2-Ma`ruza
Klassik mexanikaning shakllanishi.

Ma'ruzaning rejasi:

Mexanika prinsiplari. Nyuton qonunlari. Nyuton bo'yicha tabiat qonunlar birligi. Butun dunyo tortilish qonuni. Neptun sayyorasining kashf etilishi. Galiley almashtirishlari. Skalyar va vektor miqdorlar.

Klassik mexanika yoki Nyuton mexanikasiga dinamikaning 1687-yilda Nyuton aniqlagan uchta qonun asos qilib oligan.

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'lganda harakat qonunini aniqlash;*

<u>Nvutonning birinchi qonuni</u> quyidagicha tariflanadi: Har qanday tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini to boshqa jismlar tomonidan ko'rsatiladigan ta'sir harakat holatini to boshqa jismlar tomonidan ko'rsatiladigan ta'sir bu holatni o'gartirishga majbur etmaguncha saqlab qoladi ya'ni:

$$V=0 \qquad V=const \qquad a=0 \qquad F=0 \quad (1)$$

Nyutonning birinchi qonuni har qanday sanoq sistemasida ham bajarilavermaydi. Agar sanoq *sistemada Nyutonning birinchi qonuni bajarilsa, bu sistema inersial sanoq sistema deyiladi. Bu qonuning o'zi ham ba'zan inersiya qonuni deb ham yuritiladi.*

Biror inersial sistemaga nisbatan to'g'ri chiziqli va tekis (ya`ni o'zgarmas tezlik) harakatlanuvchi istalgan sanoq sistama ham inersial bo'ladi.

Markazi Quyosh bilan ustma-ust tushuvchi, o'qlari esa mos ravishda tanlab olingan yulduzlarga mos yo'nalgan sanoq sistemasining inersial sistema ekanligi tajribada aniqlangan. Bu sistema geliosentrik sanoq sistema deyiladi.

Geliosentrik sistemaga nisbatan tekis va to'g'ri chiziqli harakatlanuvchi istalgan sanoq sitema inersial bo'ladi.

Yer, Quyosh va yulduzlarga nisbatan ellips shaklidagi egri chiziqli trayektoriya bo'ylab harakatlanadi. Egri chiziqli harakat doim ma'lum tezlanish bilan sodir bo'ladi. Undan tashqari Yer o'z o'qi o'qi atrofida aylanib turadi. Ana shu sabablarga ko'ra Yer sirti bilan bog'langan sanoq sistema geliosentrik sanoq sistemaga nisbatan tezlanish bilan harakat qiladi va inersial bo'la olmaydi. Biroq bunday sistemaning tezlanishi shu qadar kichikki, ko'p hollarda uni inersial deb hisoblasa bo'ladi.

<u>Nyutonning ikkinchi qonuni.</u> Kuch bilan berilgan jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatilayotgan ta'sirning miqdori bilan yo'nalishini ko'rsatadi. Berilgan jismga boshqa jismlar tomonidan ko'rsatilayotga ta'sir shu jismning tezligini o'zgartiradi, ya'ni tezlanish olishiga sabab bo'ladi. Tajriba ko'rsatadiki ,bir hil ta'sir har hil jismlarga har hil tezlanish beradi. Har qanday jism o'zini holatini o'zgartirishiga "qarshilik" ko'rsatadi. Jismning bu hususiyatiga inertlik deyiladi. Jismning massasi qancha katta bo'lsa, uning incrtligi shuncha va

berilgan kuch ta'sirida olgan tezlanishi shuncha kichik bo'ladi.

$$a \sim \frac{1}{m} \qquad (F=const)$$

Tezlanish a ~ F kuchga proporsional F/ a nisbatimng kattaligi berilgan Jismning inersionligini harakterlaydi.

Nyutonning ikkinchi qonuni- ilgarilanma harakat dinamikasining asosiy qonuni bo'lib, moddiy nuqtaning mehanik harakati unga qo'yilgan kuchlarta'siri qanday o'zgarishini ko'rsatadi.

$$a = \frac{F}{m} \qquad F=ma \qquad (2)$$

(1) formula Nyutonning ikkinchi qonuni deyiladi. Nyutonning ikkinchi qonuni ham faqat inersial sanoq sistemalardagina to'g'ri Nyutonning birinchi qonuni ikkinchining xususiy holidir.

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

formulani quyidagicha yozamiz:

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

vektor kattalik P-mv (3)ga jismning impulsi deyiladi.

Moddiy nuqta massasini uning tezligiga *ko'paytmasiga jismning impulsi deyiladi.Jismning impulsi vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi tezlikni yo'nalishi bilan birday bo'ladi.*

(3)ni (2) ifodaga qo'yib quyidagini olamiz:

$$F = \frac{dP}{dt} \qquad (4)$$

Moddiy nuqta impulsidan vaqt bo'yicha olingan hosila unga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisiga teng.

Xalqaro birliklar sistemasida kuch birligi qilib Nyuton qabul qilingan:

$$1N = lkg \cdot lm/S$$

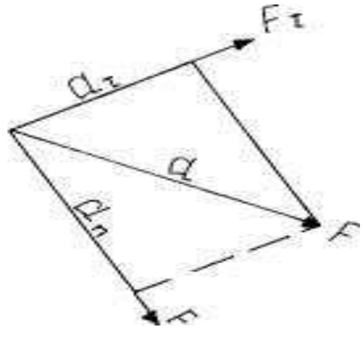
Kuchlar ta'sirining mustaqillik prinsipiga asosan kuchlarni va tezlanishni tashkil etuvchilarga ajrtish mumkin. 1-rasmda F=ma kuchni ikkita tangensial F va normal F f tashli etuvchilarga almashirish mumkin.

$$A_t = dv/t \quad a_n = V^2/R \;\; V = R\omega$$

quyidagilarni e'tiborga olgan holda quyidagilarni yozamiz:

$F = ma = m(dv/dt)$

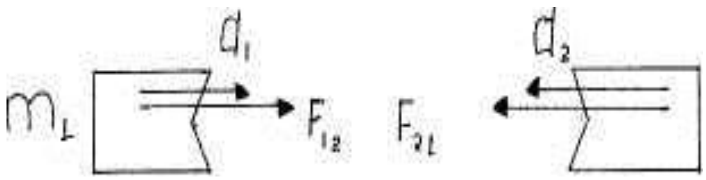
$F_n = ma_n = mv^2/R = m\omega^2 R \;\; = mv\omega$



1-rasm

Nyutonning uchinchi qonuni. Jismlarning bir-biriga bo'lgan har qanday ta'siri o'zaro ta'sir xarakteriga ega. Tajriba ko'rsatadiki, o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarining bir-biriga ta'sir kuchlari doim kattalik *jihatdan teng va yo'nalishi jihatdan qarama-qarshi bo'lar ekan.*

$$F_1 = - F_2 \tag{1}$$



2-rasm

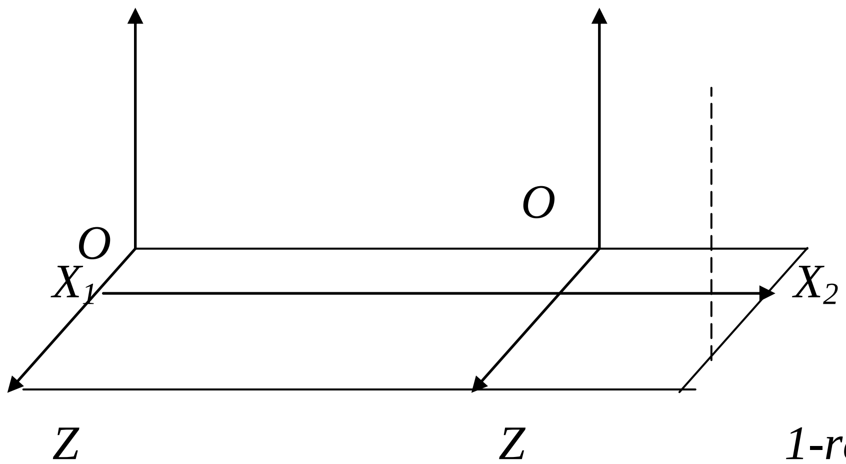
Nyutnning ikkinchi qonuniga asosan $F_1=m_1a_1$ va $F_2=m_2a_2$

$$m_1a_1 = m_2a_2$$
$$a_1 = -(m_2a_2/m_1)$$

Ikkita o'zaro ta'sirlashuvchi jismlarning tezlanishlari ularning massalariga teskari proporsional bo'lib, qarama-qarshi tomonga yo'nalgandir.

Galileyning nisbiylik prinsipi.

Bir-biriga nisbatan o'zgarmas v_0 tezlik bilan ikkita sanoq sistemasini ko'ramiz:



1-rasm

K sanoq sistemasi qo'zg'lmas bo'lib, K' sanoq sanoq sistema to'g'ri chiziqli va tekis harakatlanadi.

Biror P nuqtaning K sistemadagi X,Y,Z, koordinatalari bilan huddi shu nuqtaning K' sistemadagi X',Y',Z', koordinatalari bilan orasidagi bog'lanishni topaylik. Agar vaqtni ikkala sistemaning koordinata boshlari ustma-ust turgan paytdan boshlab hixoblasak, u vaqtda 1-rasmga binoan x=x'+vot bo'ladi, y=y\ z=z'ga teng, vaqt ikkala sanoq sistemada ham bir hil o'tadi. t=t' deb faraz qilsak, u holda quyidagi tengalamaga ega bo'lamiz.

$$\left.\begin{array}{l} x = x` + V_0 t \\ y = y' \\ z = z` \\ t = t` \end{array}\right\}$$

2-rasm

Bular Galiley o'zgaririshlari deb aytildi.
tenglamani vaqt bo'yicha differensiallasak P nuqtaning K va K' sanoq sistemalaridagi tezliklari orasidagi bog'lanishni topamiz.

$$\left.\begin{array}{l} dx/dt=dx`/dt=V_0 \text{ yoki } V_x=V`_x+V_0 \\ dy/dt=dy`/dt \text{ yoki } V_y = V`_y \\ dz/dt=dz`/dt \text{ yoki } V_z=V_z \end{array}\right\}$$

3-rasm

2) dagi bu uchta skalyar munosabat K sistemaga nisbatan o'lchangan V tezlik vektori K sistemaga nisbatan o'lchangan V tezlik vektori K sistemaga nisbatan o'lachangan V'tezlik vektori orasidagi

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}' + \boldsymbol{v}_0 \qquad (3)$$

munosabatga ekvivalentdir.

V doimiy ekanligini e'tiborga olib, (3) tenglamadan vaqt bo'yicha hosila olsak:

$$dv/dt=dv`dt \text{ yoki } a=a'$$

Bunda biror jismning tezlanishi bir-biriga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanuvchi barcha sistemalarda bir hil bo'ladi degan hulosa kelib chiqadi.

Demak bir inersial sistemadan ikkinchisiga o'tganda dinamika qonunlri o'zgarmas bo'lar ekan, yani koordinatalarning bir inersial sistemadan ikkinchisiga o'tishi fizikaviy kattaliklarga nisbatan invariant o'tish bo'lar ekan.

Barcha mexanik xodisalar turli inersial sistemalarda bir hil sodir bo'lganligi sababli hech qanday mexanik tajribalar yordamida berilgan sanoq sistema tinch turganligi yoki to'g'ri chiziq yoki tekis harakat qilayotganligini bilib bo'lmasligi haqidagi bu qonun Galileyning nisbiylik prinsipi deb ataladi.

Kuchlar

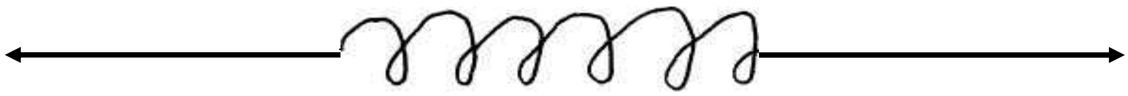
Hozirgi zamon fizikasida 4 xil o'zaro ta'sir mavjud:

1) *Gravitatsion o'zaro ta'sir (butun olam tortishish kuchlari)*
2) *Elektromagnit o'zaro ta'sir (elektr va magnit maydonlar orqali mavjud)*
3) *Kuchli yoki yadro o'zaro ta'sir (atom yadrosidagi zarrachalarni bog'lashni ta'minlovchi)*
4) *Kuchsiz (elementar zarrachalarning parchalnishiga sabab)*

Elastik kuchlar

Jismning shakli yoki hajmi o'zgarishi deformatsiya deb ataladi. Tashqi kuchlarning ta'siri to'xtagandan keyin yo'qoladigan deformatsiyalar elastik deformatsiya deyiladi.

Uzunligi l_0 bo'lgan deformatsiyalanmagan prujinani ikkita uchidan qarama-qarshi tomonga tomanga Fl va F2 kuchlar ta'sirida Al da cho'ziladi. Muvozanat holatda Fl va F2 kuchlar elastikliklik kuchlari bilan muvozanatlashadi.

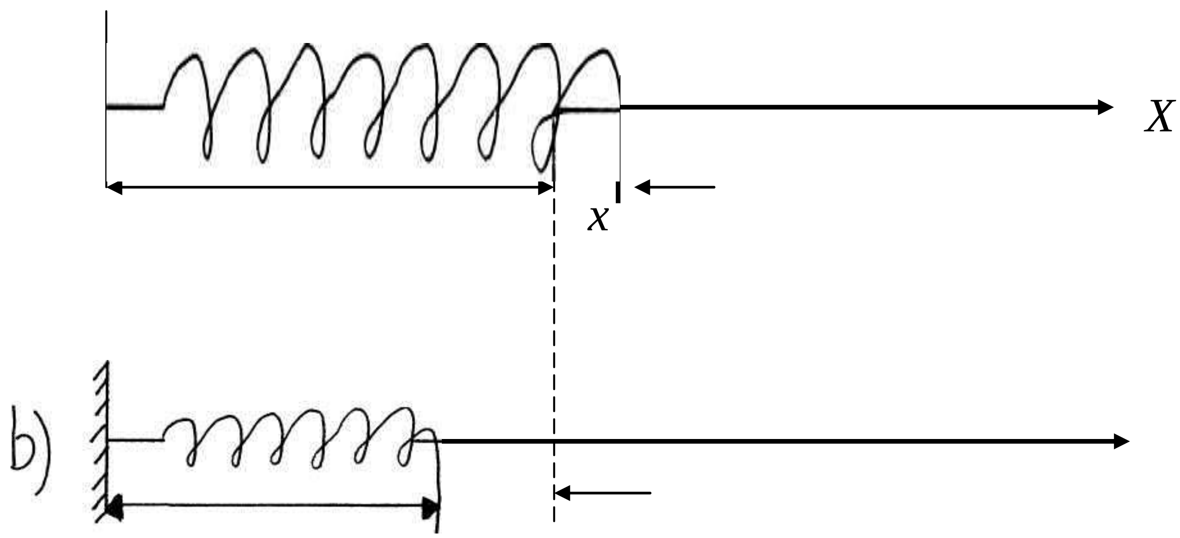


1-rasm

Elastiklik kuchi prujinaning uzayishiga proporsional bo'ladi.

$$F = k\Delta l \qquad (1)$$

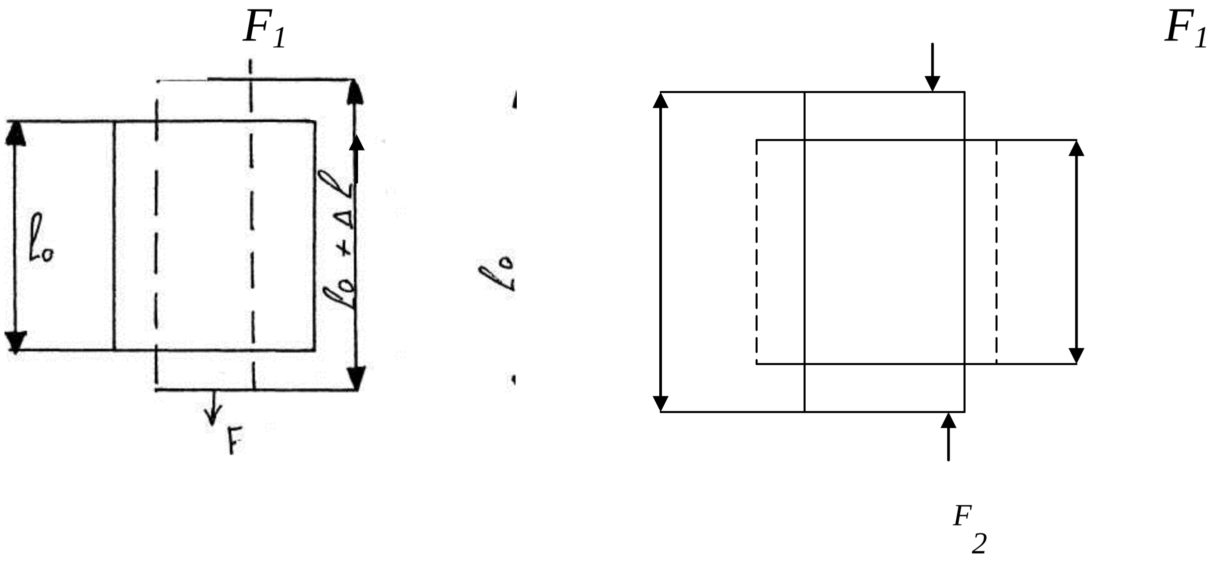
k-proporsionallik koefitsiyenti bo'lib, prujinaning bikrligi deyiladi.Elastiklik kuchini proporsionalligini tasdiqlovchi (1) tenglama Guk qonuni deyiladi.



Bir uchi mahkamlab qo'yilgan prujinaning cho'zib va siqib (2-rasm) elastiklik kuchini topish mumkin:

$$F_{el} = -kx$$

Bir jinsli sterjenni cho'zib, siqsak (3-rasm).



3-rasm

Sterjenning deformatsiysi Δl absolyut uzayishi va E nisbiy uzayishi bilan xarakterlanadi.

$$\Delta l = l - l_0 \qquad \varepsilon = \Delta l / l_0$$

Bu yerda l_o — sterjenning boshlang'ich uzunligi

1 — oxirgi uzunligi

Cho'zilishlarda $\varepsilon>0$, siqilishda $\varepsilon>0$ bo'ladi.

Tajribalar ko'rsatadiki elastik deformatsiyada nisbiy uzayish sterjenning bir birlik ko'ndalang kesim yuzasiga to'g'ri kelgan kuchga proporsional bo'ladi:

$$\varepsilon = aF/S \qquad (2)$$

Bu yerda a-proporsionallik koefitsiyenti

Kuch modulining jismning S ko'ndalang kesimi yuziga nisbatiga teng kattalikka normal kuchlanishi deyiladi:

$$\sigma = F/S$$

(3) ni (2)ga qo'yib quyidagini olamiz:

$$\varepsilon = a \cdot \sigma \qquad (4)$$

Materiallarni elastiklik hossasini harakterlash uchun £1/ a Yung modulidan foydalaniladi. Paskalda o'lchanadi ($1Pa=1N/m^2$), ani E orqali ifodalab (4) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$E=\sigma/\varepsilon \text{ yoki } \quad E= \sigma/\varepsilon= \sigma/(\Delta l/l_0) \qquad (5)$$

Agar $\Delta\, l = l_0$ ga E=a да teng bo'ladi. Yung moduli son jihatdan nisbiy uzayishi (agar iloji bo'lsa) birga teng bo'lganda normal kuchlanishga teng bo'lgan Yung modulini e'iborga olgan holda (2) formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$F = \frac{ES}{l_0} \qquad \Delta l=k\Delta l \qquad (6)$$

(6) formula sterjen uchun Guk qonunidir.

Ishqalanish kuchlari

Ishqalanish kuchlari bir-biriga tegib turgan jismlar yoki ularning tegib turgan jismlari bir-biriga nisbatan ko'chgan vaqtda yuzaga keladi. Ikkita tegib turgan jismlar bir-biriga nisbatan ko'chgan vaqtda yuzaga kelgan ishqalanish tashqi ishqalanish deyiladi. Bitta yaxlit jismning qismlari orasidagi o'zaro ishqalanish ichki ishqalqnish deyiladi. Quruq ishqalanish kuchi faqat bir qatlam ikkinchisining ustida sirpangandagina yuzaga kelmasdan, shuninggdek, ana shunday sirpanishni amalga oshirishga uringan vaqtda ham yuzaga keladi. Keyingisini tinch holatda ishqalanish kuchi deyiladi.

Quruq ishqalqnish qonunlari quyidagilardan iborat: tinch holatdagi maksimal kuchi, shuningdek sirpanish ishqalanish kuchi ishqalanilayotgan jismlarning bir-biriga tegishli yuzaga bog'liq emas va ishqalanayotgan sirtlarni bir-

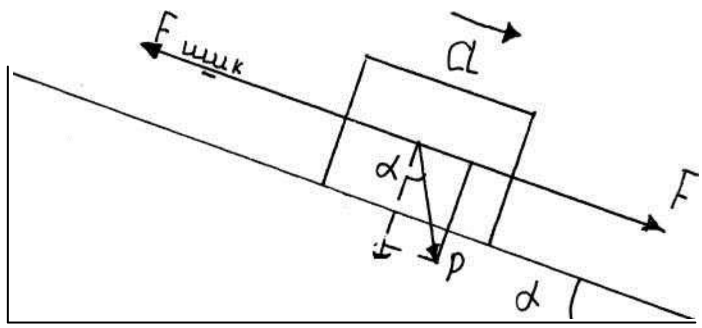
biriga siqib turuvchi Pn normal bosim kuchi kattalashishiga proporsional ekan:

$$F_{ishq} = \mu P_n$$

Bu yerda μ ishqalanish koeffitsyenti.

Ishqalanish koeffitsiyenti qiymatini topaylik.

Agar jism a qiyalikka ega bo'lgan qiya tekislikka joylashgan bo'lsa (3-rasm) og'irlik kuchining tangensial ta'sir etuvchi F ishqalanish kuchidan katta bo'lganda jism qiya tekislikda harakat qiladi.



3-rasm

Qiya tekilikdagi jismning harakat tenglamasi:

$$Ma = mg + N + F_{ishq}$$
$$F_{ishq} = \mu\, mg \cos\alpha$$

Og'irlik kuchining tangensial tashkil etuvchisi.

$$P_t = mg \sin\alpha$$

Bu yerdan qiya tekislikda harakatlanayotgan jismning olgan tezlanishi:

$$\alpha = g(\sin\alpha — \mu \cos\alpha) \text{ ga teng}$$

Agar jism qiya tekislikda tekis harakat qilsa a=0

$$g = (\sin\alpha — \mu \cos\alpha) = 0$$
$$\sin — \mu\cos\alpha = 0$$

$$\sin\alpha = \mu\cos\alpha$$

$$\mu = \sin\alpha / \cos\alpha = tg\ \alpha$$

$$\mu = tg\ \alpha$$

O'zgaruvchi massali iism harakati

O'zgaruvchan massali jism deganimizda klassik mehanika qonunlariga bo'ysinib, o'zini harakati davomida massali o'zgaradi, ya'ni massasi kamayishi mumkin. Raketalar va reaktiv samalyotlarda yonilg'i yonishi natijasida massasi kamayadi. Impulsning o'zgarishidan foydalanib o'zgaruvchan massali jism harakatini qarab chiqaylik. Buning uchun vaqt o'tishi bilan massasi o'zgaruvchi raketa harakati bilan tanishib chiqamiz.

Raketa yongan yonilg'idan hosil bo'lgan gaz massasi raketadan chiqish vaqtidagina u bilan ta'sirlashadi. Gaz uzliksiz chiqib turganligi sababli raketaning massasi ham uzliksiz ravishda kamayib turadi. Raketaning t vaqtdagi massasi m, uning shu vaqtdagi tezligi V bo'lsin, dt vaqt o'tishi bilan uning massasi m - dm, tezligi esa V +dVga, teng. Impulsning o'zgarishi:

$$dP=(m-dm)(V+dV)+(V+dV-U)dm-mV$$

bu yerda U- gazning raketadan oqib chiqish tezligi.

Agar sistemada (raketaning qobig'i va gaz) tashqi kuchlar ta'sir etsa, aP=Fdt bo'ladi. Shuning uchun

$$Fdt=mdV - Udm$$

Yoki

$$mdV/ dt= F+Udm/dt \qquad (1)$$

Bu o'zgaruvchan massali nuqtaning harakat tenglamasini ifodalaydi. Bu Mesherskiy tenglamasi deyiladi. (1) tenglamada am/dt=0 bo'lsa, bu tenglik o'zgarmas massali jism uchun Nyutonning ikkinchi qonuni ifodasiga o'tadi.

(1) tenglikning o'ng tomondagi ikkinchi qo'shiluvchi Udm/dt = F ajralib chiqayotgan gaz massasi dm tomonidan m massaga ta'sir etuvchi reaktiv kuchdir. Buni e'tiborga olib, (1) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$mdV/dt = F+F \qquad (2)$$

Tashqi kuchlar ta'sir etmayotgan raketani harakatiga (1) tenglamani qo`llaylik. Faraz qilaylik F = 0, hamda gazini raketadan oqib chiqish tezligini raketaning tezligi yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lganligidan quyidagini yozamiz:

$$mdV/dt = -Udm/dt$$

skalyar shaklida:

$$mdV/dt= -Udm/dt$$

bundan:

$$V = -Uldm/m= -Uln\ m+C \qquad (3)$$

Integrallash doimiysini quyidagicha boshlang'ich shartdan aniqlaymiz. Agar boshlang'ich momentda, t=0 da raketaning tezligi V=0, massasi m=m ga teng bo'lsa, c=UIn m bo'ladi. Buni (3) qo'ysak:

$$V= -U\ln m+U\ln m_0=U\ln (m_0/m)$$
$$V=U\ln(m_0/m)$$

Bu munosabatga Siolkovskiy formulasi deyiladi.

Vektorlar haqidagi ba'zi tushunchalar

Parallel to'g'ri chiziqlar bo'ylab (bir tomonga yoki qarama-qarshi tomonlarga) yo'nalgan vektorlar kollinear vektorlar deyiladi. Yo'nalishlari bir tekislikka parallel vektorlar komplanar vektorlar deyiladi.

Vektorlarni qo'shish, ayirish va bir-biriga ko'paytirish mumkin, lekin vektorni vektorga bo'lish amali mavjud emas.

Son qiymati birga teng bo'lgan va yo'nalishi asosiy vektorning yo'nalishi bilan birday bo'lgan vektorga birlik vektor deyiladi.

e = r / r - birlik vektor

Koordinata boshidan nuqtaga o'tkazilgan vektorga shu nuqtaning radius-vektori deb ataladi. Radius vector r nuqyaning fazodagi vaziyatini bir qiymatli belgilaydi.

Ikkita a va v vektorlarning skalyar ko'paytmasi deb, shu ikkita vektorlarning modullari ko'paytmasini ular orasidagi burchak kosinusiga ko'paytmasiga teng. $ав = ав \cos \alpha$

O'zaro perpendikulyar vektolarning skalyar ko'paytmasi nolga teng. Ikkita a va b vektolarning vektor ko'paytmasi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$c = ав \sin \alpha\ n$$

Bu yerda a - vektor orasidagi burchak, n- birlik vektor.

Butun olam tortishishi

Olamdagi barcha jismlar o'zaro bir-biriga tortiladi. Nyuton butun olam tortishishini shunday ta'riflaydi:

Ikkita moddiy nuqta orqasidagi o'zaro tortishish kuchi shu moddiy nuqtalaming massalariga to'g'ri proporsional bo'lib, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir.

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

γ— proporsionallik koeffisenti bo'lib, gvaritatsion doimiysi deyiladi. Bu doimiy 1798-yilda Kavidish tomonidan aniqlangan:

$$\gamma = 6{,}670 \cdot 10^{-11}$$

Gravitatsion o'zaro ta'sir gravitatsion o'zaro maydonda sodir bo'ladi. Har qanday jism o'zi joylashgan fazoda gravitatsion maydon hosil qiladi. Bu gravitatsion maydonnig kattaligi shu maydonga kiritilayotgan m massali jismga ko'rsatilayotgan ta'sir kuchi bilan *aniqlanadi va bu kattalikka gravitatsion maydonni kuchlanganligi deyiladi.*

$$G = \frac{F|}{m} \qquad (1)$$

G - gravitatsion maydoninig kuchlanganligi.

F - maydonga kiritilayotgan m massali jismga ko'rsatilayotgan ta'sir kuchi.

G ning o'lchami g ning o'lchamiga to'g'ri keladi.

(1) formuladan ko'rinadiki, m moddiy nuqtaning maydon kuchlanganligi quyidagiga teng:

$$G = -\gamma \frac{m}{r^2} e_r \qquad (2)$$

e_r - birlik vector yoki radius vektorining orti. U holda moddiy nuqtadan r radius vektorda joylashgan m^1 moddiy nuqtaga F kuch ta'sir qiladi.

$$F = Gm` = -\gamma \frac{mm'}{r^2} e_r \qquad (3)$$

u holda maydonga kiritilayotgan m` nuqtani potensial energiyasi quyidagiga teng:

$$U = -\gamma \frac{mm`}{r^2} \qquad (4)$$

r = ∞ da potensial energiya nolga teng deb qabul qilingan. (4) formulada m va m' massali moddiy nuqtalaming o'zaro potensial energiyasidir. (4) formuladan ko'rinadiki m massali moddiy nuqta maydoning har bir nuqtasida m`=1 moddiy nuqta ega bo'la olishi mumkin bo'lgan aniq bir potensial energiya qiymatini hosil qiladi.

$$\varphi = \frac{U}{m`}$$

kattalikka gravitatsion mavdonning potensiali deyiladi.

U - maydonning berilgan nuqtasigda m` ega bo'la olishi mumkin bo'lgan potensial energiya.

Potensial energiyani bilgan holda maydon kuchlarining m" massali moddiy nuqtani maydon bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga kirishda bajargan ishini hisoblaymiz:

$$A_{12} = U_1 - U_2 = m`(\varphi_1 - \varphi_2)$$

m` massaga ta'sir etuvchi kuch F= m`G ga teng ekan, potensial energiyasi esa U = m`φ ga teng.

Kuch va potensial energiya orasidagi bog'lanishga asosan:

$$F = -vU$$

ya'ni

$$m`G = -v(m`\varphi)$$

yozib gravitatsion maydon kuchlanganligi bilan potensial orasidagi bog'lanishni yozamiz:

$$G = -v\varphi$$

Ekvivalentlik printsipi.

Massa ikki xil qonunda:

Nyutonning ikkinchi qonunida va butun olam tortishish qonunida ishtirok etadi. Birinchi holda u jismning inert hossalarini harakterlasa, ikkinchisida esa gravitatsion hossalarini, ya'ni jismlarning bir-birini tortishish hossalarini harakterlaydi. Shu munosabat bilan m inert massa bilan m gravitatsion massadan farq qilish kerak emasmi, degan savol tug'iladi. Tajriba asosida bu savolga javob berish mumkin.

Geliotsentlik sanoq sistemada jismning erkin tushishini qarab chiqaylik.

Har qanday jismga ham Yer sirtiing yaqinida Yerni tortish kuchi ta'sir ko'rsatadi. Bu kuch quyidagiga teng:

$$F = \gamma \frac{M_{yer} m_g}{R_{yer}}$$

Bu yerda m - berilgan jismning gravitatsion massasi,

M - Yerning gravitatsion massasi,

R - Yer sharining radiusi. Bu kuch ta'sirida jism tezlanish oladi. Bu tezlanish Fkuchning inert massaga nisbatiga teng.

$$a = \frac{F}{m_{in}} = \gamma \frac{M_{yer} m_g}{R_{yer}\ m_{in}}$$

Tajriba tezlanish barcha jismlar uchun bir ekanligini ko'rsatadi.

Ko'raytuvchi $\gamma \frac{M_{yer} m_g}{R_{yer}}$ *hamma jismlar uchun bir xilekan.*

Tajribadan topilgan natijalarning hammasi mhamma jismlarning inert va gravitatsion massalari qattiyan bir-biriga proporsional ekanligini ko'rsatadi.

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

formulada massa inert massaga o'xshaydi deb olamiz. γ ning son qiymatini m(gr) deb faraz qilib turib topgan edik. Shuning uchun (*) ni quyidagicha yozamiz:

$$a = \gamma \frac{M_{yer}}{R_{yer}}$$

(9) formuladan Yerning massasi aniqlash mimkin.

Yer orbitasining radiusi va Yerning Quyosh atrofida to'la aylanish vaqti T ma'lum bo'lsa, Quyoshning M_{Quy} massasini topish mumkin.

Yerning $\omega^2 R_{yer}$ ($\omega = 2\kappa/T$) ga teng tezlanishi Yerning Quyoshga tortilish kuchita'siridayuzagakeladi. Demak,

$$M_{yer}\,\omega^2\,Ryer = \gamma \frac{M_{yer} M_{Quy}}{R_{yer}^2}$$

Bundan Quyoshning massasini hisoblab chiqish mumkin. Boshqa osmon jismlarining massalarini ana shunday yo'l bilan topamiz.

Kosmik tezliklar

Jism Yer atofida radiusi R dan kam farq qiladigan aylana orbita bo'ylab harakterlanishi uchun u aniq bir Ftezlikka ega bo'lishi kerak, bu Ftezlikning kattaligini jism massasining markazga intilma tezlanishga ko'paytmasi jismga ta'sir etuvchi og'irlik kuchiga teng ekanligi shartidan topish mumkin:

$$\frac{m\,V^2_1}{R_{yer}} = mg$$

$$V_1 = \sqrt{g}\,R_{yer}^2$$

Demak, biror jism Yerning yo'ldoshiga aylanishi uchun unga birinchi kosmiktezlik deb ataladigan V tezlik berishi kerak ekan. g va R laming qiymatlarini formulaga qo'ysak, birinchi kosmik tezlik *uchun quyidagi qiymatni topamiz:*

$$V_1 = \sqrt{g\,R_{yer}^2} = \sqrt{9.8 \bullet 6.4 \bullet 10} \approx 8\ km/s$$

Ikkinchi kosmik tezlikni topish uchun jismni Yer sirtidan cherksizlikka uzoqlashtirish uchun Yerning tortish kuchiga qarshi majburan bajariladigan ishni hisoblash kerak. Bu markaziy kuchlar maydonida bajarilgan ish yo'lining shakliga bog'liq emasligini ko'rgan edik. Jismni Yerning markazi orqali o'tuvchi to'g'ri chiziq bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblaylik. ar yo'lda yo'lda bajarilgan elementar ish quyidagiga teng:

$$dA = FdS = \gamma (mM/r^2)$$

r = R dan r = oo gacha bo'lgan yo'lda bajarilgan ishni integrallash orqali topamiz.
Og'irlik kuchini Yerga tortilish kuchiga tenglashtirib quyidagini yozish mumkin:

$$mg = \gamma \frac{m\,M_{ye}}{R_{yer}} \qquad \text{bundan} \qquad \gamma \frac{m\,M_{ye}}{R_{yer}} = m\,M_{ye}$$

Yerning tortilishini yengib, Yerning tortish kuchi doirasidan chiqish uchun yetarli energiya zapasiga ega bo'lishi kerak. Buning uchun zarur bo'lgan minimal tezlik V ikkinchi kosmik tezlikning o'zginasidir.

U quyidagi shartdan topiladi:

$$mV^2_2$$

$$\frac{mv^2}{2} = mg\,R_{yer}$$

$$V_2 = \sqrt{2g\,R_{yer}} \approx 11\ km/s$$

Mexanik sistemaning muvozanat turlari.

Bitta erkinlik darajasiga ega bo'lgan moddiy nuqtani ko'raylik. Misol sifatida prujina uchiga mahkamlangan va gorizantal yo'naltiruvchi bo'ylab sirpanuvchi sharchani ko'rsatish mumkin.

Sharga konservativ kuchlar ta'sir etadi: birinchi holda o'g'irlik kuchi, ikkinchi holda deformatsiyalangan prujinaning elastiklik kuchi. Ikkala holda ham sharga ta'sir qiluvchi kuchlar shaming tezligi perpendekulyar bo'lgani uchun shar ustida ish bajarmaydi. Energiyani saqlanish qonuni bajariladi.

$$E = T + U = const$$

Agar shar shunday holatda turgan bo'lsaki, tezligi nolga teng, potensial energiyasi minimal qiymatga ega bo'lsa, tashqi ta'sir bo'lmaguncha shar harakatga kela olmaydi, ya'ni muvozanat holatda bo'ladi.

Potensial energiyaning minimumlik sharti quyidagiga teng:

$$\frac{dU}{dt} = 0$$

Bu formulalar

$$F = \partial U/\partial y \qquad F = \partial U/\partial x \qquad F = \partial U/\partial z$$

yuqoridagi shartdan F = 0 ekanligi kelib chiqadi. U faqat bitta x ga bog'liq bo'lgani uchun:

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{dU}{dx}$$

shunday qilib, potensial energiyaning minimumiga to'g'ri kelgan holatda jismga ta'sir qiluvchi kuchlar nolga teng bo'ladi.

Neptun.

Fan erishgan eng ajoyib yutuqlardan biri, tabiatni bilish cheklanmaganligini ko'rsatuvchi dalillardan biri Neptunning mavjudligini hisoblash yo'li bilan «qalam uchida» kashf etishbo'ldi.

XIX asrning 90 - yillariga krlib, aniq kuzatishlar Uranning ozi yurishi kerak bo'lgan yo'ldan sezilarli darajada chetlanayotganlini ko'rsatadi. Uranga hali kashf etilmagan jismning tortish kuchi ta'sir ko'rsatmoqda degan farazni Levere (Fransiyada) va adams (Angliyada) o'rtaga tashladilar.

Ular noma'lum planetaning shu vaqtda osmonning qayerida bo'lishini ko'rsatib berdilar. Bu planeta 1846-yilda ular oldindan ko'rsatib bergan joyda teleskopda ko'rildi. Unga Neptun deb nom berildi. Neptunni ko'rib bo'lmaydi.