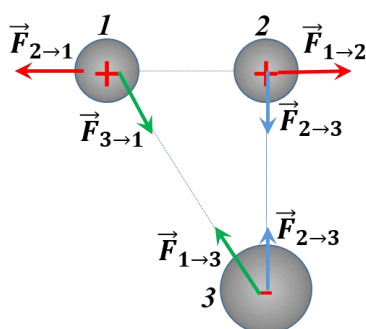
Nyutonning 3-qonuni. Kuchlarning tabiati bir xil ekanligidan ularni ta'sir va aks ta'sir kuchlariga ajratish shartlidir. Ta'sir kuchi bir-biriga tegadigan jismlardan birining deformatsiyalanishi yoki tezlanish olishi tarzida namoyon bo'lsa, aks ta'sir kuchi ikkinchi jismning deformatsiyalanishi yoki tezlanish olishi sifatida namoyon bo'ladi. Demak, ikki jismning o'zaro ta'sir kuchlari kattalik jihatidan teng bo'lib, jismlarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab qaram-a qarshi yo'nalgan. Bu xulosa ham Nyuton uchinchi qonunining ta'rifi bo'lib, qonunning matematik ifodalanishi quyidagichadir:

Jismlar bir-biriga moduli bo'yicha teng va qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar bilan ta'sir qiladi.

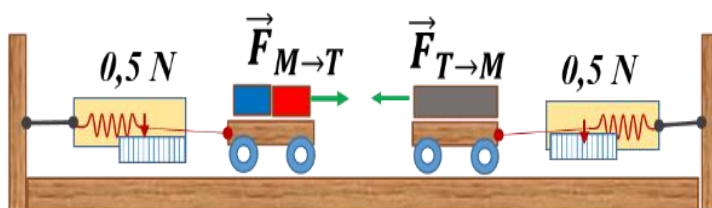
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

bu yerda F_2 ikkinchi jism tomonidan birinchi jismga ta'sir etuvchi kuch, F_1 birinchi jism tomonidan ikkinchi jismga ta'sir etuvchi kuch.

Quyidagi holatlarni ko'rib chiqamiz. Bir xil ishorali zaryadlangan jismlar bir-biridan qochishini, har xil ishorali zaryadlangan jismlar bir-biriga tortilishini bilamiz, 13-rasmga qarang. Birinchi sharchaning ikkinchi sharchaga ta'sir kuchi, ikkinchi sharchaning birinchi sharchaga ta'sir kuchiga teng va bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan.



13-rasm



14-rasm

Xuddi shunday birinchi sharcha bilan uchinchi sharcha, ikkinchi sharcha bilan uchinchi sharchalarning ham o'zaro ta'sir kuchlari teng va qarama-qarshi yo'nalgan. Ikkita aravachadan biriga doimiy magnet, ikkinchisiga temir bo'lagi mahkamlab (14-

rasm), ularni ikkita mahkamlangan dinamometrغا mahkamlab o‘zaro ta’sir kuchlarini o‘lchaymiz. Dinamometrlar bir xil kuchlarni ko‘rsatadi.

Galileyning nisbiylik prinsipi. Nisbiylik prinsipining ochilishiga asosiy sabablardan biri, Yerning harakati, aniqrog‘i uning o‘z o‘qi atrofida aylanishi haqidagi gipoteza bo‘ldi. Shunday savol tug‘iladi: agar Yer o‘z o‘qi atrofi da aylanadigan bo‘lsa, nega biz uni Yer sirtida o‘tkazilgan eksperimentlarda sezmaymiz? Bu muammo ustidagi muhokamalarda qatnashgan o‘rta asrda yashab ijod qilgan Nikolay Oreme (XIV asr), Olovuddin Ali al-Qushchi (XV asr)lar quyidagi xulosaga keldilar: Yerning aylanishi uning ustida o‘tkazilgan tajribalarga ta’sir qilmaydi. Faraz qilaylik, siz sinfdoshlaringiz bilan birgalikda ulkan kemaning ichida, tashqi oynalari qoraytirilgan xonasida o‘tiribsiz. Shunda sinfdoshlardan biri hozir kema tinch turibdimi yoki harakatdami, degan savolni berdi. Tashqi palubaga chiqmasdan, buni qanday aniqlash mumkin? Bolalardan biri: “Kelinglar, tajriba o‘tkazib ko‘ramiz. Stoldagi buyumlardan birini tepadan pastga tashlab ko‘ramiz. Agar kema harakatsiz bo‘lsa, u vertikal tushadi.

Harakatda bo‘lsa, tushish davrida kemaning poli oldinga ketib qolib, ozgina orqaga tushadi”, deb taklif qildi. Turli narsalar tashlab ko‘rilganda hammasi polga qarab tik holda aynan bir joyga tushdi. Demak, kema tinch turibdi, degan xulosaga kelindi. Tashqi palubaga chiqib qaralsa, kema bir tekisda chayqalmasdan suzib ketayotgan ekan! Demak, mexanik tajribalarni tinch turgan sinf xonasida o‘tkazilsa ham, to‘g‘ri chizikli tekis harakatlanayotgan vagon yoki kema ichida o‘tkazilsa ham bir xil kechar ekan.

Bunga birinchi bo‘lib Galiley o‘z e’tiborini qaratgan edi. Galiley ham siz faraz qilgandek, ulkan kema ichida kuzatilayotgan mexanik jarayonlar, agar kema to‘g‘ri chizikli tekis harakatlanayotgan bo‘lsa, xuddi tinch turganda qanday kechsa, shunday borishini yozib qoldirgan. Bunda sanoq sistemasi sifatida Yer emas, balki harakatlanayotgan vagon yoki kema olinadi.

Tinch holatda turgan yoki nisbatan to‘g‘ri chizikli tekis harakatlanayotgan sanoq sistemalari *inersial sanoq sistemalari* deyiladi.

Bir tekis oqayotgan daryoda kema oqim bo‘ylab suzib ketayotgan bo‘lsa, sanoq sistemasi sifatida qirg‘oqni yoki suvni olish mumkin. Xuddi shunday, to‘g‘ri chiziqli tekis harakatlanayotgan poyezd vagonida poyezd bo‘ylab harakatlanayotgan odam uchun sanoq sistemasi sifatida vagonni yoki Yerni olish mumkin. Odamning vagonga nisbatan tezligi v , vagonning Yerga nisbatan tezligi u bo‘lsin. Agar odam vagonning harakat yo‘nalishi bilan bir xil yo‘nalishda harakatlansa, uning Yerga nisbatan tezligi $u + v$ bo‘ladi. Harakat qarama-qarshi yo‘nalishda bo‘lsa, $u - v$ bo‘ladi. Bunga ***Galileyning tezliklarni qo‘shish qoidasi*** deyiladi.

Tajribalar inersial sanoq sistemalarida soatlar bir xil davr bilan yurishini ko‘rsatdi. Jismlarning ko‘chishi sanoq sistemalarida bir xil bo‘lmaydi. Chunki harakatlanayotgan vagon ichidagi odamning vagonga nisbatan ko‘chishi Yerga nisbatan ko‘chishidan kichik bo‘ladi. Jism massasini tinch holatda turgan vagon ichida o‘lchanganda ham, to‘g‘ri chiziqli tekis harakatlanayotgan vagonda o‘lchaganda ham bir xil chiqadi.

Shunday qilib, inersial sanoq sistemalarida vaqt, massa, tezlanish va kuch *bir xil (invariant)* bo‘ladi.

Tinch holatda turgan sanoq sistemasida kuch F ga, massa m ga, tezlanish a ga teng bo‘lsa, to‘g‘ri chiziqli tekis harakatlanayotgan sistemada mos ravishda F' , m' va a' bo‘ladi. $F = F'$; $m = m'$ va $a = a'$ bo‘lganligi tufayli, Nyutonning ikkinchi qonuni $F = F' = ma$ yoki $F' = m'a'$ kabi ifodalanadi. Bundan Nyuton qonunlari barcha inersial sanoq sistemalarida o‘rinli bo‘lishi kelib chiqadi.

Galileyning nisbiylik prinsipini umumiy holda quyidagicha ta’riflash mumkin:

Barcha inersial sanoq sistemalarida hamma mexanik jarayonlar bir xilda kechadi.

Lekin hayotda to‘g‘ri chiziqli tekis harakat kamdan kam uchraydi. Bu degani inersial sanoq sistemalari juda kam mavjud bo‘ladi. Shunga ko‘ra, har doim inersial sistemaga yaqin bo‘lgan sistemalar mavjud ekanligini esda tutishimiz kerak. Yerni biz inersial sanoq sistemasi, deb qaraymiz. Xolbuki, u o‘z o‘qi atrofida va Quyosh atrofi da aylanadi. Aylanma harakatda har doim tezlanish mavjud. Shunga qaramay

Yerni inersial sanoq sistemasiga kiritamiz. Buning sababi shundaki, bu tezlanish juda kichik. Masalan, bu tezlanish ekvatorida $0,035 \text{ m/s}^2$ ga teng bo'lib, erkin tushish tezlanishiga nisbatan juda ham kichik. Shunga ko'ra, uni hisobga olmasdan, harakatni tekis deb qarash mumkin. Yerning Quyosh atrofi da aylanishidagi tezlanish bundan ham kichik. Shunga ko'ra Yerni inersial sanoq sistemasiga kiritamiz. Xuddi shunday, Yerga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan poyezdni ham inersial sanoq sistemasiga kiritish bo'ladi.

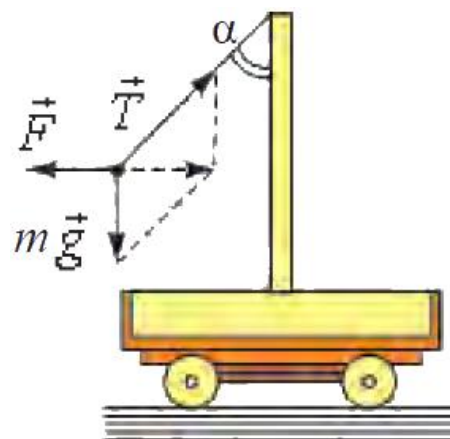
Yuqorida ta'kidlanganidek, to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotgan sistemalarda Nyuton qonunlari o'rinli bo'ladi. Agar sanoq sistemasi egri chiziqli yoki tezlanish bilan harakatlanayotgan bo'lsa-chi? Bunday sistemalar *noinersial sanoq sistemalari* deyiladi. Qanday qilib noinersial sanoq sistemalarida Nyuton qonunlaridan foydalanish mumkin? Undan foydalanish uchun tezlanish hosil bo'lish sababini eslaylik. Tezlanish hosil bo'lish sababi – bu kuch. Demak, Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanish uchun jismga boshqa jismlar tomonidan ta'sir qilayotgan kuchlar bilan birgalikda *inersiya kuchini* kiritamiz. Inersiya kuchi jismga boshqa jismlar tomonidan emas, balki sanoq sistemasi tezlanish bilan harakatlanishi tufayli ta'sir qiladi. U holda Nyutonning ikkinchi qonuni quyidagi

$$m\vec{a}_{nis} = \vec{F} + \vec{F}_i$$

Inersiya kuchining ifodasini topish uchun tezlanishning absolyut qiymati \vec{a}_{ab} va tezlanishning nisbiy qiymati \vec{a}_{nis} ning ayirmasidan foydalanamiz. U holda inersiya kuchi ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\vec{F}_i = m(\vec{a}_{ab} - \vec{a}_{nis})$$

Aytilganlarni misolda qaraylik. Kichik bir aravachada ustun o'rnatilgan bo'lib, unga 15-rasmda ko'rsatilganidek mayatnik osilgan. Aravacha Yerga nisbatan \vec{a}_{ab} doimiy tezlanish bilan harakatlanmoqda. Mayatnik aravachaga nisbatan qo'zg'almas: $\vec{a}_{nis} = 0$. Mayatnikka $m\vec{g}$, $m\vec{a}_i$ va \vec{T} kuchlar ta'sir qiladi.



15-rasm.

\vec{T} – mayatnik osilgan ipning taranglik kuchi. Lekin bu kuchlar mayatnikka tezlanish bermaydi. Nyutonning

ikkinchi qonuni bajarilishi uchun unga inersiya kuchi $\vec{F}_i = -m\vec{a}_i$ ni kiritish kerak. U holda

$$m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_i = 0$$

Demak, Nyutonning ikkinchi qonuni shartli ravishda bajariladi. Mayatnikning og'ish burchagi $tg\alpha = \frac{\vec{a}_i}{g}$.

Elastiklik kuchi.

Tashqi kuch ta'sirida, jismning zarralari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining o'zgarishi natijasida yuzaga keluvchi kuch *elastiklik kuchi* deyiladi.

Bu kuch jism deformatsiyalangandagi ichki reaksiya kuchidir. Elastiklik kuchi elektromagnit tabiatga ega.

Kristall panjaraning tuzilish nuqtai nazaridan qaralganda deformatsiya tashqi kuch ta'sirida panjara tugunlaridagi zarralar muvozanat vaziyatidan chiqarilishi bo'lib, tashqi kuch to'xtagach zarralar o'zining muvozanat holatiga qaytadi, deformatsiya yo'qoladi, deb tushuntirish mumkin. Masalan, kristall cho'zilganda zarralar oralig'i ortadi. Bunda tortishish kuchi kattalashib, itarish kuchi zaiflashadi, natijada kristalldagi tortishish kuchlari tashqi kuchga qarshilik qiladi.

Prujina yoki rezina ipni bir uchini mahkamlab ikkinchi uchiga yuk ossak u cho'ziladi. Deformatsiyalovchi kuch $F_{def} = P_1$ ta'sirida uning uzunligi boshlang'ich uzunlikdan Δl ga katta bo'ladi.

Deformatsiyalovchi kuchni 2 marta, 3 marta, ... oshirib boramiz:

$$F_{def} = 2P_1, 3P_1, \dots$$

Prujinaning uzayishi Δl ham shuncha marta ortib boradi. Agar prujinani siqishda ham shunday kuchni oshirib borsak siqilish ham kuchga mutanosib tarzda ortib boradi.

Demak elastik deformatsiyada siqilish va cho‘zilish(uzayish) o‘zgarishi deformatsiyalovchi kuchga mutanosib ekan:

$$|\Delta l| \sim F_{def}$$

Nyutonning uchinchi qonuniga asosan: *elastiklik kuchi moduli jismni deformatsiyalovchi kuch moduliga teng va qaram-a qarshi yo‘nalgan.*

$$F_{el} = -F_{def}$$

Elastiklik kuchi Guk qonuniga asosan hisoblanadi.

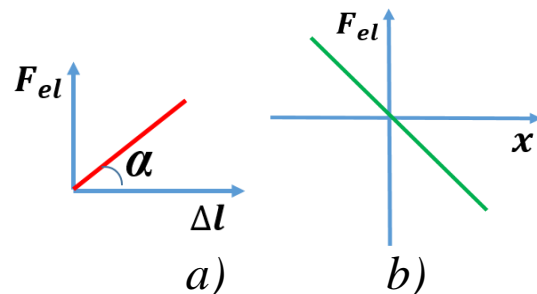
Guk qonuni: *Elastiklik kuchi absolut uzayishga to‘g‘ri mutanosib bo‘lib, uni yuzaga keltiruvchi kuchga qarama-qarshi yo‘nalgan.*

$$F_{el} = -k\Delta l$$

Bu yerda k bikirlik, Δl absolut cho‘zilish yoki siqilish. 16-rasmda bikirlik quyidagiga teng:

$$k = \frac{F_{el}}{\Delta l} = \operatorname{tg} \alpha$$

Guk qonuni elastik deformatsiya uchun o‘rinli.



16-rasm

Mexanik kuchlanish σ deb, jismning S yuza birligiga ta’sir etuvchi F kuchga aytiladi.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \sigma = \rho gl$$

bu yerda, l -uzunlik, ρ -zichlik.

Mexanik kuchlanish birligi: $[\sigma] = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$.

Absolut uzayish (deformatsiya). Jism uzaygandagi uzunligi l ning, boshlang'ich uzunligi l_0 dan farqining moduliga **absolut uzayish** deyiladi va u Δl bilan belgilanadi.

$$\Delta l = |l - l_0|$$

Bu yerda l_0 –boshlang'ich uzunlik, l -cho'zilganidan (yoki siqilganidan) keyingi uzunlik.

Nisbiy uzayish, absolut uzayish Δl ning boshlang'ich uzunlik l_0 ga nisbatiga teng;

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Mexanik kuchlanish nisbiy uzayishga to'g'ri proporsional:

$$\sigma = \varepsilon E$$

E -yung moduli, proporsionallik koeffitsiyenti: $[E] = Pa$

$\frac{F}{S} = \varepsilon E$ yoki $\frac{k \Delta l}{S} = \frac{\Delta l}{l_0} E$ bundan bikirlik:

$$k = E \frac{S}{l_0}$$

Bikirlik modda turiga, ya'ni qanday moddadan tayorlanganligiga, shakli va o'lchamlariga, uning haroratiga bog'liq. Jismning bikirligi, ko'ndalang kesim yuzasiga to'g'ri, boshlang'ich uzunligiga teskari mutanosib.

Gravitatsion maydonda harakat. Quyosh, atrofimizdagi jismlar bilan Yer orasidagi tortishishga ham tegishli ekanligini kashf etdi. Uning xulosasiga asosan, olamdagi jismlarning o'zaro tortishish kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



bunda m_1 , m_2 – ta'sirlashishayotgan jismlar massalari, r – ular orasidagi masofa (massalar markazidan o'lchanadi), G – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, u gravitatsiya doimiylik deb ataladi. F **gravitatsiya tortish kuchini** ifodalaydi. Bu qonun olamdagi barcha jismlar

o'rtasidagi o'zaro tortishish kuchini ifodalagani uchun, u ***Butun olam tortishish qonuni*** deb ataladi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi:

Ikki jismning o'zaro tortishish kuchi ularning massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsionaldir.

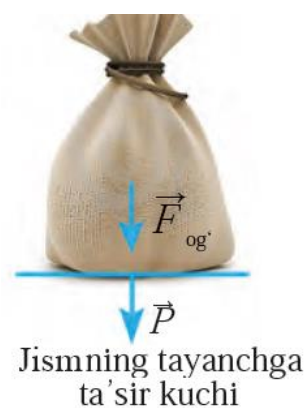
Agar o'zaro ta'sirlashuvchi jismlar massasi $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$ va ular orasidagi masofa $r = 1 \text{ m}$ bo'lsa, F kuchning son qiymati G ga teng: gravitatsiya doimiysi son jihatdan har birining massasi 1 kg va oralaridagi masofa 1 m bo'lgan ikki jism orasidagi tortishish kuchiga teng. 1798-yilda ingliz olimi Genri Kavendish uning son qiymati quyidagiga tengligini aniqladi: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Og'irlik kuchi. Jismni Yerga tortib turuvchi kuchni **og'irlik kuchi** deb ataymiz va $F_{og'}$ tarzida belgilaymiz. Nyutonning ikkinchi qonuni formulasidagi a tezlanishni g erkin tushish tezlanishi bilan almashtirib, m massali jismning og'irlik kuchini quyidagicha ifodalash mumkin: $F_{og'} = mg$. **Jismning Yerga tortilish kuchi og'irlik kuchi** deb ataladi.

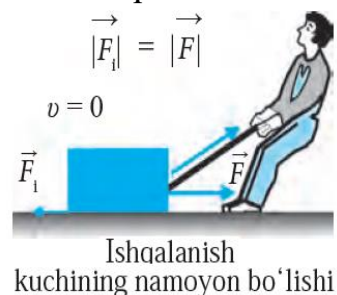
Jismning og'irligi. Yerga tortilishi tufayli jismning tayanchga yoki osmaga ta'sir etadigan kuchi *jismning og'irligi* deb ataladi va P harfi bilan belgilanadi. Jismning P og'irligi $F_{og'}$ og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Tinch holatda turgan jismning og'irligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$F_{og'} = P = mg.$$

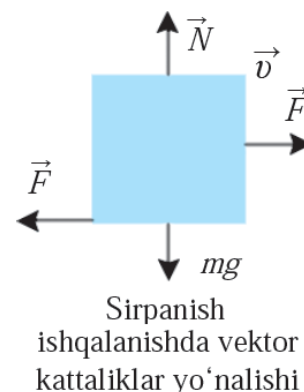
Ishqalanish kuchi. Tinchlikdagi ishqalanish. Jismning boshqa jism yuzasi bo'ylab harakatlanishida paydo bo'ladigan va harakatga qarshi yo'nalgan kuch ishqalanish kuchi deb ataladi. Ishqalanish kuchi hosil bo'lishining birinchi sababi bir-biriga tegib turadigan jismlar sirtining notekisligidir. Ishqalanish kuchi hosil bo'lishining ikkinchi sababi – bir-biriga tegib turadigan jismlar yuzasidagi molekulalarning o'zaro ta'sirlashish kuchidir. Jismlarning bir-biriga ishqalanish hodisalarini uch turga bo'lish mumkin: ***tinchlikdagi ishqalanish, sirpanish ishqalanish va dumalanish ishqalanish.***



Tinchlikdagi ishqalanish. Jism nisbiy tinchlikda turganda ishqalanish kuchi uni bir joyda ushlab turadi va u jismning joyidan qoʻzgʻalishiga toʻsqinlik qiladi. Bu kuch tinchlikdagi (tinch holatdagi) ishqalanish kuchidir. **Jismning tinch holatidan harakatga kelish paytidagi ishqalanish kuchi tinchlikdagi ishqalanish kuchi deyiladi.**



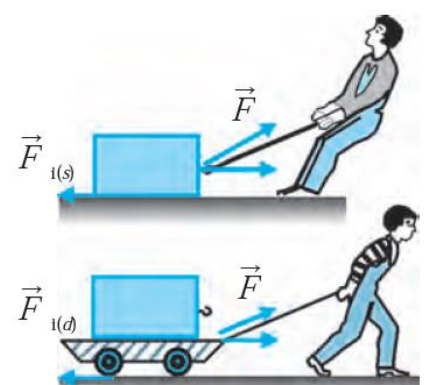
Sirpanish ishqalanish. Sirpanish ishqalanish – bu bir jism yuzasi boʻylab boshqa jism sirpanib harakatlanganida vujudga keladigan ishqalanishdir. Masalan: stol ustidagi kitobni siljitganda, sirpanish ishqalanish hosil boʻladi. Sirpanish ishqalanish kuchi $F_{i(s)}$ jismga taʼsir etuvchi kuch F ga miqdor jihatdan teng. Aks taʼsir kuchi tayanchning **reaksiya kuchi** – N deyiladi. Bu kuch doimo yuzaga perpendikulyar yoʻnalgan boʻladi. Demak, sirpanish ishqalanish kuchi – $F_{i(s)}$ jismning reaksiya kuchi – N ga toʻgʻri proporsional:



$$F_{i(s)} = \mu N \quad \text{yoki} \quad F_{i(s)} = \mu mg,$$

bunda μ (*myu*) – sirpanish ishqalanish koeffitsiyenti boʻlib, uning qiymati bir-biriga ishqalanuvchi jismlarning modda turiga, sirtlarining silliqliqi va boshqalarga bogʻliq.

Dumalanish ishqalanish. Bir jism ikkinchi jism yuzasi boʻylab sirpanmasdan dumalasa, bunda hosil boʻlgan ishqalanish dumalanish ishqalanish deyiladi. Gʻildiraklar gʻildiraganda, bochka yoki gʻoʻlalar dumalatilganda, dumalanish ishqalanish namoyon boʻladi. Tajribalar shuni koʻrsatadiki, dumalanish ishqalanish kuchi $F_{i(d)}$ jismning ogʻirligi P ga toʻgʻri proporsional, dumalayotgan jism radiusi



Sirpanish (a) bilan dumalanish (b) ishqalanishning qiyoslanishi

r ga teskari proporsional boʻladi, yaʼni: $F_{i(d)} = \mu_d \frac{P}{r}$ bunda μ_d – dumalanish ishqalanish koeffitsiyenti. Uning qiymati bir-biriga ishqalanuvchi jismlarning materiali, sirtlarining silliqliqi va boshqalarga

bog‘liq.

Qiya tekislikda jismga ta’sir qiluvchi og‘irlik kuchining tashkil etuvchilari. Qiya tekisliklardan foydalanish bizga jismni vertikal ko‘tarishda talab qilinadigan kuchning qiymatini kamaytiradi. Qiya tekislikda tinch turgan yoki harakatlanayotgan jismga bir nechta kuch ta’sir qiladi. Ma’lumki, og‘irlik kuchi doimo vertikal pastga yo‘nalgan. Bu kuchning qiya tekislik bo‘ylab pastga tomon yo‘nalgan tashkil etuvchisi (F_x) qiya tekislikning qiyalik burchagiga bog‘liq holda quyidagicha topiladi:

$$F_x = mgsin\alpha$$

Bu kuch jismni qiyalik bo‘ylab pastga sirpantiruvchi (tortuvchi) kuch hisoblanadi. Og‘irlik kuchining qiya tekislikka tik yo‘nalgan tashkil etuvchisi:

$$F_y = mg\cos\alpha$$

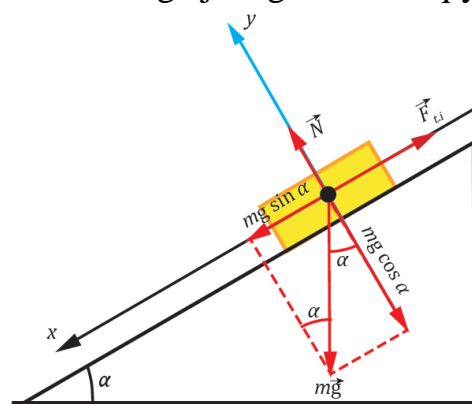
formula bilan aniqlanadi.

Bu kuch sirt tomonidan jismga ta’sir etuvchi normal reaksiya kuchi (N) ga teng bo‘ladi. Nyutonning III qonuniga asosan, normal reaksiya kuchi F_y kuchga son jihatidan teng yo‘nalishi bo‘yicha qarama-qarshi bo‘ladi (17-rasm).

$$N = mg\cos\alpha$$

Og‘irlik kuchi va sirt reaksiya kuchining OX va OY o‘qlari bo‘yicha (proyeksiya) tashkil etuvchilari jism qiyalikda tinch turishiga yoki tezlanish bilan harakatlanishiga sababchi bo‘ladi.

Qiya tekislikda ishqalanish kuchi. Qiya tekislikdagi jismga doimo qiya tekislik bo‘ylab pastga yo‘nalgan og‘irlik kuchining OX o‘qi bo‘yicha tashkil etuvchisi ta’sir etib turadi. Agar jism qiya tekislikda tinch turgan bo‘lsa, og‘irlik kuchining OX o‘qi bo‘yicha tashkil etuvchisini qaysi kuch muvozanatlaydi? Jism tinch turganda unga tinchlikdagi ishqalanish kuchi ($F_{t.i.}$) ta’sir etadi (17-rasm). Bu kuch qiya tekislik bo‘ylab



17-rasm.

yuqoriga yoʻnalgan boʻlib, son jihatdan jismni pastga tortuvchi (F_x) kuchga teng boʻladi:

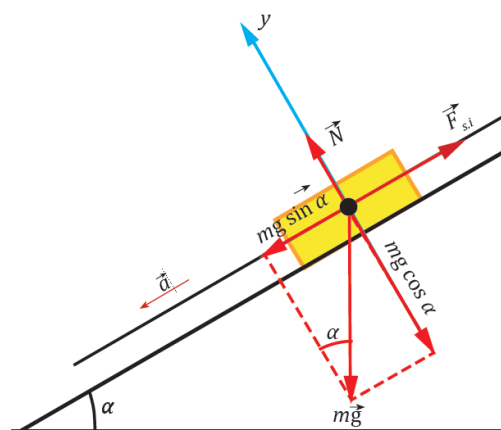
$$F_{t.i} = F_x = mgsina$$

Agar jism qiya tekislik boʻylab yuqoriga yoki pastga sirpanayotgan boʻlsa, jismga sirpanish ishqalanish kuchi ($F_{s.i.}$) taʼsir etadi va u sirtning normal reaksiya kuchi orqali ifodalanadi:

$$F_{s.i.} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

Jismning qiya tekislik boʻylab pastga harakati.

Qiya tekislikda turgan jismga boshqa jismlar taʼsir etmasa, u faqat ogʻirlik kuchi, sirt bilan jism orasidagi ishqalanish kuchi va sirtning normal reaksiya kuchlari taʼsirida boʻladi. Bu kuchlarning qiyalik boʻylab pastga yoʻnalgan teng taʼsir etuvchisi:



18-rasm.

$$F = F_x - F_{ishq}$$

$$F = m \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

ga teng boʻladi (18-rasm).

Bu yerda: F – kuchlarning teng taʼsir etuvchisi, F_x – jismni qiya tekislik boʻylab pastga tortuvchi kuch, F_{ishq} – jism va qiya tekislik sirti orasidagi ishqalanish kuchi.

Jismning qiya tekislikdagi harakat turiga qarab formulaning xususiy hollarini koʻrib chiqamiz:

1. Jismni pastga sirt boʻylab tortuvchi kuch tinchlikdagi ishqalanish kuchidan kichik: $F_x < F_{t.i}$ boʻlganda jism qiyalikda tinch turadi. Bu holda $\mu > tg \alpha$ boʻladi.

2. $F_x = F_{ishq}$ boʻlganda jism qiyalikda tinch turadi yoki oʻzgarmas tezlik bilan pastga harakatga keladi. Bunda $\mu = tg \alpha$ boʻladi.

3. $F_x > F_{s.i.}$ boʻlganda jism tezlanish bilan pastga harakatlanadi. Bunda $\mu < tg \alpha$ boʻladi.

Teng taʼsir etuvchi kuch $F = ma$ ekanligidan foydalanib:

$$ma = m \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

jism tezlanishi:

$$a = g \cdot (\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha)$$

ga teng ekanligini topamiz.

Jismni qiya tekislik bo‘ylab yuqoriga ko‘tarish. Jismni qiya tekislik bo‘ylab yuqoriga ko‘tarish uchun unga tekislik bo‘ylab yuqoriga yo‘nalgan tashqi (F_{tash}) kuchni qo‘yishimiz kerak. Bu holda sirpanish ishqalanish ($F_{s,i}$) kuchi tekislik bo‘ylab jism harakatiga qarama-qarshi yo‘naladi. Jismning yuqoriga harakat yo‘nalishi bo‘yicha teng ta’sir etuvchisi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = F_{\text{tash}} - (F_x + F_{\text{ishq}}).$$

Agar teng ta’sir etuvchi kuch nolga teng bo‘lsa:

$$F_{\text{tash}} = mg (\sin\alpha + \mu \cos\alpha)$$

jism qiyalikda tinch turadi yoki o‘zgarmas tezlik bilan qiyalik bo‘ylab yuqoriga ko‘tariladi.

Agar $F_{\text{tash}} > F_x + F_{\text{ishq}}$ bo‘lsa, jism qiyalik bo‘ylab yuqoriga tezlanish bilan ko‘tariladi.

Bu holda tezlanish:

$$a = \frac{F_{\text{tash}}}{m} - g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)$$

formula yordamida aniqlanadi.

Birinchi va ikkinchi kosmik tezliklar. Atmosferadan tashqarida sun’iy yo‘ldoshlarning harakatida qarshilik kuchi bo‘lmaydi. Unga faqat Yerning tortish kuchi ta’sir qiladi. Shuning uchun sun’iy yo‘ldosh \vec{g} tezlanish bilan harakat qiladi. Bu tezlanish markazga intilma tezlanishga teng: $\vec{g} = \vec{a}$.

Birinchi kosmik tezlik deb, jismga u Yer atrofida aylanma orbita bo‘ylab harakatlanishi, ya’ni Yerning sun’iy yo‘ldoshi bo‘lib qolishi uchun berish zarur bo‘lgan eng kichik tezlikka aytiladi.

Jism Yer atrofida radiusi Yer radiusi $R_{\text{Yer}} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ dan kam farq qiladigan aylana orbita bo‘ylab harakatlanishi uchun u aniq bir tezlikka ega bo‘lishi kerak. Bu

tezlikning kattaligini jismga ta'sir etuvchi markazdan qochma kuchning, Yerning gravitatsion ta'sir kuchiga teng ekanligi shartidan topish mumkin.

$$F_{m.q} = F_g \qquad F_{m.q} = \frac{m\vartheta^2}{r}$$

$F_g = G \frac{M_{Yer}m}{(R_{Yer}+h)^2}$ bu yerda, $r=R_{Yer}+h$ va $h \ll R_{Yer}$ bo'lgani uchun $r \approx R_{Yer}$.

Yuqoridagilarni hisobga olib:

$$\frac{m\vartheta^2}{R_{Yer}} = G \frac{M_{Yer}m}{R_{Yer}^2} = mg \rightarrow \vartheta = \sqrt{gR_{Yer}}$$

Demak birinchi kosmik tezlik:

$$\vartheta_1 = \sqrt{gR_{Yer}} = \sqrt{9,8 \cdot 6,37 \cdot 10^6} = 7,9 \frac{km}{s}$$

Yer sirtidan uzoqlashgan sari doiraviy orbita bo'ylab harakat tezligi kamayib boradi, (19-rasm) h_1 balandlikdagi

tezligi $\vartheta'_1 = \vartheta_1 \sqrt{\frac{R}{R+h_1}}$, h_2 balandlikdagi tezligi $\vartheta''_1 = \vartheta_1 \sqrt{\frac{R}{R+h_2}}$, $h_1 < h_2$ bundan tezliklar orasidagi munosabat quyidagicha: $\vartheta_1 > \vartheta'_1 > \vartheta''_1$.

Jismga Yer sirtiga yaqin orbitadan ϑ_1 tezlikdan katta tezlik berilsa, $\vartheta_1 < \vartheta'_1 < \vartheta''_1$ uning traektoriyasi ellipsdan iborat bo'ladi (20-rasm).

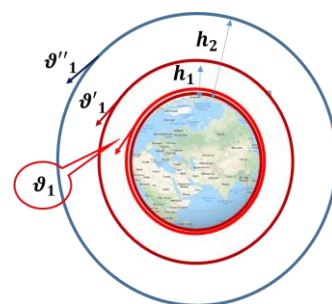
Zichligi ρ radiusi R bo'lgan sayyora uchun birinchi kosmik tezlikni:

$$\vartheta = \sqrt{\frac{4}{3} \pi G \rho R^2}$$

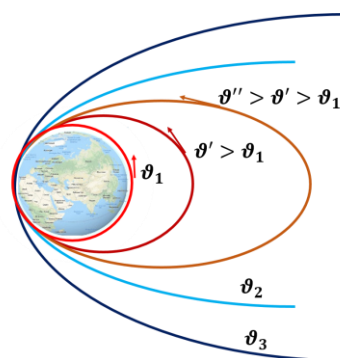
ko'rinishda ifodalash mumkin.

Massasi M radiusi R bo'lgan sayyora sirtidan h balandlikda harakatlanayotgan kosmik kema tezligi ϑ ni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$\vartheta = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}$$



19-rasm



20-rasm

Agar sayyora sirtidan h balandlikda harakatlanayotgan kosmik kema tezligi o'zgaras ϑ , uning sayyora sirtidagi tezligi o'zgaras ϑ_0 deb olsak va $\frac{\vartheta_0}{\vartheta} = n$ bo'lsa, kosmik kemaning sayyora sirtidan balandligini

$$h=(n^2-1)R$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Ikkinchi kosmik tezlik deb, jismga u Yerning tortish maydonini yengib, Quyosh atrofida parabola shaklidagi orbita bo'ylab harakatlanishi, ya'ni Quyoshning sun'iy yo'ldoshiga aylanib qolishi uchun berish zarur bo'lgan eng kichik tezlikka aytiladi

$$\vartheta_2 = \sqrt{2gR_{Yer}} = \sqrt{2}\vartheta_1 \approx 11,2 \frac{km}{s}$$

Uchinchi kosmik tezlik. *Uchinchi kosmik tezlik* deb, jismga Quyoshning tortish maydonini yengib, Quyosh tizimini tark etishi uchun Yerda berilishi zarur bo'lgan eng kichik tezlikka aytiladi.

$$\vartheta_3 = 16,67 \frac{km}{s}$$

Nazorat savollari

1. Dinamikaning asosiy vazifasi nimadan iborat?
2. Kuch deb nimaga aytiladi?
3. Nyutonning birinchi qonuni va uning ahamiyatini tushuntiring?
4. Nyutonning birinchi qonunining o'rinaliligini ko'rsatuvchi misol keltiring.
5. Nyuton qonunlari istalgan sanoq tizimida ham bajariladimi?
6. Inersial sanoq tizimi deb qanday sanoq tizimiga aytiladi?
7. Nyutonning ikkinchi qonuni qanday ta'riflanadi?
8. O'zaro ta'sir kuchlarining yo'nalishi qanday bo'ladi?
9. Nyutonning uchinchi qonuniga misol keltiring.
10. Galileyning nisbiylik prinsipini tushuntiring?
11. Elastiklik kuchi va uning tabiatini izohlang?
12. Qiya tekislikdagi jism harakati qiyalik burchagiga qanday bog'liq?

14. Qiya tekislikda jism qachon muvozanatda turadi, qanday shart bajarilsa, u tekis yoki tezlanuvchan harakatda bo'ladi?
12. Qanday tezliklarga kosmik tezliklar deyiladi?
13. Birinchi kosmik tezlik deb qanday tezlikka aytiladi?
15. Birinchi kosmik tezlik nimaga teng?
16. Ikkinchi kosmik tezlik deb qanday tezlikka aytiladi?
17. Uchinchi kosmik tezlik deb qanday tezlikka aytiladi?