**2-Ma’ruza.**

**Moddiy nuqtа dinаmikаsi. Tаbiаtdаgi kuchlаr vа ulаrning xususiyatlаri**.

**Reja:**

1. Nyuton qonunlari;
2. Mexanik kuchlar;
3. Impuls va uning saqlanish qonuni.

**Tayanch iboralar:**

Jismning inertligi; massa; dinamik xarakteristikalar; reaktiv kuchlar; ishqalanish kuchlari; gravitatsiya kuchlari; markazga intilma kuch; jism impulsi; kuch impulsi; impulsning o’zgarishi

**Adabiyotlar:** [1;2;3;6.]

**2.1. Nyuton qonunlari**

Dinamikada harakatni o’rganish bilan bir qatorda uni yuzaga keltiruvchi sabablar ham o’rganiladi. Harakatni yuzaga keltiruvchi sabablar kuchlar bo’lib hisoblanadi. Kuchlar ta‘sirida jismlarning harakati o’zgaradi va jism tezligining o’zgarishi tezlanishni yuzaga keltiradi.

***Jismning harakat tezligini o’zgartirib, unga tezlanish beruvchi ta‘sirga kuch deb aytiladi.***

**Nyutonning birinchi qonuni**. Agar jismga ta‘sir etuvchi kuchlarning yig’indisi nolga teng bo’lsa, u holda jism inertsial sanoq sistemalariga nisbatan to’g’ri chiziqli tekis harakat qiladi yoki tinch holatini saqlaydi.

Jismlarning inertsiyasi ularning massalariga proportsionial bog’liq bo’ladi. Jismning massasi qancha katta bo’lsa, uning inertlik qobiliyati shuncha ortadi. Shunga ko’ra ya‘ni, inertsiya qonuniga asoslanib jism massasiga ta‘rif beramiz.

***Jismning inertlik qobilyatini miqdor jihatdan harakterlaydigan kattalikka massa deb aytiladi****.*

Klassik mexanikada massa skalyar kattalik bo’lib, faqat son qiymati bilan harakterlanadi. Uning SI sistemasidagi o’lchov birligi kg (kilogramm).

**Nyutonning ikkinchi qonuni.** ***Jismning olgan tezlanishi shu tezlanishni beruvchi kuchga to’g’ri proportsional bo’ladi.***

Shunday qilib, jismga qoyilgan kuch, tabiati qanday bo’lishidan qatiy nazar, jismning massasi bilan shu kuch ta‘sirida olgan tezlanish ko’paytmasiga teng.

 (2.1)

Bu yerda F –kuch, m–jism massasi, *dv/dt* –jism tezligining o’zgarishi ya‘ni tezlanish. Kuchning SI sistemasidagi o’lchov birligi  (Nyuton).

Shu formula ilgarilanma harakat dinamikasining asosiy tenglamasi bo’lib, hisoblanadi. Agar jismga bir necha kuch ta‘sir etayotgan bo’lsa, unda jismga ta‘sir etayotgan kuchlarning algebrayik yig’indisi hisobga olinadi ya‘ni bu tenglama quyidagicha yoziladi:

 (2.2)

Bu yerda **∑F** –jismga ta‘sir qilayotgan barcha kuchlarning algebraik yig’indisi.

**Nyutonning uchinchi qonuni.** Bu qonun ta‘sir va aks ta‘sir qonuni nomi bilan yuritiladi. ***Jismlar o’zaro moduli jihatidan teng, ammo yo’nalishi jihatidan qarama-qarshi kuchlar bilan o’zaro ta‘sirlashadi.***

*F1 = -F2* (2.3)

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan birinchi jism 

,

ikkinchi jism esa  

tezlanish oladi. (2.3) ni hisobga olsak, yuqoridagi ikki ifodadan quyidagini hosil qilamiz;

 yoki  (2.4)

Demak, o’zaro ta‘sirlashuvchi ikki jism qarama – qarshi tomonlarga yo’nalgan va o’zlarining massalariga teskari proportsional bo’lgan tezlanishlar olar ekan. Bu qonunga reaktiv kuchlar harakatini misol keltirish mumkin. Nyuton qonunlaridan foydalanib, harakatdagi jismlarning fazodagi koordinatalarini hisoblash bilan bir qatorda jismga ta‘sir etayotgan kuchlarni ham aniqlash mumkin.

**2.2. Mexanik kuchlar**

Jismlar bir biriga nisbatan o’z vaziyatini mexanik kuchlar ta‘sirida o’zgartiradi. Bunday kuchlarga ishqalanish kuchlari, gravitatsiya kuchlari, markazga intilma kuch va og’irlik kuchlari kiradi.

**Ishqalanish kuchlari. *Bir-biriga tegib turgan jismlarning bir-biriga nisbatiga sirpanishiga to’sqinlik qiluvchi kuch ishqalanish kuchi deyiladi.***

Ishqalanish kuchi jismlarning tegib turuvchi sirtlariga urinma boylab yo’nalgan bo’lib, jismning harakat yo’nalishiga qarama-qarshi bo’ladi. Jismlar bir-biriga nisbatan tinch turganda ham ishqalanish bo’ladi.

O’zaro tegib turgan sirtlarning g’adir-budirliklari natijasida bir-biriga ilinib ishqalanish hosil bo’ladi. Tajriba shuni ko’rsatadiki, ishqalanish kuchi Fishq normal bosim kuchi R ga proportsional bo’ladi.

 (2.5)

Gravitatsiya kuchlari. Butun olam tortishish qonuniga muvofiq *moddiy nuqtalar bir-biriga o’zlarining massalari t1 va t2 ga proportsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proportsional bo’lgan, F kuch bilan tortiladi:*

 (2.5)

bu yerda: *r*-jismlar orasidagi masofa, - gravitatsiya doimiysi. ***Gravitatsiya doimiysi har qaysi 1 kg dan bo’lgan va bir-biridan 1 m masofada bo’lgan ikki nuqtaviy massa orasidagi tortishish kuchiga tengdir, bu kuch nyuton bilan ifodalanadi.***

Jismlar orasidagi o’zaro tortishish gravitatsiya maydoni asosida sodir bo’ladi.

Gravitatsaon maydoni materiyaning bir turi bo’lib, u gravitatsiya kuchlari mavjud bo’lgan fazo bo’lib hisoblanadi.

Butun olam tortishish qonuniga muvofiq Yer shari va Yer sirtiga yaqin bo’lgan jismlarning o’zaro tortishishi quyidagicha ifodalaniladi:

 (2.7)

bunda: *M-*Yerning massasi, R-uning radiusi, t-jism massasi, *h-*uning Yer sirtidan uzoqligi. *R>>h* bo’lgani uchun jismlarning Yerga tortishish kuchi ifodasini quyidagi ko’rinishda yozish mumkin:

 (2.8)

Ikkinchi tomondan, *F=mg* ekanligini hisobga olsak, erkin tushish tezlanishining ifodasi quyidagi ko’rinishda bo’ladi.

 (2.9)

Shunday qilib, butun olam tortishish qonunidan muvofiq Yer sirtiga yaqin joylashgan barcha jismlar bir xil tezlanish (g=9,81 *m/s2)* bilan tushishi kelib chiqadi.

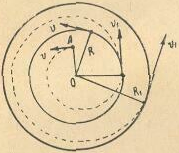
Yerning o’z o’qi atrofida aylanishi tufayli g ning kattaligi doimiy bo’lmay, joyning kengligi va balandligiga bog’liq holda birmuncha o’zgaradi. Shuning uchun og’irlik kuchi, boshqacha aytganda jismning og’irligi ham o’zgaruvchan kattalik bo’ladi.

**Markazga intilma kuch.** Jismning aylana boylab tekis harakati markazga intilma tezlanish bilan harakterlanadi. Markazga intilma tezlanishni markazga intilma kuch hosil qiladi. Bu kuch jismga qoyilgan bo’lib, aylana markaziga yo’nalgan va Nyutonning ikkinchi qonuniga muvofiq quyidagiga teng:

 (2.10)

bu yerda *t —* jismning massasi, amarkazga intnlma tezlanish,  va  chiziqli va burchak tezliklar. *R* - aylana radiusi.

Markazga intilma kuch jismni aylanada tutib turgan bog’lanish tufayli yuzaga keladi. Jismning aylana markazidan uzoqlashishiga intilishiga bo’lgan bog’lanish reaktsiya kuchi markazga intilma kuchni yuzaga keltiradi. Misol sifatida rezina ipga bog’langan sharchaning aylana boylab harakatini ko’raylik (2.1-rasm). Asharchaga *0* nuqtaga mahkamlangan *OA* ipga perpendikulyar  tezlik beraylik. Sharcha inertsiyasi boyicha *0* nuqtadan uzoqlashib to’g’ri chiziqli harakat qila boshlaydi, Bunda ip cho’ziladi va unda yuzaga keladigan elastik kuch, sharchaning to’g’ri chiziqli harakatiga to’sqinlik qilib, sharchani buraluvchan spiral boylab harakatlanishga majbur qiladi. Ip cho’zilgan sari o’suvchi elastiklik kuchi sharchanipg *0* nuqtadan uzoqlashishiga to’sqinlik qilishga yetarli bo’lganda sharcha *R* radiusli aylana boylab harakatlana boshlaydi. Bunda bog’lanish elastik kuchi markazga intilma kuchga teng bo’lishi ravshan:



2.1-rasm.

Shunday qilib, ipning elastiklik kuchi markazga intilma kuch rolini oynaydi.

***Nyutonning uchinchi qonuniga muvofiq, jismga qoyilgan markazga intilma kuch bilan birga kattaligi unga teng, biroq qarama-qarshi yo’nalgan kuch vujudga keladi. Bu kuch markazdan qochma kuch deb atiladi.***

**2.3. Jism impulsi va uning saqlanish qonuni**

Jism massasining tezlikka ko’paytmasiga jism impulsi deb aytiladi. Uning formulasi quyidagicha yoziladi:

******(2.11)

Impulsning SI sistemasidagi o’lchov birligi kg. m/s bo’ladi.

Nyutonning 2-qonununining matematik ifodasini F = *ma* ekanligini bilgan holda. *a*=d/dt ekanligini hisobga olsak, quyidagini hosil qilish mumkin.

 (2.12)

yoki

 (2.13)

Shunday qilib, impulsining o’zgarishi miqdor jixatdan kuchni harakterlar ekan. Agar jismga hech qanday kuch ta‘sir etmasa (2.12) formula quyidagi ko’rinishga keladi.

 (2.14)

O’zgarmas sonning hosilasi 0 ga teng bo’lishini bilamiz, demak P=const, bu jism impulsning saqlanish qonunini ifodalaydi.

Agar jismga o’zgarmas kuch ta‘sir etayotgan bo’lsa, jism impulsining o’zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

 (2.15)

Demak, o’zgarmas kuch ta‘sirida moddiy nuqta impulsining o’zgarishi shu kuch impulsi bilan aniqlanadi.

**Savollar:**

1. Inertlikning miqdoriy xarakteristikasi nima?
2. Dinamik xarakteristikalar nima?
3. Mexanik kuchlarning turlari?
4. Jism impulsi nima?
5. Impulsning o’zgarish qonuni?
6. Jism impulsining saqlanish qonuni?

**2. Mavzu: Mexаnikаdа sаqlаnish qonunlаri.**

1. Mexanik ish;
2. Quvvat;
3. Kinetik energiya;
4. Yerning tortishish maydoni;
5. Moddiy nuqtani gravitatsiya maydonida ko’chirishda bajarilgan ish;
6. Mexanik energiyaning saqlanish qonuni;
7. Absalyut elastik va noelastik urilishlar.

**Tayanch iboralar**: Mexanik ish; Quvvat; Kinetik energiY. Yerning tortishish maydoni. Potentsial. Potentsial energiY. Mexanik energiyaning saqlanishi.Elastik va noelastik to’qnashishlar.

**Adabiyotlar:** [1;2;;3;4.]

**2.1. Mexanik ish**

Mexanik ish ko’chish bilan bog’liq bo’lib u o’zgarmas kuch yoki og’irlik kuchi ta‘sirida bajarilishi mumkin. Ish bir jismdan boshqa jismga harakatni uzatish yoki energiyaning bir jismdan boshqa jismga o’tishning miqdoriy ifodasidir. Jismlar sistemasi muayyan energiyaga egadirlar. Barcha jarayonlar va hodisalarda energiya bir jismdan ikkinchi jismga yoki jismning bir qismidan boshqa qismiga o’tadi. Fizika kursini o’rganishda harakatni asosiy omil deb qaraymiz. Jism harakatining shakllari mexanikaviy, issiqlik, elektromagnit va boshqa turlarga bo’linishi mumkin. Energiya – barcha shakllarda namoyon bo’luvchi materiya harakatining yagona miqdoriy o’lchovidir.

**O’zgarmas kuchning bajargan ishi.** Kuchning bosib o’tilgan yo’l davomida ta‘siri energiyaning mexanikaviy ishga aylanishini ifodalaydi. Mexanik ish bajarilishi uchun birinchidan jisimga ta‘sir qilish va ikkinchidan jism ko’chishi shart.

Mexanik ish bajarilish jarayonida materiya harakatining bir ko’rinishi ikkinchi ko’rinishga o’tadi.

***Mexanik ish skalyar kattalik bo’lib, kuch bilan kuch ta‘siri yo’nalishida jisim bosib o’tgan yo’lning ko’paytmasiga teng, ya‘ni:***

 (2.1)

bunda A- bajarilgan ish, F– jismga ta‘sir qiluvchi o’zgarmas kuch, S-ko’chish.

Agar ta‘sir qiluvchi kuch ko’chish yo’nalishi bilan  burchak tashkil qilsa bu kuchning bajargan ishi quyidagicha bo’ladi:

 (2.2)

***O’zgarmas kuchning bajargan ishi kuchni jism bosib o’tgan yo’liga va kuch bilan harakat yo’nalishi orosidagi burchak kosinusi ko’paytmasiga teng.***

(2.2) formuladagi α burchakning qiymatiga qarab bajarilgan ishning xususiy hollari har xil bo’ladi. Shu xollarni qarab chiqaylik:

1.Agar α = 0 bo’lsa, cosα = 1 bo’ladi va o’zgarmas kuchning bajargan ishi maksimal bo’ladi, ya‘ni:

 (2.3)

2. Agar α <π/2 bo’lsa, cosα >0 va bajarilgan ish musbat bo’ladi.

3. Agar α=π/2 bo’lsa, cosα =0 bo’lib, o’zgarmas kuchning bajargan ishi nol bo’ladi. Masalan jismning aylana bo’lib harakatida, jism bog’langan ipning taranglik kuchi (markazga intilma kuch) ish bajarmaydi.

4. Agar α = π bo’lsa, cosα=-1 bo’lib, kuch siljishga qarama - qarshi yo’nalgan bo’ladi va kuchning bajargan ishi manfiy bo’ladi.

**Og’irlik kuchining bajargan ishi.** Yer sirtida yaqin balandliklarda jismga Yer tomonidan P =mg og’irlik kuchi ta‘sir etadi va ratijada mexanikaviy ish bajariladi. Yer sirtidan biror ∆h balandlikda jismning vertikal sath boylab ko’chishida bajargan ishi quyidagicha ifodalanadi:

 (2.4)

Bu yerda P - jismning og’irligi, m - uning massasi, g - erkin tushish tezlanishi, ∆h -vertkal boylab, h1 va h2  satxlar orasidagi masofa.

Og’irlik kuchining bajargan ishi yo’lining shakliga bog’liq bo’lmasdan, faqat tushish balandligiga bog’liqdir. Shuning uchun ham og’irlik kuchi konservativ kuch bo’lib hisoblanadi.

Jism pastga harakatlanganda og’irlik kuchining bajargan ishi musbat yuqoriga harakatlanganda esa manfiy bo’ladi. Shuning uchun ham og’irlik kuchi ta‘sirida jism ko’chib yana boshlang’ich vaziyatiga qaytgan holatdagi ish nolga teng bo’ladi.

* 1. **Quvvat**

Amalda faqat bajarilgan ishining o’zigina emas, shu bilan birga bu ish qancha vaqtda bajarilganligi katta ahamiyatga ega. Shuning uchun turli mashinalarning ish unumdorligi dvigatelning ish bajarish sur‘atidan iborat bo’lgan quvvat deb ataluvchi fizik kattalik bilan harakterlanadi.

***Mexanik quvvat deb, vaqt birligi ichida bajarilgan ishga miqdor jixatdan teng bo’lgan fizik kattalikka aytiladi, ya‘ni:***

 (2.5)

Bu yerda A –bajarilgan ish, t –shu ishni bajarish uchun ketgan vaqt. Quvvatning o’lchov birligi Vatt = J/s bo’ladi. 1 kilovatt =1000 vatt.

Agar jismning tekis siljishida haraktlantiruvchi kuch ish bajarayotgan bo’lsa, quvvatni harakat tezligi orqali ifodalash mumkin, ya‘ni:

 (2.6)

Bu yerda F-harakatlantiruvchi kuch,  – tekis harakat tezligi.

Tekis harakatda quvvat haraktlantiruvchi kuch bilan harakat tezligi ko’paytmasiga teng.

Agar harakat o’zgaruvchan bo’lsa quvvat ham vaqt o’tishi bilan o’zgarib turadi. Shuning uchun o’zgaruvchan harakatda quvvat o’rtacha qiymati bilan harakterlanadi.

 (2.7)

Bajarilgan ishning yoki quvvatning samaradorligini baholash uchun foydali ish koeffitsienti tushinchasini kiritamiz. Va uni η harfi bilan belgilaymiz.

 (2.8)

Demak foydali ish koeffitsienti bu sarflangan umumiy (A) ishning qancha qismini foydali (Af) ish qilishini bildirar ekan.

Foydali ish koeffitsientini quvvat orqali ham ifodalash mumkin. Unda formula quyidagi ko’rinishni oladi:

****** (2.9)

* 1. **Kinetik energiya**

Kinetik energiya deb, jismning mexanik harakat energiyasi tushiniladi.

Harakatlanayotgan har qanday jism kinetik energiyaga ega bo’lib, uning energiyasi tezlikka bog’liqdir. Tekis haraktlanayotgan jismning tezligi o’zgarmaganligi uchun kinetik energiyasi ham o’zgarmaydi.

Kuch ta‘sirda jism kinetik energiyasining o’zgarishi, shu kuchning bajargan ishiga teng:

****** (2.10)

Ko’rinib turibdiki, jismning harakat energiyasi jismning tezligiga bog’liq ekan.

**2.4.Yerning tortishish maydoni**

Yer ellipsoid shaklida bo’lib, uning ekvatorial va qutbiy radiuslari o’zaro farq qiladi. Bu farq juda kichik ekanligi uchun uni e‘tiborga olmasa ham bo’ladi. Yer atrofidagi fazoda Yer, Quyosh, quyosh sistemasiga kirgan sayyoralar va Oyning tortish maydonlari mavjud. Mazkur maydonlar kuchlanganliklarining vektor yig’indisi Yer atrofidagi fazo nuqtalaridagi gra­vitatsion maydon kuchlanganligi G ni vujudga keltiradi. Yer sirti yaqinidagi fazo sohalarida faqat Oyning va Quyoshning tortish maydonlarigina sezilarli bo’ladi. Lekin ular ham anchagina zaif. Shuning uchun katta aniqlik talab qilinmaydigan hisoblarda Yer sirtiga yaqin nuqtalarda natijaviy gravitatsion maydon Yerning tortish maydonidir, deb hisoblanadi. Yer sirtida yoki unga juda yaqin nuqtalarda Yerning tortish maydoni kuchlanganligining miqdori, quyidagicha ifodalanadi:

 (2.11)

Yer sirtida yoki sirtga juda yaqin bo’lgan nuqtada t massali jismga, butun olam tortishishi qonuniga asosan, miqdori

 (2.12)

bo’lgan kuch ta‘sir qiladi. Mazkur kuchni, ya‘ni jismning Yerga tortilish kuchini jismning og’irlik kuchi deb ataladi va R harfi bilan belgilanadi. Og’irlik kuchi ta‘sirida jism

 (2.12)

Erkin tushish tezlanish bilan Yer markazi tomon yo’nalgan to’g’ri chiziqli harakat qiladi. (2.12) va (2.14) ifodalarni taqqoslasak va g bilan G ning yo’nalishi bir xil ekanligini e‘tiborga olsak, **g=G** degan xulosaga kelamiz. Bundan erkin tushish tezlanishining fizik ma‘nosi kelib chiqadi.

*Jismning erkin tushish tezlanishi miqdor jihatdan Yer tortish maydonining shu jism joylashgan nuqtasidagi kuchlanganligini anglatadi.*

Yer sirtidan uzoqlashilgan sari g ning qiymati kamayib boradi. Xususan, Yer sirtidan *h* balandlikda uning qiymati

 (2.14)

ifoda bilan aniqlanishi mumkin. Erkin tushish tezlanishining Yer sirtidagi va sirtdan *h* balandlikdagi qiymatining nisbati

 (2.15)

bœladi. h<<Rer bœlgan zaralarda (ya’ni Yer sirtiga ancha yaqin bœlgan nuqtalarda) yuqoridagi ifoda

** (2.16)

Yer sirtiga yaqin sohalarda erkin tushish tezlanishining balandlikka bog’liqligi hisobga olinmaydi. Lekin *h* ning anchagina katta qiymatlarida g ning qiymatlaridagi o’zgarish hisobga olinishi kerak. Shuni ham qayd qilaylikki, Yer sirtining barcha nuqtalarida g ning qiymati bir xil emas. g ning dengiz satxidagi qiymati 9,7805 m/s2 dan (ekvatorda) 9,8222 m/s2 gacha (qutblarda) intervalda o’zgaradi. g ning qiymatlaridagi bu farq quyidagi ikki sabab tufayli vujudga keladi:

1) Yer sirtida tinch yotgan jism Yerning sutkalik harakatida ishtirok etadi. Bu harakat tufayli vujudga keladigan markazdan qochma kuch ekvatorda eng katta qiymatga, qutblarda esa nolga teng bo’ladi. Shunday qilib, g ning qiymatlari Yerning geografik kengligiga bog’liqliq ekan.

2) Yer ellipsoid shaklida, uning ekvatorial radiusi qutbiy radiusidan 21km ga ortiq. Bu son Yer o’lchamiga nisbatan juda kichik bo’lganligi uchun uni hisobga olmasa ham bo’ladi.

Yuqorida bayon etilgan mulohazalarga asoslanib Yer sirtining bir xil geografik kenglik va dengiz satxidan bir xil balandlikdagi barcha nuqtalarda g ning qiymat­lari aynan bir xil bo’ladi, degan xulosa kelib chiqadi. Lekin aniq o’lchashlar asosida g ning qiymatida chetga chiqishlar, ya‘ni anomaliyalar kuzatiladi. Buning sababi o’tkazilayotgan nuqta yaqinidagi Yer qobig’ida massa taqsimotining bir jinsli emasligidir, Xususan, o’lchash o’tkazilayotgan Yer nuqtasi yaqinida zichligi katta bo’lgan ruda joylashgan bo’lsa, g ning qiymati nazariy qiymatdan kattaroq bo’ladi. Bundan Yer qobig’ida geologik- qidiruv ishlar olib borishda keng foydalaniladi.

Shunday qilib, Yerning tortish maydonidagi jismning og’irlik kuchi, muayyan nuqtadagi erkin tushish tezlanishi bilan aniqlanadi:

 (2.17)

Jismning og’irlik kuchi Yerning tortish maydonining mazkur nuqtasi uchun o’zgarmas kattalik boshqacha qilib aytganda, muayyan nuqtadagi jism biror tayanch ustida tinch turgan bo’lsa ham, biror ipga osilgan bo’lsa ham, yoki ixtiyoriy yo’nalishda harakatlanayotgan bo’lsa ham uning og’irlik kuchi o’zgarmaydi.

Jismning og’irlik kuchi uning vaznidan (og’irligidan) farq qiladi. Jismning vazni deganda jism tomonidan o’zi osilib turgan ipga yoki o’zi bosib turgan tayanchga ta‘sir etadigan kuch tushuniladi. Agar jism biror taglikka qoyilgan va taglik Yerga nisbatan tinch turgan jismning og’rlik kuchi va vazni teng bo’ladi.

 (2.18)

Agar biror liftni vertikal ravishda yuqoriga *a = -* g tezlanish bilan harakatlantirilsa liftdagi yukning vazni tinch turgan pytidagidan ortadi.

Bundan quyidagi xulosaga kelamiz: biror *a* = - g tezlanish bilan harakatlanayotgan jismning vazni "Og’irlik kuchiga teng bo’lmaydi. Ya‘ni uning vazni

 (2.19)

ifoda bilan aniqlanadi. Haqiqatdan, *a = g* bo’lganda Q = m (g - g)=0, ya‘ni vazn yo’qotadi. Bunday holat vaznsizlik deb ataladi. *a=-* g bo’lganda esa Q = m [g-(-g)] = 2mg, ya‘ni vazn og’irlik kuchidan ikki marta oshib ketadi. Umuman, vazn og’irlik kuchidan ortib ketgan holatlarni *o’ta yuklanish* deb ataladi. *Vaznsizlik holatida ham, o’ta yuklanish holatida ham jism­ning og’irlik kuchi Yer tortishish maydonining muayyan nuqtasi uchun o’zgarmasdan qolaveradi.*

**2.5.Potentsial maydonda moddiy nuqtani ko’chirishda bajarilgan ish**

Biror kuch ta‘siri mavjud bo’lgan fazo qismi shu kuchning maydoni deyiladi. Xususan, Yer atrofidagi fazo kesimining har bir nuqtasida moddiy nuqtaga og’irlik kuchi ta‘sir etadi, shuning uchun Yer atrofidagi fazo qismini og’irlik kuchining maydoni deb ataladi. Mazkur maydonning xarakterli xususiyati shundan iboratki, bunday maydonning ixtiyoriy nuqtasida joylashgan mod­diy nuqtaga ta‘sir etadigan kuch og’irlik kuchi yoki gravitatsiya kuch bo’lib hisoblanadi. Shunday maydonda, masalan, Yerning tortish maydonida t massali moddiy nuqtani bir holatdan ikkinchi holatga ko’chirishda bajarilgan ishni xisoblaylik. Mazkur hisobda koordinata boshini Yer markazida deb olaylik. Mazkur ko’chishda bosib o’tilgan yo’lni elemeitar ds bo’lakchalarga xayolan ajrataylik. Ana shu elementar yo’llardan birida ba­jarilgan ish

 (2.20)

bo’ladi. Bunda  ekanligini hisobga oldik. Moddiy nuqtaning 1 holati , ikkinchn holati esa g2 radius-vektorlar bilan belgilansa, 1 holatdan 2 holatga ko’chishda bajarilgan to’la ish

 (2.21)

orqali ifodalanadi. Bu yerda F gravitatsiya kuchi ekanligini hisobga olsak va butun olam tortilish qonuni boyicha uning ifodasini shu tenlamala qoysak quyidagi ifodani hosil qilamiz:

 (2.22)

Formuladagi hadlar ta‘sirlashuvchi jismlar massalari va jismlarning o’zaro joylashishiga bog’liq. Uni potentsial energiya deb ataladi va *U* harfi bilan belgilanadi:

 (2.22)

U holda bajarilgan ish moddiy nuqtaning oxirgi va boshlang’ich holatlardagi potentsial energiyalarining ayirmasi shaklida ifodalanadi:

 (2.24)

*Demak, Yerning mopmush maydonida moddiy nuqtani ko’chirishda bajarilgan ish ko’chirilish yo’lining uzunligi va shakliga bog’liq emas, balki ko’chirilishi boshlanganda va tugallanganda Yer va moddiy nuqtaning bir-biriga nisbatan egallagan vaziyatiga bog’liq,* Shuning uchun potentsial energiyani quyidagicha ta‘riflash mumkin:

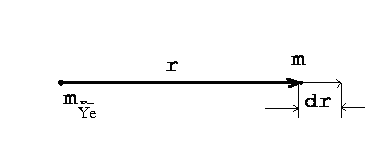
**Po­tentsial energiya- o’zaro ta‘sirlashuvchi jismlarning bir-biriga nisbatan joylashishiga bog’liq energiyadir, uning miqdori shu jismlar kinetik energiyalarini o’zgarishsiz saqlagan holda ularning o’zaro joylashishini bir vaziyatdan ikkinchi vaziyatga o’zgartirish uchun tashqi kuchlar bajarishi lozim bo’ladigan ish bilan o’lchanadi.**

Umuman, bajargan ishi yo’l shakliga bog’liq bo’lmagan kuchlarni konservativ yoki potentsial kuchlar deb, bu kuchlar maydonini esa potentsial maydon deb ataladi. Xususan, Yerning tortish maydoni — potentsial maydon, og’rlik kuchi esa konservativ (potentsial) kuchdir. Poten­tsial maydonni harakterlash uchun potentsial deb ataladigan skalyar kattalikdan foydalaniladi.

*Maydon ixtiyoriy nuqtasining potentsiali deganda mazkur nuqtaga kiritilgan birlik massali «snov jism»ning ipotensial epergiyasiga teng bo’lgan kattalik tushuniladi:*

**** (2.25)

Potentsial maydonning kuch xarakteristikasi, kuchlanganlik va energetik xarakte­ristikasi va potentsial orasidagi bog’lanishni



2.1- rasm.

topaylik. Maydon markazidan uzoqligi g radius-vektor bilan aniqlanadigan moddiy nuqtani radius boylab elementar *dr* masofaga siljitishda (2.2-rasm) bajarilgan ish *Fdr* ga teng. Mazkur ish moddiy nuqta po­tentsial energiyasini -*dU* ga o’zgartiradi. Demak,

 (2.26)

yoki

 (2.27)

Mazkur ifodaning ikkala tomonini ko’chirilayotgan moddiy nuqtaning massasi t ga bo’laylik:

 (2.28)

Bu tenglikning chap tomonidagi kattalik, ifodaga asosan, maydonning ayni nuqtasining kuchlanganligi *G* bo’lib, o’ng tomondagi U/m esa, (2.25) ifodaga asosan, shu nuqta­ning potentsiali bo’lib hisoblanadi. Shuning uchun (2.28) ni

 (2.29)

ko’rinishda yozish mumkin. Bundagi  gravitatsion may­don potentsialining radius vektor (r) yo’nalishidagi o’zgarish tezligini ifodalaydi. Uni vektorlar nazariyasida potentsialning gradienti() deb ataladi.

 (2.20)

Bu ifodanang fizik ma‘nosi shuki, gravitatsion may­don potentsiali, maydon markazidan cheksiz uzoq bo’lgan nuqtalarda nolga teng. Maydon markaziga yaqinlashilgan sari (ya‘ni r kichraygan sari) potentsialning qiymati kamayib boradi. ***Demak, gravitatsion maydon ixtiyoriy nuqtasining kuchlanganligi shu nuqtadagi potentsial gradientining teskari ishora bilan olingan qiymatiga teng.***

Agar jism Yer sirtidan biror h balandlikda turgan bo’lsa potentsiali quyidagicha ifodalanadi:

 (2.21)

Jism Yer sirtida bo’lsa h=0 deb qaraladi va Yer sirtida turgan jismning potentsial energiyasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

 (2.22)

Ko’rinib turibtiki, Yer sirtidan uzoq masofalarda turgan jismlarning potentsial energiyasi quyidagi ko’rinishda ifodalanar ekan:

(2.22)

Yer sirtidagi gorizontal tekislikka nisbatan moddiy nuqtaning potentsial ener­giyasi haqida mulohaza yurgizilganda U0 ni nolga teng deb olinadi va natijada masalalar yechish uchun quyidagi ifoda o’rinli bo’ladi:

 (2.24)

**2.6. Mexanik energiyaning saqlanish qonuni**

Agar moddiy nuqtaga faqat konservativ kuchlar ta‘sir etsa, bu kuchlarning elementar *dr* ko’chishda bajargan ishi moddiy nuqta potentsial energiyasining kamayishiga olib keladi, ya‘ni

 (2.25)

Ikkinchi tomondan, moddiy nuqtaning bu ko’chishida baja­rilgan ish uning kinetik energiyasining ortishiga teng, ya‘ni

 (2.26)

Ko’rinib turibdiki, moddiy nuqta konservativ kuchlar ta‘sirida ish bajarganda uning kinetik energiyasi potentsial energiyaning kamayishi hisobiga ortib borar ekan.

 (2.27)

yoki

(2.28)

Bundagi moddiy nuqtaning to’la mexanik energiyasi, ya‘ni kinetik va potentsial energiyalarining yig’indisi bo’lib hisoblanadi va o’zgarmas sonning differentsiali nolga teng ekanligini hisobga olsak (2.24) ifodani quyidagicha yozishimiz mumkin:

 (2.25)

***Demak, moddiy nuqtaning konservativ kuchlar maydoni, (potentsial maydon) dagi har qanday, ko’chishlarida mexanik energiyasi o’zgarmaydi.***

Bu qonuniyat Yerning tortish maydoni uchun quyidagi ko’rinishda yoziladi:

 (2.26)

Endi, moddiy nuqtalar sistemasini qarab chiqaylik. Agar biror sistemada bir moddiy nuqta ajratib olsak bu sistemada boshqa moddiy nuqtalar tomonidan ta‘sir etadigan konservativ ichki kuchlar va nokonservativ ichki kuchlar va shu moddiy nuqtaga ta‘sir etadigan tashqi kuchlar yig’indisi mavjud bo’ladi. U holda mazkur moddiy nuqtalar sistemasi uchun to’la mexanik energiya quyidagicha bo’ladi:

 (2.27)

Ko’rinib turibtiki, moddiy nuqtalar sistemasi uchun to’la mexanik energiyaning o’zgarishi ichki nokonservativ kuchlar va tashqi kuchlar Fi bajargan ishlarning yig’indisiga teng. Bu ta‘rif berk bo’lmagan sistemalar uchun o’rinlidir. Berk sistemada tashqi kuchlarning bajargan ishi nolga teng bo’ladi. Shuning uchun (2.27) ifoda

 (2.28)

ko’rinishda yoziladi. Demak, moddiy nuqtalar berk sistemasi uchun mexanik energiyaning o’zgarishi sistemadagi moddiy nuqtalar orasida ta‘sir etadigan nokonservativ kuchlar bajaradigan ishga teng. Nokonservativ kuchlar (masalan, ishqalanish kuchlari) ning bajargan ishi tufayli sistema mexanik energiyasi kamayadi. Mazkur holda energiya yo’qolmaydi, balki mexanik energiyaning bir qismi boshqa turdagi energiyalarga (masalan, issiqlik harakat energiyasiga) aylanadi. Berk sistemadagi moddiy nuqtalar orasi­da nokonservativ kuchlar ta‘sir etmasa yoki nokonserva­tiv kuchlarning ishi e‘tiborga olinmaydigan darajada kichik bo’lsa, (2.28) ifoda quyidagi ko’rinishga keladi:  Shunga asosan quyidagini yozishimiz mumkin:

 (2.29)

Mazkur tenglama faqat konservativ kuchlar bilan o’zaro ta‘sirlashadigan moddiy nuqtalar birlik sistemasi uchun mexanik energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi. U quyidagicha ta‘riflanadi:

Moddiy nuqtalari orasida faqat konservativ kuchlar ta‘sir etadigan berk sistemaning to’la mexanik energiyasi o’zgarmaydi. Bunday sistemalarda kinetik va potentsial energiyalarning bir-biriga aylanishi sodir bo’ladi, xolos. Shuni ta‘kidlab o’tishimiz lozimki, buning uchun sistema ideal berk bo’lishi kerak bo’ladi albatta. Xususan, berk sistemadagi jismlar orasida ishqalanish kuchlari ta‘sir etadigan holda mexanik energiyaning kamayishi, ya‘ni mexanik harakat energiyasini qisman issiqlik harakat energiyasiga aylanishi kuzatiladi. Binobarin, bunday hollarda sis­tema ichki energiyasi ortishi kerak, chunki ichki energiya deganda sistemani tashkil etgan jismlar mikrozarralarining issiqlik harakat energiyalari va o’zaro ta‘sir energiyalarining yig’indisi tushuniladi. Shuning uchun energiyaning saqlanish qonuni eng umumiy shaklda quyidagicha ta‘riflanishi mumkin:

Energiya hech qachon yo’qolmaydi va yo’qdan paydo bo’lib qolmaydi, balki bir ko’rinishdagi energiya boshqa ko’rinishdan energiyaga aylanadi**.**

**2.7.Absalyut elastik va noelastik to’qnashishlar**

Fazoning kichik sohasida jismlarning qisqa vaqtli o’zaro ta‘sirlashish jarayonlari to’qnashishlar deb ataladi. Masalan ikkita kichik o’lchamdagi po’lat sharchalarning to’qnashishlarini ko’radigan bo’lsak to’qnashish jarayonida sharlarning bir biriga tegish sohasida nihoyat katta kuchlar namoyon bo’ladi. Urilish chog’ida jismlar deformatsiyalanadi Natijada bir biriga urilayotgan jismlar kinetik energiyalarining barchasi yoki bir qismi elastik deformatsiyaning poten­tsial energiyasiga va jismlarning ichki energiyasiga aylaniishi mumkin. Ichki energiyaning ortishi jismlar temperaturasining ko’tarilishida namoyon bo’ladi. Jismlar o’rtasida ikki turdagi absalyut noelastik va absalyut elastik to’qnashishlar mavjud bo’ladi.

***Absolyut noelastik to’qnashish****,* Loy, plastilin, qo’rg’oshin kabi moddalardan iborat jismlarning urilishi absolyut noelastik urilishga misol bo’ladi. Ab­solyut noelastik urilishda:

*a)* urilishda vujudga kelgan jismlar deformatsiyasi saqanadi;

b) deformatsiya potentsial energiyasi vujudga kelmaydi;

*v)* jismlar kinetik energiyalarining bir qismi jismlarning deformatsiyalanishiga sarf bo’la­di.

*g)* urilishdan so’ng jismlar umumiy tezlik bilan harakatlanadi yoki nisbiy tinch holatda bo’ladi.

***Deformatsiya saqlanganligi tufayli energiyaning maz­kur qismi kinetnk energiya tarzida tiklanmaydi, balki jismlar ichki energiyasiga aylanadi. Odatda, energiyaning bu qismini deformatsiya ishi deb ataladi;***

Shuning uchun absolyut noelastik urilishda faqat impulsning saqlanish qonuni bajariladi. Mexanik ener­giyaning saqlanish qonuni bajarilmaydi.

Massalari *t1* va *t2* bo’lgan sharlar  va  tezlik bilan harakatlanib absolyut noelastik to’qnashsin.  va  lar sharlarning markazlarini birlashturuvchi to’g’ri chiziq bo’lib yo’nalgan. Urilishdan keyingi tezlikni u bilan belgilab ikki shardan iborat berk sis­tema uchun impulsning saqlanish qonunini yozaylik:

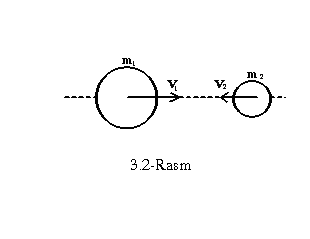
 (2.40)

Bundan

 (2.41)

Bu ifodadan quyidagi xulosalarga kelamiz:

*a*) sharlar bir biriga qarab harakatlansa (2.2- rasm), urilishdan so’ng ikkala sharning birgalikdagi harakatining yo’nalishi  va  larga bog’liq ya‘ni urilishgacha impulsining miqdori kattaroq bo’lgan shar harakatlanayotgan tomonga yo’nalgan:



2.2 rasm



2.2- rasm.





2.4-rasm

b) sharlar bir-biri tomon harakatlansa, bo’lsa (2.4- rasm), urilishdan so’ng sharlar to’xtab qoladi, ya‘ni u=0;

*v*) sharlar bir tomonga harakatlansa (2.5-rasm), urilishdan so’ng ham ular o’sha tomon harakatlarini davom ettiradi.

Urilishgacha sharlar ega bo’lgan umumiy kinetik energiya va urilishdan keyingi umumiy kinetik energiyaning farqi (Ad) deformatsiya ishiga teng:

(2.42)

Bundagi uo’rniga uning (2.41) dagi qiymatini qoysak, bir qator matematik amallardan so’ng

 (2.42)

ifodani hosil qilamiz. Agar to’qnashayotgan jismlardan biri qo’zg’almas bo’lsa, (2.42) ifoda yanada soddaroq ko’rinishga keladi. Masalan,  deb olsak,

Ad=  (2.44)

bo’ladi. Yoki bu tenglamani quyidagi ko’rinishda yozamiz:

Ad= YE1­. **(**2.45**)**

Demak, ikkinchi jism qo’zg’almas bo’lgan hollarda bu yoki jismdan iborat sistema kinetik energiyasi *(Yes* =YE­1+YE2=YE1 chunki YE2= 0) **(**2.45**)** ning m2/(m1+m2) qismi deformatsiyaga sarflanadi, qolgan qismi esa jismlarning urilishdan keyingi kinetik energiyalari tarzida namoyon bo’ladi. Shuning uchun kattaroq deformatsiyalarni hosil qilish lozim bo’lgan hollarda qo’zg’almas jism massasi (m2) uruvchi jismning massasi (m1)dan kattaroq bo’lishi kerak.

**Absolyut elastik urilish.** Po’lat, fil suyagi kabi modalardan iborat jismlarning urilishi absolyut elas­tik urilishga ancha yaqin bo’ladi. Absolyut elastik urilishning harakterli xususiyatlari quyidagilar:

a) urilish chog’ida jismlarning elastik deformatsiyalanishi vujudga keladi, lekin urilishdan so’ng u butunlay yo’qoladi, ya‘ni jismlarning shakli tiklanadi;

b) jismlarning deformatsiyalanishida kinetik energiya qisman (yoki to’liq) elastik deformatsiyaning potentsial energiyasiga aylanadi, jismlar o’z shakllarini tiklayotganda esa u yana kinetik energiyaga aylanadi, kinetik energiya boshqa turdagi energiyalarga, xususan ichki energiyaga aylanmaydi;

*v*) urilishdan so’ng jismlar birgalikda harakatlanmaydi.

Absolyut elastik urilishda sistema impulsining saqlanish qonuni va sistema mexanik energiyasining saqlanish qonuni bajariladi. Mazkur qonunlar massalari *t{* va m2 bo’lgan sharlar uchun quyidagicha yoziladi:

(2.46)

 (2.47)

Bu tenglamalardagi **** va  sharlarning to’qnashishdan oldingi, va  va  lar esa urilishdankeyingi tezliklar.

Bu tenglamalarni birgalikda yechib urilishdan keyingi tezliklari ifodalarni hosil qilamiz.

Sharlardan bi­ri tinch turgan bo’lsin, ya‘ni . U holda (2.46) va (2.47) ifodalar quyidagi ko’rinishga keladi:

 (2.48)

 (2.49)

Urilishdan keyingi tezliklar kattaliklari sharlar massalarining nisbatiga xam bog’liq bo’ladi. Ikki holni ko’raylik.

1. Agar sharlardan birining massasi ikkinchisiga nisbatan juda katta, ya‘ni m2>>m1 shart bajarilsa,   Bunga massasi katta bo’lgan devorga urilayotgan shar misol bo’la oladi. Shuning uchun devorga urilgan shar tezligining qiymati saqlanadi, yo’nalishi esa teskarisiga o’zgaradi. Boshqacha qilib aytganda, shar devordan elastik ravishda orqasiga qaytib ketadi.

2. Massalari teng (ya‘ni *t*1 *= t2)* bo’lgan sharlar bir-biri bilan to’qnashgan holda , ko’rinishga keladi. Demak, sharlar tezliklarini ayriboshlaydi.

**Savollar:**

1. Mexanik ish nimaga bog’liq?

2. Mexanik quvvat nima?

3. Jismning potentsial energiyasi?

4. Deformatsiyalangan jismning potentsial energiyasi?

5. Og’irlik kuchining bajargan ishi?

6. Jismning kinetik energiyasi?

7. Yerning tortishish maydoni?

8. Jismning potentsiali?

9. Mexanik energiyaning saqlanishi?

10. Qanday holda mexanikaning saqlanish qonuni bajarilmaydi?