

**УЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ  
ВА УРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**Гулистон Давлат Университети**

**« М Е Х А Н И К А »**

**фанидан замонавий педагогик  
технологиялар асосида тайёрланган  
муаммоли маърузалар мажмуий**

**Гулистон – 2005**

**«Механика» фани буйича замонавий педагогик технология  
асосида езилган укув-методик мажмуа  
Гулистон 2005**

5850200 – Экалогия ва табиатдан фойдаланиш таълим йуналишида тахсил олаётган талабалар учун мулжалланган. Маъруза матнлари туплами Гулистон давлат университети Илмий Кенгаши тамонидан («31» август 2005 йил 1- сонли баённома) нашрга тавсия этилган.

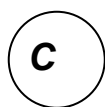
Тузувчи: «Умумий физика» кафедраси катт. уқит. Абдуллаев А.

Такризчилар:

СВМОИ ректори доц. К. Эшқувватов

ГулДУ «Умумий физика» кафедраси доц. Р. У. Элмуратов

---



ГулДУ

## Модул №1

### Мавзу: Физиканинг асосий тушунча ва конунлари

Ажратилган соат - 4 соат

Маш\улот тури - маъруза

#### Асосий саволлар

1.1 Кириш. Механика фани. Физикадаги асосий тушунчалар.

1.2 Асосий бирликлар системаси. Физик катталиклар.

#### Таянч суз ва иборалар.

Материя	физика
Астрофизика	агрофизика
Биофизика	математик физика
Геофизика	физик кимё
Тажриба	кузатиш
Эксперимет	гипотеза
Назария	атом
Геоцентрик	гидростатика

#### Мавзуга оид асосий муаммолар:

1. Табиатни урганишда физиканинг урни.
2. Физиканинг ривожланиш тарихи.
3. Шарк олимларини табиатни урганишга кушган хиссалари.
4. Ўзбекистонда физика соҳасида олиб борилаётган ишлар.
5. Физиканинг асосий конунлари деб қандай конунларга айтилади?
6. Асосий физик катталиклар қандай танланган?

#### 1.1- асосий савол

1.1. Механика фани. Физикадаги асосий тушунчалар.

#### Уқитувчи максад:

1.2. Талабаларга механика фани ва асосий тушунчалари ҳақида маълумот бериш.

#### 1.1- асосий саволга оид муаммолар:

1.1.1. Классик механика, релятивистик механика ва квант механикаси орасидаги боғланиш.

1.1.2. Ҳаракат ҳақида умумий тушунча.

1.1.3. Конун ва тушунча нима?

#### Талабалар учун идентив укув максадлар:

1.2. Физика фанининг предмети ҳақида маълумот бера олади.

1.3. Физика фанининг бошқа фанлар билан боғлиқлигини изоҳлай олади.

1.4. Физика фанидаги асосий тушунчалар ҳақида маълумот бера олади.

#### 1.1- асосий саволнинг баёни:

#### Кириш

Бизни ураб турган дунё моддий булиб, у абадий мавжуд булган узлуксиз ҳаракатланувчи материядан ташкил топган. Материянинг ҳаракати жуда ҳам хилма – хил булиб, уни турли фанлар урганади. Физика – юнонча «табиат» деган маънони англатади. Физика фанининг бошқа фанлар билан узвий бошланиши натижасида астрофизика, агрофизика, биофизика, математик физика, геофизика, физик кимё каби бир қатор мустақил фанлар

вужудга келди. Физика ва бошқа табиий фанлар орасида кескин чегара мавжуд эмас. Физикани барча табиий фанларнинг пойдевори деб ҳисоблаш мумкин. Физика тажрибавий фан булиб, унинг конунлари тажриба натижаларига асосланади. Урганиш тажриба асосида бошланади. Ходисаларни табиий шароитда урганиш асосида тажриба ортириш – кузатиш деб, ходисаларни сунъий шароитда, яъни лаборатория шароитида амалга ошириб тажриба утказиш эса эксперимент деб аташ одат булиб қолган. Эксперимент кузатишга нисбатан бир қатор афзалликларга эга. Экспериментда ахборот олиш учун сарфланадиган вақтни тежаш мумкин.

Тажрибаларда йигилган ахборотлар ходисани тушунтириш учун гипотезалар яратишга асос булиб хизмат қилади. Гипотезадан келиб чиқувчи натижалар тажрибаларда тасдиқланган тақдирда гипотеза физик назарияга айланади. Физик назария бирор соҳадаги бир қатор ходисаларни механизмини ва қонуниятларини тушунтира олиш керак. Назария топилган натижаларга таяниб табиат қонунарини шакллантиради, маълум ходисаларни тушунтиради ва баъзан янги ходисаларни башорат қилади.

### **Физиканинг ривожланиш тарихи**

Физик жараёнлар эрампиздан олдин ҳам одамларнинг диққат марказида бўлган. Моддаларнинг атомлардан ташкил топганлиги тугрисидаги таълимот Демокрит, Эпикур, Лукрецийлар томонидан олга сурилган. Оламнинг геоцентрик системаси (Ер оламнинг маркази) ҳақидаги таълимот Птоломей томонидан яратилган. Қадимги Юнонистонда рычаг, ёруғликнинг тугри чизик бўйлаб тарқалиши ва қайтиши тугрисидаги, гидростатикада Архимед қонуни яратилди. Электр ва магнит ходисаларига алоқадор баъзи оддий ходисалар кузатилди. Буларнинг ҳаммасини эрампиздан олдинги 4- асрда Аристотель томонидан умумлаштириб ягона системага солинди. Унинг фикрича билимнинг асосий воситаси тажриба бўлмай, ақлий мулоҳаза юритиш бўлган.

17 - асрга келиб италиялик физик Г. Галилей ҳаракатни математик тенгламалар ёрдамида ифодалаш зарурлигини тушунди. У, Аристотельдан фарқли, жисмларнинг бирор жисмга таъсири натижасида у тезлик эмас, балки тезланиш олишини қуратди. Галилей инерция, жисмларнинг эркин тушиш қонунарини яратди. Ёруғлик тузлигини улчаш мақсадида тажриба утказди. 17 - асрнинг энг улкан ютуғи булиб инглиз физиги И. Ньютон томонидан қашф этилган классик механиканинг яратилиши ҳисобланади. У узининг 1687 йилда чоп этган «Натурал философиянинг математик асослари» асарида динамиканинг ўрта асосий қонуни ва бутун олам тортишиш қонунини баён қилди.

Физика ривожининг кейинги босқичи Ж. Максвелл томонидан электромагнит майдон назариясини яратиши бўлди. Г. Герц электромагнит тулқинларининг мавжудлигини тажрибада исботлади. Кейинги муҳим воқеалар 1895 йилда В. Рентген томонидан рентген нурларининг ва 1896 йилда А. Беккерель томонидан табиий радиоактивликнинг қашф қилинишидир. 1905 йилда А. Эйнштейн махсус нисбийлик назариясини

эълон килди. Шу йили у фотоэффект учун формула ёзди. 1911 йилда Э. Резерфорд ва 1913 йилда Н. Бор атомнинг планетар моделини яратдилар.

### **Шарк алломаларининг физикани урганишга кушган хиссалари**

Ўзбекистон – илм – фан ва маданият қадимдан тараккий топган мамлакатлардан бири. Астрономия, математика, тиббиёт, кимё, туқимачилик, меъморчилик, маъданшунослик, кулолчилик, фалсафа, мусика, тилшунослик, адабиётшунослик яхши ривожланган. Шарк алломаларининг буюк вакиллари булмиш Мусо ал – Хоразмий ва Мухаммад ал – Фаргонийлар Богдод академияси «Байт ул - хикмат» да уз тадқиқотларини олиб борганлар. Абу Абдуллох Мухаммад ибн Мусо ал – Хоразмий математика, астрономия, география соҳасида асарлар яратган. «Ал - жабр» фани ва «Алгоритм» тушунчасига асос солган. Унинг «Хисоб ал - Хинд», «Астрономик жадваллар» асарлари ун иккинчи асрдаёқ лотин тилига таржима қилиниб, Европада кенг тарқалган унли санок системаси ва алгоритм тушунчасининг ёйилишига олиб келган.

Абдул Аббос Ахмад ибн Мухаммад ибн Қашр ал – Фаргоний астрономия, география, математика фанлари билан шугулланган. Фаргоний куёш тутилишини олдиндан хисоблаб чиққан. Нил дарёсининг оқимини улчаш учун асбоб ясаган ва унга рисолалар ёзган. Унинг «юлдузлар илми ва самовий ҳаракатлар ҳақида туплам» номи қомусий асари қуплаб тилларга таржима қилинган.

Абу Наср Мухаммад Узул Тархон ал – Фаробий турли соҳаларга оид 160 дан зиёд асарлар ёзган. 11 асрда Урганчда «Академия» ташкил этилган булиб, фалсафа, математика ва тиб илмлари муҳокама қилинган. Ибн Сино, Беруний, Абу Наср Аррок бу академиянинг аъзолари булишган.

Абу Райхон Мухаммад ибн Ахмад ал – Беруний биринчи глобусни ясаган. 150 дан ортик китоб ва рисолалар ёзган. Гелиоцентрик система тугрисидаги фикрлари фан тараккиётига катта хисса қушган.

Абу Али Ибн Сино файласуф, шоир. Асарларининг сони 280 дан зиёд. Улардан 40 дан купроги тиббиётга, 30 дан ортиги табиий фанларга оид. 15 асрда Мухаммад Тарагай Улугбек дунёдаги энг йирик асрономия мактабини тузган. Шогирдлари билан мингдан ортик юлдузлар руйхатини тузган. Насриддин Тусий асрономия ва математика фанлари тараккиётига катта хисса қушган. Қозизода Румий Улугбекнинг устози булган. Румий «Афлотун замон» (уз даврининг Платони) номини олган.

Атоқли математик ва астроном ал – Қоший биринчи булиб математикага унли қасрларни қиритган  $\sin 1^{\circ}$  ва  $\pi$  сонини унли системада 17 ҳонагача аниқлик билан хисоблаган.

Машхур астроном Али Қушчи математика ва астрономияга оид рисолалар ёзган. У фасллар алмашинуви, Ой ва Қуёш тутилишини илмий – табиий жихатдан тугри тушунтириб берган. Буюк боболар руҳига юксак ҳурмат ва эҳтиромда булган. Кейинги авлодлар уларнинг ишларини муносиб давомчилари булиб қолишмоқда.

## Ўзбекистонда физика соҳасида олиб борилаётган ишлар

Хозирги Ўзбекистон фанлар академиясининг илмий – тармоқлар бўйича саккизта булимий мавжуд. Улардан бири физика – математика фанлари булимидир. Унинг таркибига физика соҳасида фаолият курсатаётган куйидаги илмий текшириш институтлари киради: Ядро физика институти, «Физика – куёш» илмий ишлаб чиқариш бирлашмаси, Электроника институти, Астрономия институти, Иссиқлик физикаси булими.

### Механика

**Механика** - материя харакатининг энг содда шаклини, яъни жисмларнинг бир – бирига нисбатан урнини узгартиришни ургатади. Физиканинг механик харакат конунлари, ҳамда бу харакатни вужудга келтирувчи ва узгуртарувчи сабабларни урганувчи булимга механика дейилади. Механика – урганилаётган жисмларнинг улчамлари ва тезликларига караб классик, релятивистик ва квант механикаларига ажратилади.

**Классик механика** – тезликлари ёруғликнинг бушликдаги тезлигидан жуда кичик булган макрожисмларнинг харакат конунларини урганади. Классик механиканинг конунларини италялик физик ва астроном Г. Галилей томонидан аниқланган булиб, инглиз олими И. Ньютон томонидан мукамал тавсифлангандир.

**Релятивистик механика** – ёруғликнинг бушликдаги тезлигига яқин булган тезликлар билан харакатланувчи жисмларнинг харакат конунларини урганади. Релятивистик механика А. Эйнштейннинг махсус нисбийлик назарияси асосида яратилган механика.

**Квант механикаси** – микрожисмларнинг харкат конунини урганади.

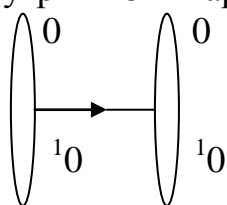
*Механика 3 қисмга булинади*

1. Кинематика
2. Динамика
3. Статика

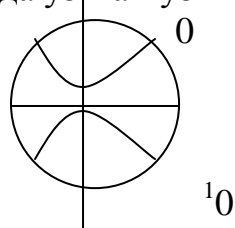
Жисмларнинг харкатини бу харакатни пайдо килувчи кучларга боғламасдан урганиладиган механиканинг қисмига *кинематика* дейилади.

Жисмларнинг харакати билан бу харакатни вужудга келтирувчи кучлар орасидаги боғланишни урганувчи қисмга *динамика* дейилади.

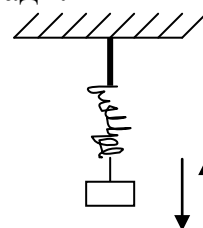
Механиканинг кучлар таъсирида жисмлар мувозанатини урганувчи қисмига *статика* дейилади. Илгарилама харакат жисмда олинган исталган тугри чизик харакат мобайнида узига - узи параллел қолади.



1- расм



2- расм



3- расм

1- расмда илгариланма харакат килаётган жисмдаги  $00^1$  ук харакат мобайнида узига - узи параллел қолиши курсатилган.

Айланма ҳаракат деб шундай ҳаракатга айтиладики, бу ҳаракат давомида жисмда олинган исталган иккита нуқта бир- бирига нисбатан кузгалмас булиб қолади. Бу нуқталарни бирлаштирувчи тугри чизикка айланиш уқи дейилади.

2- расмда ер шарининг айланиш уқи унинг кутублари орқали утади.

Тебранма ҳаракат деб шундай ҳаракатга айтиладики, бунда жисм узининг мувозанат ҳолати атрофида тебраниб туради.

3- расмда пружинага осилган жисмнинг тебранма ҳаракати курсатилган.

Тебранма ҳаракат табиат ва техникада куп учрайди. Соат маятнигининг тебраниши, инсон ва хайвонлар юрагининг тебраниши, Ер атмосферасида ҳароратнинг тебраниб туриши ва ҳакозо.

### **Муҳокама учун саволлар:**

1. Физика фанининг ривожланишида уз хиссалаларини кушган узбек олимларининг ишларини айтинг.
2. Механика қандай турлардан иборат.
3. Механика қандай бўлимлардан иборат.
4. Илгарилама ҳаракатни таърифланг.
5. Айланма ҳаракатни таърифланг.
6. Тебранма ҳаракатни таърифланг.

### **1.2- асосий савол.**

1.2. Физик қатталиқ ва уларни улчаш.

#### **Уқитувчи мақсади:**

А) Талабаларга физик қатталиқлар ҳақида маълумот бериш.

### **1.2- асосий саволга оид муаммолар:**

- 1.2.1. Вактнинг фазога боғлиқлиги муаммоси.
- 1.2.2. Классик механикада вақтнинг фазога боғлиқ эмаслиги муаммоси
- 1.2.3. Санок системасини танлаш муаммоси.
- 1.2.4. Физик қатталиқларнинг турлари ва уларни улчашдаги муаммолар.

#### **Талабалар учун индентив уқув мақсадлари:**

- 1.2.1. Вактнинг улчамлигини билади.
- 1.2.2. Декарт координата системасини тушунади.
- 1.2.3. Узунлик бирлигини билади.
- 1.2.4. Масса бирлигини изоҳлай олади.
- 1.2.5. Температура, модда микдори, ток қучи, ёруғлик қучи бирлиги ҳақида маълумот бера олади.

### **1.2-асосий саволнинг баёни:**

Барча физикавий қатталиқлар икки турга булинади: скляр ва вектор қатталиқлар. Фақат сон қиймати билангина аниқланадиган физикавий қатталиқларга скляр қатталиқлар дейилади. Сон қийматидан ташқари йуналиши билан ҳам аниқланадиган қатталиқларга вектор қатталиқлар дейилади. Жисмнинг массаси скляр қатталиқ булиб, унинг оғирлиги эса вектор қатталиқдир.

Физик қатталиқ деб, микдор жихатдан ҳар бир объектлар учун хусусий, лекин сифат жихатдан қуплаб объектлар учун умумий булган ва бу объектларнинг бирор хоссасини ифодаловчи қатталиққа айтилади. Физик

катталиқни ҳам микдор, ҳам сифат жихатдан тула ифодалайдиган катталиққа унинг хақиқий қиймати дейилади. Физик катталиқлар системаси асосий ва хосилавий катталиқлардан иборатдир. Асосий физик катталиқлар етита бўлиб, уларнинг учтаси моддий дунёнинг асосий хоссаларини ифодаловчи; узунлик, масса, вақтдир. Колган тўрттаси; ток кучи, термодинамик ҳарорат, модда микдори ва ёруғлик кучи физикасининг бирор бўлимидан олинади.

Физик катталиқнинг сон қиймати унинг катталиғини курсатади ва у танланган бирликка боғлиқ. Физик катталиқнинг бирлиги деб, ҳар бир физик катталиқни микдорий ифодалаш учун қулланиладиган, шартли равишда сон қиймати бирга тенг деб белгиланган улчамли физик катталиққа айтилади. Бирлик катталиқнинг белгиси ёрдамида қуйидагича курсатилади.

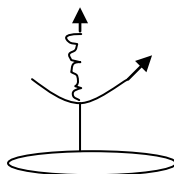
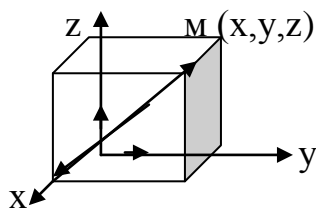
$$[s] = 1m, [m] = 1kg, [t] = 1c.$$

физикавий катталиқларнинг асосий ва хосилавий бирликларининг туплами бирликлар системасини ташкил қилади.

### Фазо ва вақт

Механика ҳаракат деб, жисмнинг фазодаги вазиятининг вақт ўтиши билан ўзгаришига айтилади. Жисмларнинг фазодаги ўрнини белгилайдиган жисм ёки жисмлар системаси фазовий санок системаси деб аталади.

Фазовий санок системаси сифатида ихтиёрий каттик жисм олиб, уни координаталар ўқлари, ўрта ўзаро перпендикуляр каттик стерженлар қуринишидан тугри бурчакли декарт координаталар системасининг ўқлари билан боғлаш мумкин. Танлаб олинган фазовий санок ситемасидаги ҳар бир нуктанинг ўрнини ўрта сон;  $x, y, z$ , координаталар орқали белгилаш мумкин.



4- расм.

1) Сферик координаталар  $r, \Theta, \varphi$  лардан Декарт координаталари -  $x, y, z$ , ларга қуйидагича ўтиш мумкин.

$$x = r \sin \Theta \cdot \cos \varphi ; \quad y = r \sin \Theta \cdot \sin \varphi ; \quad z = r \cos \Theta ;$$

2)  $x, y, z$ , лардан  $r, \Theta, \varphi$ , га ўтиш учун қуйидаги ифодадан фойдаланилади.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} ; \quad \cos \Theta = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} ; \quad \tan \varphi = \frac{y}{x} ;$$

$r$ - координата бошини нуктавий жисм билан бирлаштирувчи вектор.

4- расм унғ координата системаси

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

$r$ - радиус – вектор,  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  - координата ортлари. Координата системасининг унғ ва чап турлари мавжуд. Физикада унғ координаталар сиситемаси ишлатилади.



1) **Вактнинг** микдорий маъноси деганда, бирор соатнинг курсатишини тушунамиз. Соат деб, вақтни улчаш учун мулжалланган ва узиди даврий процесс бераётган ихтиёрий жисм ёки жисмлар системаси тушунилади.

Агар икки воқеа оралигида Ер юлдузларга нисбатан бир марта айланиб чиққан бўлса, бу икки воқеа орасидаги вақт оралиги юлдуз суткасини ташкил этади. Агар юлдуз суткаси давомида маятник тахминан 86 164 та тебранган бўлса, битта тебраниш даври бир секундни ташкил этади. Юлдуз суткасидан Куёш суткаси фарқ қилиши лозим. Куёш суткаси деб, Ер Куёшга нисбатан уз уқи атрофида бир марта айланиб чиқиш учун кетган вақт оралигига айтилади. Вақт улчашда уртача Куёш вақтидан фойдаланилади  $24 \text{ соат} = 24 \cdot 60_{\text{минут}} = 1440 \text{ минут} = 1440 \cdot 60_{\text{секунд}} = 86\,400 \text{ секундни ташкил қилади.}$

Таърифланган бирор соатни текис юради деб, келишиб олиш керак. Бундай соат эталон деб ёки барча бошқа соатлар унга қараб даражаланиши керак бўлган асосий соат деб қаралиши лозим. Аниқроқ қилиб айтганда, секунд – ташки майдон йуклигида цезий – 133 атоми асосий ҳолатининг иккита аниқ ута нозик сатхлари орасидаги утишга мос келувчи электромагнит нурланишининг  $9\,192\,631\,770$  марта тебраниши юз бериши учун кетган вақт оралигидир.

2) **Узунлик бирлиги.** Идеал каттик жисмларнинг узи йук. Метрнинг платина ва ирдий қотишмасайдан ясалган стержень қуринишдаги дастлабки эталон етарли даражада ишончли эмас. У ташки таъсирларга учраган, унинг ички молекуляр тузилиши узгарган бўлиши мумкин. Асосий бирлик сифатида, бирор табиий, аниқ, қатъий назорат қилиб турилувчи ташки шароитда олинадиган муайян ингичка спектрал чизикка мос келувчи ёруғлик тулкинининг узунлиги қабул қилинган.

Метр- Криптон -86 атоми зарғалдок чизигининг, аниқроғи, шу атомнинг  $2P_{10}$  ва  $5 d_5$  энергетик сатхлар орасидаги утишга мос келувчи чизигининг вакуумдаги  $1\,650\,763\,73$  ёруғлик тулкини узунлигига тенг.

3) **Температура бирлиги** сифатида халқаро системада Кельвин қабул қилинган. Кельвин – сувнинг учлама нуктаси термодинамик температурасининг  $1/273,16$  улишига тенг. Амалда температурани улчашда  $^{\circ}\text{C}$  купрок ишлатилади.  $1\text{K}=273,16^{\circ}\text{C}$  га тенг.

4) **Модда микдори** СИ да моль бирлигида ифодаланади. Моль – массаси  $0,012$  кг бўлган  $^{12}\text{C}$  углерода қанча атом бўлса уз таркибида шунча структура элементлардан ташкил топган системанинг модда микдоридир.

5) **Ток кучининг бирлиги сифатида ампер қабул қилинган.** Ампер бушлиқда бир – биридан  $1\text{м}$  масофада жойлашган чексиз узун ва ута ингичка параллел утказгичдан ток утганда, унинг ҳар бир метр узунлигига  $2 \cdot 10^{-7}$  н таъсир кучи ҳосил қила оладиган узгармас ток кучидир.

6) Халқаро бирликлар системасида ёруғлик кучининг улчов бирлиги сифатида кандела ишлатилади. *Кандела* –  $101\,325$  Па босим остида платинанинг эриш ва қотиш температураси  $2042,5$  к да абсолют қора жисмнинг  $1/60 \text{ см}^2$  юзидан перпендикуляр йуналишда нурланаётган ёруғлик кучидир.

**Қушимча бирликлар.**

**Ясси бурчак.** Айланада узунлиги радиусига тенг булган ёйни ажратадиган икки радиус орасидаги бурчак 1 радиан деб кабул килинган.

**Фазовий бурчак.** Учи сфера марказида жойлашган ва шу сфера сиртидан радиус квадратига тенг юзали сиртни ажратувчи фазовий бурчак 1 стерadian деб кабул килинган.

1832 йил Гаусс К. учта физик катталикини танлаб олишни таклиф килди:

1. узунлик            2. масса            3. вақт

1881 йилда СГС системаси кабул килинди:

1. сантиметр            2. Грамм            3. секунд

1914 йилда МТС система кабул килинди:

1. метр            2. тонна            3. секунд

1933 – 1955 йиллар давомида МКС системаси кулланилди:

1. метр            2. килограмм            3. секунд

Техникада эса:

1. метр            2. килограмм – куч            3. секунд

1960 йил октябр ойида халқаро система кабул килинди. Си системаси 1961 йил стандарт буйича ГОСТ 9867-61. 1981 йил 19 мартдаги 1449 – сонли қарорига асосан Узаро Иқтисодий Ёрдам Кенгашининг (СТ СЭВ 1052-78) асосан кабул килинди. Амалда қупгина ҳолларда биз қуриб утган асосий бирликларнинг қаррали ва улишли бирликларидан фойдаланилади.

**Ўнга қаррали ва улишли бирликларни ҳосил қилишда фойдаланиладиган қупайтирувчилар ва олд қушимчалар**

Қупайтувчи	Қупайтувчининг номи	Олд қушимча	Олд қушимчанинг белгиси
$10^{18}$	қвинтилليون	экса	э
$10^{15}$	квадрилليون	пета	п
$10^{12}$	триллион	тера	т
$10^9$	миллиард	гига	г
$10^6$	миллион	мега	м
$10^3$	минг	кило	к
$10^2$	юз	гекто	г
$10^1$	ун	дека	да
$10^{-1}$	Ундан бир	деци	д
$10^{-2}$	юздан бир	сант	с
$10^{-3}$	мингдан бир	милли	м
$10^{-6}$	миллиондан бир	микро	мк
$10^{-9}$	миллиарддан бир	нано	н
$10^{-12}$	триллиондан бир	пико	п
$10^{-15}$	квадрилليونдан бир	фемто	ф
$10^{-18}$	қвинтилليونдан бир	атто	а

**Муҳокама учун саволлар:**

1. Вектор ва скляр катталикларга мисоллар келтиринг.
2. Физик катталикларнинг асосий бирликлари тугрисида тушунча беринг.

3. Физик катталикларини белгилашни тушунтиринг.
4. Фазовий санок системалари турлари ва уларнинг белгиланишини ифодаланг.
5. Кушимча бирликларни таърифланг.

### **Мустакил иш топшириклари:**

#### **1- Топширик**

Куйидаги холларнинг кайси бирида жисмни моддий нукта деб караш мумкин:

1.1.1. Станокда спорт диски ясаляпти. Спортчи иргитган уша диск 55м масофага бориб тушади.

1.1.2. Конькичи узок маррага чошиб кетяпти. Фигурачи эркин программа машкларини бажараяпти.

1.1.3. Космик кеманинг харакати Ердаги бошкарув марказидан кузатилмокда. Уша кемани космосда у билан туташтираётган космонавт кузатаяпти.

#### **2- топширик**

1.2.1. Си системасида нечта асосий бирликлар мавжуд?

а) 5 та, б) 6 та, в) 7 та, г) 3 та, д) 9 та

1.2.2. Асосий бирликлар системаси килиб кандай бирликлар системаси кабул килинган?

а) МКГС, б) СГС, в) СГСЕ, г) СГСМ, д) СИ

1.2.3. Скляр катталикка таъриф беринг.

а) бирор йуналишга эга булган ва сон киймати билан аникланадиган катталикларга скляр катталиклар дейилади.

б) бир тугри чизик буйлаб йуналган параллел булган катталиклар скляр катталиклар дейилади.

в) факат сон киймати билан аникланадиган катталиклар скляр катталиклар дейилади.

г) бирлик ваكت ичида жисм босиб утган йулга сон жихатдан тенг булган катталик скляр катталик дейилади.

д) тугри жавоб йук.

1.2.4. Бир миллиграмм неча килограммга тенг?

а)  $10^{-9}$  кг, б)  $10^{-6}$  кг, в)  $10^{-3}$  кг, г)  $10^{-1}$  кг, д)  $10^{-2}$  кг

1.2.5. Бир пикосекунд неча секундга тенг булади?

а)  $10^{-9}$  с, б)  $10^{-12}$  с, в)  $10^{-6}$  с, г)  $10^{-4}$  с, д)  $10^{-2}$  с

**3- топширик:** Физика фани булимларини тахлил килиш.

1.3.1. Физикани асосий булимларини акс эттирадиган чиз мани чизинг ва тахлил килинг, улар орасидаги узаро богланишни аникланг.

1.3.2. Хар бир булим нималарни урганишини, нима учун кинематика, динамика ва статика деб номланиши сабабларини аникланг.

**4- топширик:** Физика фанининг асосий тушунчаларига тавсиф бериш.

1.4.1. Илгарилама, айланма ва тебранма харакат турларига мисоллар келтиринг.

1.4.2. Вектор ва скляр катталикларга таъриф беринг ва уларни кушиш, айириш ва купайтиришни курсатинг.

1.4.3. Узунлик масса ва вақтга таъриф беринг.

1.4.4. Унга каррали бирликларни хосил килишда фойдаланиладиган купайтувчиларни айтинг.

### Назорат саволлари:

Куйидаги холларнинг кайси бирида жисмларни моддий нукта деб хисоблаш мумкин?

1.1. Ер узи ук атрофида айланаяпти. Ер Куёш атрофида орбита буйлаб харакат килаяпти. Орбитанинг радиуси 150 000 000 км.

1.2. Фазода жисмнинг вазияти кандай катталиклар билан аникланади?

1.3. Санок системаси нима?

1.4. Координата манфий катталик булиши мумкин-ми?

1.5. Координатанинг узгариши манфий катталик булиши мумкин – ми?

1.6. Футболчининг харакатини кузатиш унинг бир уйин давомида тахминан 12 км югурганини курсатади. Бу катталикни кучиш деса булади – ми ёки йул узунлиги дейсизми?

1.7. Гаражда турган навбатчи ишни тугатиб келган шафёрдан автомашинани кабул килаётганда сётчигининг курсатиши 300 км ортганини ёзиб куйди. Бу ёзув нимани билдиради: босиб утилган йулними ёки кучиш узунлигиними?

1.1.1.1. Куйидаги жумланинг давоми булган жавобни курсатинг. Жисмни харакатини урганиш дегани . . . . .

а) . . . . . унинг тезлигини аниклашни билдиради.

б) . . . . . унинг харакат траекториясининг куриниши аниклашни билдиради.

в) . . . . . унинг вазияти вақт утиши билан кандай узгаришини билишини англатади.

г) . . . . . унинг кандай конунлар асосида харакат килаётганини аниклашни билдиради.

д) билмайман.

1.1.1.2. Куйидаги жумланинг тугри давоми булган жавобни курсатинг. Жисмнинг хама нукталари бир хил харакат киладиган холдаги харакати . . . . .

а) . . . . . айланма харакат деб аталади.

б) . . . . . тугри чизикли харакат деб аталади.

в) . . . . . илгарилама харакат деб аталади.

г) . . . . . текис харакат деб аталади.

д) . . . . . механик харакат деб аталади.

1.1.1.3. Ёругликнинг бушликдаги тезлигига якин тезлик билан харакатланадиган жисмлар харакатига нима деб аталади?

а) кинетик харакат

б) динамик харакат

в) статик харакат

г) релятивистик харакат

д) норелятивистик харакат

1.1.1.4. Тезлиги ёругликнинг бушликдаги тезлигидан кичик тезлклар билан харакатланадиган харакатга нима деб аталади?

а) статик харакат

б) динамик харакат

в) кинематик харакат

г) норелятивистик харакат

д) релятивистик харакат

1.1.1.5. Жисмларнинг бошка жисмларга нисбатан кучишини урганадиган булимга нима деб аталади?

а) кинетика

б) динамика

в) статика

г) механика

д) тугри жавоб йук

**Ушбу топшириклар саволларига куйидаги адабиётлардан жавоб топасиз:**

1. Д.П. Сивухин. Умумий физика курси. 1- том. Механика. 1981 й. Т.У.7-24 бетлар.
2. У.К. Назаров, Х.З. Икромов, К.А. Турсунметов «Умумий физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1992 й. 3-8, 274-278 бетлар.
3. О. Ахмаджонов «Физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1987 й. 3-12 бетлар.

**Мавзу буйича ечимини кутаётган илмий муаммолар:**

1. Табиат ходисаларини урганиш, маълум ходисаларни тушунтириш ва янгиларини олдиндан айтиш имкониятини беради.
2. Физик катталиклар тушунчаси, агар уни улчашга хаддан ташкари юкори аниклик талаб килинса, уз маъносини юкотади.
3. Физика уз ихтиролари оркали техника ютукларини олдиндан белгилаб бериш билан асбаб анжомлар билан таминлаш борасида техника ютукларига тула богликдир.

**Фойдаланилган адабиётлар**

1. Д.П. Сивухин. Умумий физика курси. 1- том. Механика. 1981 й. Т.У.7-24 бетлар.
2. У.К. Назаров, Х.З. Икромов, К.А. Турсунметов «Умумий физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1992 й. 3-8, 274-278 бетлар.
3. О. Ахмаджонов «Физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1987 й. 3-12 бетлар.

## Мавзу: Илгарилама ва айланма ҳаракатда тезлик ва тезланиш.

Ажратилган – 4 соат

Машгулот тури – маъруза

### Асосий саволлар

- 2.1. Моддий нукта кинематикасининг асосий вазифалари ва тушунчалари.
- 2.2. Фазо ва вақт. Моддий нукта ҳаракатидаги тезлик ва тезланиш.

### Таянч суз ва иборалар:

Моддий нукта	кинематика
Фазо	вақт
Санок системаси	тугри чизикли ҳаракат
Траектория	йул
Кучиш	тезлик
Узгарувчан ва узгармас ҳаракат	тезланиш
Текис узгарувчан ҳаракат ҳаракат	текис тезланувчан ва секинланувчан ҳаракат

### Мавзуга оид асосий муаммолар:

- 2.1. Моддий нукта муаммосини классик механикадаги тадбиқи.
- 2.2. Механик ҳаракатнинг нисбийлиги ҳақидаги муаммолар.
- 2.3. Кучиш, йул, траектория тугрисида классик механикадаги муаммолар.
- 2.4. Тезлик формуласини келтириб чиқаришдаги муаммолар.
- 2.5. Тезланиш формуласини келтириб чиқариш.

### 2.1- асосий савол.

- 2.1. Моддий нукта кинематикасининг асосий вазифалари ва тушунчалари.

### Уқитувчи максоди:

А) Талабаларга илгарилама ҳаракатда тезлик ва тезланиш ҳақида тушунча бериш.

### 2.1- асосий саволга оид муаммолар:

- 2.1. Моддий нукта ҳаракатида тезликни келтириб чиқариш муаммоси.
- 2.2. Моддий нукта ҳаракатида тезланиш келтириб чиқариш муаммоси.
- 2.3. Тезланиш турлари ва уларнинг ташкил этувчилари.

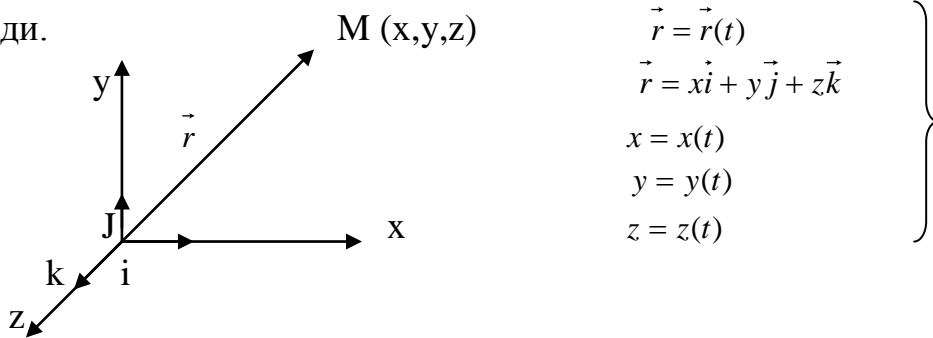
### Талабалар учун идентив уқув максадлари:

- 2.1.1. Моддий нукта ҳақида тушунча бера олади.
- 2.1.2. Кинематиканинг асосий тушунчаларини тушунтира олади.
- 2.1.3. Илгарилама ҳаракатда тезлик ва тезланишни чиқара олади.

### 2.1- асосий саволнинг баёни:

Куриллаётган масалада шакли ва улчамлари эътиборга олинмаслик мумкин бўлса, нуктуга *моддий нукта* дейилади. Фазонинг бирор нуктасидан иккинчи нуктасига жисмнинг бирор вақт оралигида кучиши *механик ҳаракат* дейилади. Жисмнинг ҳаракати уз-узидан юзага келмайди. У бирор таъсир туфайли фазодаги урнини узгартириши мумкин. Механиканинг моддий нукта ҳаракат қонуниятларини шу ҳаракатни юзага келтирувчи сабабларсиз урганиладиган қисми *кинематика* дейилади. Жисмни ҳаракати ёки унинг урнини билиш максодида санок системаси деган тушунча киритилади. Санок системасини ҳосил қилиш учун санок боши танлаб олинади. Санок боши

сифатида нисбий тин чёки тугри чизикли текис харакат килаётган ихтиёрий жисм олинади. Бу жисм санок жисми деб аталади. Санок жисми билан боғланган координаталар сифатида Декарт координаталар системаси олинади.



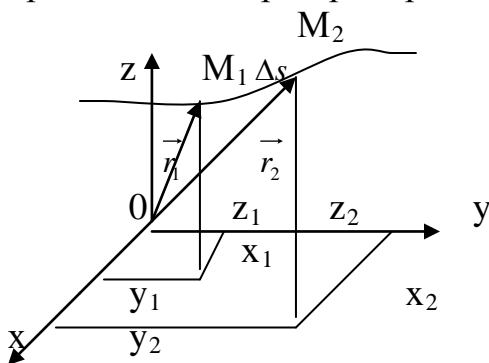
1- расм.

Санок бошини кузатилаётган жисм билан боғловчи йуналишли чизик радиус – вектор деб аталади. Хар бир санок системаси Евклид фазоси деб аталувчи уч улчовли фазода жойлашган жисмлар билан боғланган. Бу фазога хос хусусият шуки, икки нукта орасидаги энг киска масофа тугри чизик булади. Фазо ва вақт тушунчалари Ньютон томонидан таклиф этилган. Фазо ва вақт бир – бирига боғлиқ булмаган мутлоқ ёки абсолют тушунчалардир. Классик тасаввурга кура фазо бир жинсли, изотропик хоссага эга.

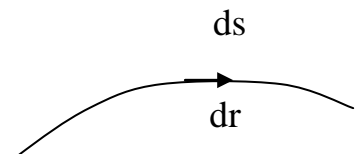
Харакатланаётган жисмнинг берилган санок системасида чизиб колдирган изига унинг траекторияси деб аталади. Траекториянинг шакли нисбий тушунча булиб, факат берилган санок системасига нисбатан олинган траектория хакида фикр юритиш мумкин. Бирор санок системасида харакатланаётган моддий нуктанинг маълум вақт оралигидаги харакат траекториясининг узунлиги *йул* деб аталади. Уни  $S$  билан белгилаймиз. Йул скляр катталиқ. Харакатнинг йуналишини белгилаш мақсадида *кучиш* деган тушунча киритилади. Жисмнинг харакат траекториясида бир-бирига якин жойлашган икки вазиятни белгиловчи радиус-векторларни бирлаштирувчи ва харакат *йуналишини курсатувчи йуналишили кесма кучиш* дейилади.

**Моддий нукта харакатининг тезлиги ва тезланиши**

Моддий нуктанинг вақт утиши билан фазодаги харакати жадаллигини характерловчи физик катталиқ жисмнинг *харакат тезлиги* дейилади. Тезлик жисмнинг маълум вақт оралигида кандай масофага кучганлигига боғлиқ. Демак, тезлик кучиш катталигига тугри ва шу кучиш учун кетган вақт оралигига тескари пропорционал булган катталиқдир.



2- расм.



3- расм.

Жисм  $M_1$  нуктадан  $M_2$  нуктага кучганда утган вақт  $\Delta t = t_2 - t_1$  булганда жисмнинг кучиши

$$\Delta \vec{S} = \Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

га тенг эди. У вақтда ҳаракат тезлиги:

$$\vec{g} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t}; \quad (1)$$

(1) дан куринадики, вақт бирлигида ( $\Delta t = 1$ ) жисмнинг кучишига микдор жихатидан тенг булган катталиқ ( $|\vec{g}| = |\Delta \vec{S}|$ ) *тезлик* дейилади. Тезлик ҳам вектор катталиқ булиб, кучиш йуналиши буйича йуналган булади. У вақтда (1) – формула вектор куринадида куйидагича ифодаланади:

$$\vec{g} = \frac{\overrightarrow{\Delta S}}{\Delta t}, \quad (1^1)$$

Кузатиш жараёнида вақт утиши билан тезлик микдор жихатидан узгармайдиган ҳаракат *текис ҳаракат* дейилади. Аммо, табиатда жисмларнинг ҳаракат тезлиги узғариб туради. Бундай ҳаракат *узгарувчан ҳаракат* дейилади, яъни жисм бир хил вақт оралиқларида ҳар хил микдордаги масофаларни босиб утади. Бундай ҳаракатда (1)- тенглик ҳаракатнинг *уртача тезлигини* ифодалайди.

$$g_{yp} = \frac{\Delta S}{\Delta t},$$

Ҳаракат кузатиш давомида узлуксиз булгани учун бу тенгликнинг лимити мавжуддир:

$$\vec{g} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} g_{yp} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{ds}}{dt}. \quad (2)$$

Бу узгарувчан ҳаракатнинг *оний тезлигини* ифодалайди. (2) дан куринадики, ҳаракатнинг *оний тезлиги* масофа кучишидан вақт буйича олинган 1- тартибли дифференциалга тенг.

$$V_x = \frac{dx}{dt}; \quad V_y = \frac{dy}{dt}; \quad V_z = \frac{dz}{dt}; \text{- ихтиёрий нуктадаги тезлик.}$$

Ҳаракат узгарувчан булганда, бундай ҳаракатни характерлаш учун физик катталиқ - *тезланиш* тушунчаси киритилади. Тезланиш тезлик узғаришига тугри, унинг узғариши учун кетган вақт оралиғига тесқари пропорционал булган катталиқдир:

$$a = \frac{\Delta g}{\Delta t}, \quad (3)$$

Тезлик вектор катталиқ булгани учун тезланиш ҳам вектор катталиқ булиб, тезлик узғаришининг йуналиши буйича йуналган булади:

$$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{\Delta g}}{\Delta t}, \quad (3^1)$$

(3<sup>1</sup>) формуладан куринадики, *тезланиш* вақт бирлигида ( $\Delta t = 1$ ) тезлик узғаришига микдор жихатидан тенг булиб, тезлик узғаришининг йуналиши буйича йуналган физик катталиқдир. Кузатиш жараёнида бир хил вақт оралиғида тезлик узғариш бир хил булса, бундай ҳаракат *текис узгарувчан*



*харакат* дейилади. Бу вақтда тезланиш миқдори узгармайди. Аммо бундай ҳаракатлар ҳар доим ҳам булавермайди, яъни тезланиш узгариб туради. Агар тезланиш мусбат ( $a = \text{const} > 0$ ) қийматга эга бўлса, бундай ҳаракат *теқис тезланувчан ҳаракат*, манфий бўлса, ( $a = \text{const} < 0$ ) *теқис секинланувчан ҳаракат* ( $a=0$ ), теқис ҳаракат дейилади.

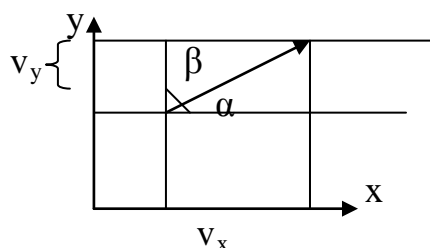
Теқис узгарувчан ҳаракатда тезликнинг узгариш вақт оралиғига катъий пропорционалдир. Аммо вақт узгариши жуда кичик бўлганда тезланишни узгармайди деб ҳисоблаш мумкин. Узгарувчан ҳаракатнинг ҳақиқай тезланишларини аниқлаш учун (3<sup>1</sup>) формуланинг вақт нольга интилгандаги лимитини оламиз.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} . \quad (4)$$

(4) дан куринадики, теланиш вақт бўйича олинган бир неча тартибли дифференциалга тенг. Агар (4) даги тезлик урнига (2)- формула орқали ифодасини келтириб қўйсақ, у қуйидаги курунишга эга:

$$a = \frac{d^2 S}{dt^2} \quad (4^1)$$

(4<sup>1</sup>) дан куринадики, тезланиш утилган масофадан вақт бўйича олинган икки тартибли дифференциалга тенг. (4) ва (4<sup>1</sup>) ҳаракатнинг оний (ҳар онники) тезланишни ифодалайди.



5- расм.

Тезлик ва тезланишларни координата уқлар бўйича ташкил этувчилар орқали ифодалаш мумкин. Тезликнинг ташкил этувчилари (5- расм) :

$$\left. \begin{aligned} v_x &= \frac{dx}{dt} = \frac{ds}{dt} \cos \alpha = v \cos \alpha, \\ v_y &= \frac{dy}{dt} = \frac{ds}{dt} \cos \beta = v \cos \beta, \\ v_z &= \frac{dz}{dt} = \frac{ds}{dt} \cos \gamma = v \cos \gamma \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Буларни ҳисобга олиб, тезлик миқдорини унинг ташкил этувчилари орқали қуйидаги формула орқали ҳисоблаш мумкин.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad (6)$$

тезланишнинг ташкил этувчилари эса

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2}, \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2 y}{dt^2}, \quad a_z = \frac{dv_z}{dt} = \frac{d^2 z}{dt^2} \quad (6^1)$$

Тезланишни сон қиймати

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (7)$$

формула ёрдамида хисобланади.

$$\left. \begin{aligned} a_x &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \\ a_y &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_y}{\Delta t} = \frac{dv_y}{dt} \\ a_z &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V_z}{\Delta t} = \frac{dv_z}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (7^1)$$

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{d^2 x}{dt^2}; \\ a_y &= \frac{d^2 y}{dt^2}; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} a_z &= \frac{d^2 z}{dt^2}; \\ a &= \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \end{aligned} \quad (8^1)$$

$$a = \frac{dv}{dt} = tga \quad (9)$$

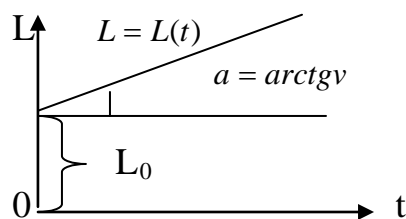
$$[a] = \frac{[v]}{[t]} = \frac{[L]}{[T^2]} = L^1 T^{-2} \quad (9^1)$$

**Тугри чизикли ҳаракат** Агар ҳаракат тугри чизикли ва текис булса, унда нукта тугри чизик буйича доимий тезлик билан ҳаракат қилади. Бошланғич вақтда моддий нукта тинч ҳолатда булган булса

$$S = 0; t = 0; \quad \text{унда } v = \frac{S}{t} \quad (10)$$

$$(11) \text{ га асосан } S = vt \quad (11)$$

Демак текис ҳаракатда босиб утилган йул вақтга нисбатан чизикли функциядир.



7- расм.

$$\alpha = \text{arctg} \frac{L}{t} = \text{arctg} v \quad (12)$$

$a > 0$  булса текис тезланувчан ҳаракат деб қаралади.  $a < 0$  булса текис секинланувчан ҳаракат деб қаралади.

Текис узгарувчан ҳаракатда тезланиш – доимий қийматга эга булади.  $a = 0$  доимий катталиқни белгиласак.

Унда

$$\frac{dv}{dt} = a \quad dv = a dt \quad (13)$$

$$\int dv = \int a dt \quad (14)$$

$$v = at + c_1 \quad (15)$$

Агар  $t = t_0$  булса  $v = v_0$   $v_0 = at_0 + c_1$  бу ерда

$$c_1 = v_0 - at_0 \quad (16)$$

(15) асосан  $C_1$  кийматини куйсак,

$$v = v_0 + a(t - t_0) \quad (17)$$

Текис узгарувчан харакатда тезлик вақтга нисбатан чизикли равишда узгаради. Расмга асосан

$$S = \frac{(0A + CB)}{2} oc = \frac{v_0 t + vt}{2}; \quad a = \operatorname{arctg} \frac{v}{t}; \quad (18)$$

$$v = v_0 + at; \quad \text{эканлигини хисобга олсак} \quad S = v \cdot t + \frac{at^2}{2};$$

$$\text{Агар бошлангич вақтда } t = 0; v_0 = 0; \quad S = \frac{at^2}{2}; \quad (19)$$

Текис узгарувчан харакат вақтида босиб утилган йул

$$\frac{ds}{dt} = v = v_0 + at,$$

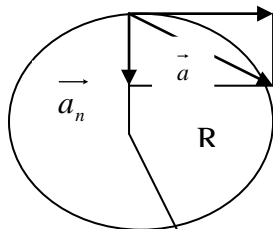
$$ds = (v_0 + at)dt,$$

$$S = \int (at + v_0)dt = \frac{at^2}{2} + v_0 t + c_2, \quad (20)$$

Бошлангич шартга асосан  $C_2 = 0$  доимийликни аниқлайлик.

$$t = 0; S = 0; C_2 = 0; \quad S = v_0 t + \frac{at^2}{2}; \quad (21)$$

Куп холларда тезланиш векторини иккита ташкил этувчига ажратиш мумкин



9- расм.

Улардан бири троекторияга уринма буйлаб йуналган булиб, унга уринма ёки тангенциал тезланиш дейилади:

$$a_T = \frac{\Delta V_T}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}; \quad (22)$$

Тезланишнинг иккинчи ташкил этувчиси троекторияга нормал буйлаб йуналган булиб, унга норма лёки марказга интилма тезланиш дейилади.

$$a_n = \frac{\Delta v_n}{\Delta t}, \quad (23)$$

Марказга интилма тезланиш тезлик квадратининг айланма радиусига булган нисбатига тенг:

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad (24)$$

$a_n$  - тезлик йуналишини узгаришини характерлайди

$a_T = 0$  - кандай харакат?

1.  $a_\tau = 0, a_n = 0$ , демак,  $a = 0$  тугри чизикли текис харакат
2.  $a_\tau = 0, a_n \neq 0$ , демак,  $a = a_n$  эгри чизикли текис харакат
3.  $a_n = const$ , айлана буйлаб текис харакат
1.  $a_\tau = 0, a_n = 0$ , холни юкорида курдик
2.  $a_n = 0, a_t \neq 0$ , тугри чизикли нотекис харакат
3.  $a_n = 0, a_t = a = const$ , тугри чизикли текис узгарувчан харакат

### Мухокама учун саволлар.

1. Узгарувчан ва узгармас харакат деганда нимани тушунаси?
2. Узгарувчан харакатнинг кандай турлари бор?
3. Тезланиш нима?
4. Кандай харакатларда тезланиш вақт утиши билан узгармайди, кандай харакатда узгаради?
5. Тугри чизикли текис узгарувчан харакатда жисмнинг бирор вақт оралигидаги уртача тезлиги кандай хисобланади?

### Назорат топшириклари.

2.1.1.1. Моддий нукта нима?

- а) Каралаётган холда шакл ва улчамлари хисобга олинмаса ҳам буладиган жисм.
- б) Каралаётган холда шакл ва улчамларини хисобга олинадиган жисм.
- в) Факат хажми хисобга олинадиган жисм.
- г) А ва В жавоблар тугри.
- д) Тугри жавоб йук.

2.1.1.2. Харакат тенгламалари  $x = 3t$ ,  $y = 6t$  булган моддий нукта ХОУ текисликда харакат килаётган булсин. Нуктанинг харакат траекториясини топинг.

- а) айланма харакат
- б) илгарилама харакат
- в) эгри чизикли харакат траекториясига эга
- г) моддий нукта харакат траекторияси координата бошидан утувчи тугри чизикдан иборат
- д) тугри жавоб йук.

2.1.1.3. ХОУ текисликда харакат килаётган моддий нуктанинг харакат тенгламалари  $x = 5\sin 10t$ ,  $y = 5\cos 10t$  булса, унинг харакат траекториясининг шакли кандай булади?

- а) элипс
- б) тугри чизик
- в) айлана
- г) парабола
- д) гиперболола

2.1.1.4. Тугри чизикли текис харакат килаётган жисм  $x_1 = 5$  м координатали холатдан  $x_2 = -3$  м координатали холатга утади. Жисмнинг кучишини топинг.

- а) -8м   б) 8м   в) 2м   г) -2м   д) 3м

2.1.1.5. Юкоридаги шарт учун жисмни йулини топинг.

- а) 8м   б) -8м   в) -2м   г) 2м   д) -3м

2.1.1.6. Хавода юкорига кутарилган болалар шари 16м баландликка кутарилган сунг унинг харакатига перпендикуляр эсаётган шамол шарни 12м га суриб кетди. Шарнинг босиб утган йулини топинг.

а) 16м    б) 12м    в) 28м    г) 20м    д) 8м

2.1.1.7. Тугри чизикли текис харакат килаётган жисмларнинг харакат тенгламалари мос равишда  $x_1 = 5t$  ва  $x_2 = -50 + 10t$  га тенг. Бу жисмлар качон ва каерда учрашади?

а)  $t = 10c$   
 $x = 50m$     б)  $t = 5c$   
 $x = 100m$     в)  $t = 2c$   
 $x = 10m$     г)  $t = 5c$   
 $x = 25m$     д)  $t = 3$   
 $x = 15m$

2.1.1.8. Фазода харакатланаётган моддий нуктанинг харакат тенгламалари

$\left. \begin{array}{l} x = 6 + 6t, \\ y = 10 + 8t, \\ z = -3 + 9t \end{array} \right\}$  курунишда булса, моддий нуктанинг тезлик векторини топинг.

а)  $\vec{v} = 6\vec{i} + 8\vec{j} + 9\vec{k}$     б)  $\vec{v} = 8\vec{i} + 6\vec{j} + 9\vec{k}$     в)  $\vec{v} = 9\vec{i} + 6\vec{j} + 8\vec{k}$     г)  $\vec{v} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$   
д)  $\vec{v} = 6\vec{i}$

2.1.1.9. Юкоридаги масала шарти учун моддий нукта тезлик векторининг модулини топинг.

а) 13,45 м/с    б) 1,345 м/с    в) 134,5 м/с    г) 1345 м/с    д) 0,1345 м/с

## 2.2- асосий савол

2.2. Айланма харакатда тезлик ва тезланиш.

### Укитувчи максоди:

2.1. Талабаларга айланма харакат хакида тушунча бериш.

2.2. Эркин тушуш тезланиши горизонтга кия отилган жисм харакат конунларини тушунтириш.

### 2.2- асосий саволга оид асосий муаммолар:

1. Айланма харакат тенгламаларининг богкликлиги.

2. Эркин тушушнинг жисм массасига боглик эмас эканлиги.

3. Горизонтга кия отилган жисмнинг асосий параметрлари орасидаги богланиш.

### Талабалар учун идентив укув максод:

2.1.1. Айланма харакат тенгламалари ва улар буйича тушунча бера олади.

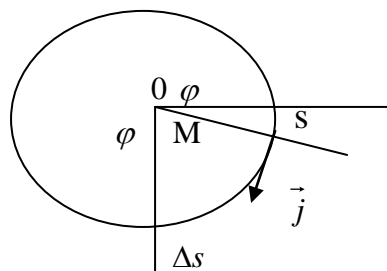
2.1.2. Эркин тушуш хакида тушунча бера олади.

2.1.3. Горизонтга кия отилган жисм харакати.

### 2.2- асосий саволнинг баёни:

#### Айланма харакат

Хар кандай каттик жисм айланма харакат килаётган вақтда кандайдир ук атрофида айланади.



10- расм.

Исталган  $M$  нуктани оладиган булсак, айланиш укидан  $R$  масофада жойлашган булсин. Каттик жисм харакат килаётганда  $M$  нукта доимий колади.

$$r = const ; \quad (1)$$

Харакат вақта хар кандай нуктанинг (босиб утган йули, тезлиги, тезланиши) каби характеристикасини куриб утадиган булсак,  $M$  нукта  $R$  харакатланувчи жисмда ётадиган булсин. Айланиш бурчаги жисмнинг  $\varphi$  ва босиб утилган йули  $S, Q$  тинч турган текисликка нисбатан оладиган булсак, стрелка йуналиш буйича жисм айланаётган булсин, у холда

$$S = R \cdot \varphi ; \quad (2)$$

$\Delta t$  вақт ичида жисм  $\Delta \varphi$  бурчакка бурилганлиги учун босиб утилган йул

$$\Delta S = R \cdot \Delta \varphi ; \quad (3)$$

Бу ифоданинг икки томонини хам  $\Delta t$  буладиган булсак, унда

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = R \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} ; \quad (4)$$

хосил булади. Бу ерда

$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = v$  -  $M$  нуктанинг чизикли тезлигини ифода килади. Агар харакат нотекис булса, бурчак тезликни куйидагича ёзиш мумкин:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} ; \quad (5)$$

Бундай катталикни жисмнинг айланиш вақтидаги бурчак тезлиги

$$1 \text{ айл} / \text{мин} = \frac{2\pi \text{ рад}}{60 \text{ сек}} = \frac{\pi \text{ рад}}{30 \text{ сек}} ; \quad (6)$$

(3) ва (4) асосланиб

$$V = R \cdot v ; \quad (7)$$

ёзиш мумкин.

Моддий нуктанинг айланма харакати яна иккита катталик билан, яъни айланиш частотаси  $\nu$  ва айланиш даври  $T$  билан характерланади. Айланиш частотаси  $\nu$  бир секунд вақт ичида буладиган тула айланишлар сонини ифодалайди. Айланиш даври эса бир марта тула айланиш учун кетган вақтни билдиради.

Агар моддий нуктанинг бурчак тезлиги узгарувчан булса, бурчак тезланиш

$$\varepsilon = \frac{v_t - v_0}{t} ; \quad (8)$$

оркали аникланади. Агар харакат нотекис узгарса, бурчак тезланиш жуда кичик вақт оралиги учун хисобланади.

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} ; \quad (9)$$

Агар  $v = \frac{d\varphi}{dt}$  эканлигини эътиборга олинса

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} ; \quad (10)$$

келиб чиқади. Юкоридаги усул сингари бурчак тезланиш  $\varepsilon$  билан чизикли тезланиш  $a$  орасидаги боғланишни топиш мумкин:

$$a_t = \varepsilon R; \quad (11)$$

Бурчак тезланиш  $\text{град}/\text{с}^2$  хамда  $\text{рад}/\text{с}^2$  бирликларда улчанади. Нормал тезланиш учун

$$a_H = v^2 R; \quad (12)$$

Моддий нуктанинг айлана буйлаб текис узгарувчан харакатида куйидаги муносабатлар уринли:

$$v = v_0 + \varepsilon t; \quad \varphi = v_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad (13)$$

бу ерда  $v_0$  - бошлангич бурчак тезлик.

$$v = \frac{1}{T} = \frac{2\pi}{T} \ddot{\varphi} \text{ки} T = \frac{2\pi}{v}; \quad (14)$$

### Жисмнинг эркин тушиши

Жисмларнинг Ер тортишиш кучи таъсири остида хавосиз фазода тушиши эркин тушиш дейилади. Галилей 1590 йилда Италиянинг Пиза шаҳрида огир жисмларни огма минорадан ташлаб куриб, куйидаги хулосага келган:

1. Эркин тушаётган жисмларнинг тезликлари уларнинг масофаларига боғлиқ эмас.
2. Жисмларнинг эркин тушиши текис тезланувчан харакатдир.
3. Хамма жисмлар эркин тушиш вақтида бирдек тезланиш билан тушади.

Бу тезланишга эркин тушиш тезланиш дейилади.

Ньютон хавоси суриб олинган шиша най ичида турли массага эга булган жисмларни жойлаштириб, уларни эркин тушишини тажрибада урганди. Бу тажрибалар натижасида Ньютон куйидаги хулосаларни чикарди: Бушликда барча жисмлар баравар тушади. Эркин тушиш тезланиш  $g$  харфи билан белгиланиб  $g=9,8\text{м}/\text{с}^2$  га тенг. Ернинг шакли сфероид куринишга эга. Ернинг катта ярим уки (экваторда)  $R_0 = 6378,245\text{м}/\text{с}$ , кичик ярим уки эса (кутбда)  $R_k = 6356,830\text{ км}$  га тенг. Кутбда  $g_k = 9,8324\text{м}/\text{с}^2$  ва экваторда  $g_s = 9,7805\text{м}/\text{с}^2$  киймат кабул килади. Тошкент учун  $g = 9,8008\text{м}/\text{с}^2$  га тенг,  $g = 9,80665\text{м}/\text{с}^2$  булган эркин тушиш тезланиши нормал тезланиш хисобланади. Эркин тушаётган жисмнинг харакати текис тезланувчан булгани учун куйидаги тенгламаларга буйсунади:

$$V = V_0 + gt$$

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

бу ерда  $h$ - баландлик. Агар бошлангич тезлиги  $V_0 = 0$  булса

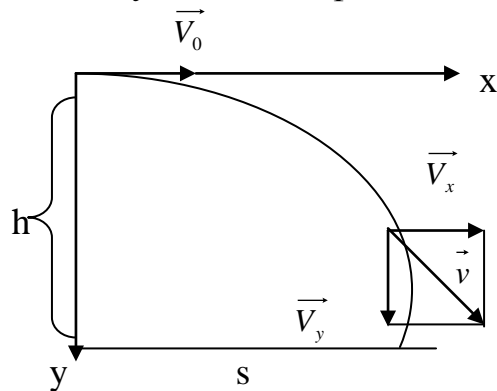
$$V = gt$$

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

тенглама хосил булади.

### Горизонтал отилган жисмнинг харакати

Агар координаталар системасини расмдагидек танласак, у холда жисм тезлиги проекцияси куйидагича ифодалаш мумкин.



11- расм.

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

Жисмни  $x$  ва  $y$  координаталарини вақт функцияси сифатида олинса

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

деб ёзиш мумкин. Бу тенгламалардан  $t$  ни йукотиб, траектория тенгламасини топамиз.

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

хосил булади. Бу координата бошидан утувчи парабола тенгламасидир. Демак, горизонтал отилган жисм парабола буйича ҳаракат қилади, жисмнинг отилиш баландлиги  $h$  ва учиш узоклиги  $s$  куйидаги формула орқали топилади:

$$h = \frac{gt^2}{2} - \text{отилиш баландлиги}$$

$$S = V_0 t - \text{учиш узоклиги}$$

Бирор баландликдан горизонтал отилган жисмнинг  $t$  вақтдан кейинги тезлиги куйидагича ҳисобланади:

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

Бурчак тезлик проекциялари орқали куйидагича аниқланади:

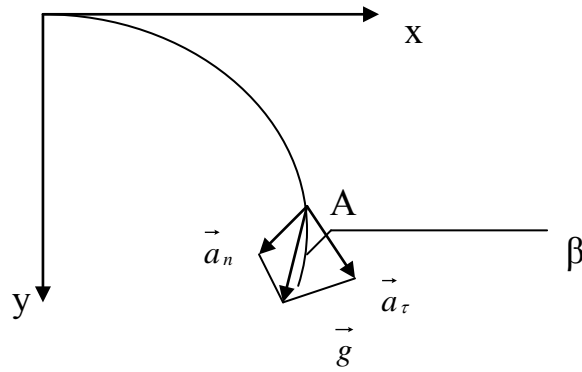
$$\left. \begin{aligned} \text{tga} &= \frac{V_y}{V_x} = \frac{gt}{V_0}, \\ \cos a &= \frac{V_x}{V} = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}} \end{aligned} \right\};$$

Марказга интилма ва тангенциал тезланишлар мос равишда:

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

эканлиги келиб чиқади.





12- расм.

11- расмдаги  $\alpha$  ва 12 – расмдаги  $\beta$  бурчаклар  $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$  га тенг булганлигидан:

$$\left. \begin{aligned} \cos d &= \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \sin \beta = \frac{V_0}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}}, \\ \sin d &= \sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \cos \beta = \frac{V_y}{V} = \frac{gt}{\sqrt{V_0^2 + (gt)^2}} \end{aligned} \right\}$$

булади. Буларни  $a_n$  ва  $a_T$  га куйсак

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

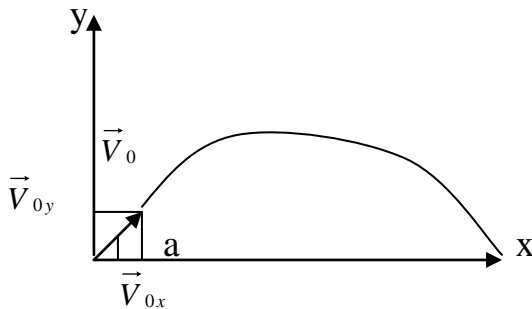
ифода юзага келади. Шунни такидлаш керакки, жисм пастга тушган сари бу тезлик камаяди.

$$\vec{a}_n + \vec{a}_T = \vec{g} \text{ ёки } \sqrt{a_n^2 + a_T^2} = g \text{ булади.}$$

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

### Горизонтга нисбатан бурчак остига отилган жисм харакати

Санок системасини 13- расмда курсатилгандек танланса жисм тезлигини ташкил этувчилари:



13-расм.

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

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

Жисмнинг  $x$  ва  $y$  координаталарини вақтнинг функцияси сифатида куйидаги шаклда ёзиш мумкин.

$$\begin{cases} x = V_x t = V_0 t \cos d, \\ y = V_{0y} t - \frac{gt^2}{2} = V_0 t \sin d - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Бундан  $t$  ни йукотиб жисмнинг траекториясини топиш мумкин:

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

Бу формуладаги  $x$  ва  $x^2$  олдидаги коэффициентлар узгармас, катталиқ булгани учун уларни мос равишда  $k$  ва  $b$  орқали белгиласак,  $y = kx - bx^2$  ифода курунишига келади. Бу парабола тенгламаси, траекториянинг энг юкори нуктаси  $V_y = 0$ ,  $V_0 \sin a - gt = 0$ , бунда жисм траекториясининг энг юкори нуктасига кутарилишига кетган вақт  $t_k = \frac{V_0 \sin a}{g}$  га тенглиги келиб чиқади.

Жисмнинг максимал кутарилиши  $h = V_{0y} t_k - \frac{gt_k^2}{2} = V_0 t_k \sin d - \frac{gt_k^2}{2} = \frac{V_0^2 \sin^2 d}{2g}$  га тенг, яъни

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

Шунинг учун горизонтал кия отилган жисм ерга  $t = 2t_T = 2t_k$  вақтдан сунг кайтиб тушади, яъни  $t = \frac{2V_0 \sin d}{g}$  га тенг булади. Жисмнинг учиш узоклигини

хисоблашда  $S = V_x t = v_0 \cos d \cdot \frac{2V_0 \sin d}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2d}{g}$  ифодадан фойдаланилади.

Агар жисмнинг максимал баландликка кутарилиш вақти  $t_*$  маълум булса, энг юкори нуктага кутарилиш баландлиги:

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

Траекториянинг энг юкори нуктасида тезлик вектори  $\vec{V}$  унинг йуналишини аниқлаймиз. У жойда  $V_y = 0$  булгани учун  $tg\beta = \frac{V_y}{V_x} = 0$ , бундан  $\beta = 0$  траекториянинг энг юкори нуктасида жисмнинг тезлиги горизонтал йуналади

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

га тенг, яъни у минимал булади, тезланиш эса  $a = a_n = g$  га тенг булади. Тушиш нуктасида тезликнинг йуналиш ва катталигини аниқлайлик. Жисм кайтиб тушгунча кетган вақт  $t$  ва  $V_y = V_{0y} - gt = V_0 \sin a - gt$  ифодадан, тушиш нуктасида  $V_y = -V_0 \sin a$  эканини топамиз. Бу нуктадаги тезликни йуналишини аниқловчи  $\gamma$  бурчак куйидаги муносабатдан топилади:

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

бундан  $\gamma = -a$  эканлиги келиб чиқади. Тушиш нуктасидаги жисмнинг тезлиги

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

булади. Троекториянинг энг юкори нуктасининг эгрилик радиуси  $R$  кандай хисобланишини куриб чикайлик. Бу нуктада марказга интилма тезланиш

эркин тушиш тезланишга тенг булади, яъни  $a_n = g$ . Уз навбатида  $a_n = \frac{V_x^2}{R}$

булганлигидан,  $V_x = \sqrt{gR}$  деб ёзиш мумкин. 13 – расмдан фойдалансак

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

Бундан

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

топиш мумкин.

### Муҳокама учун саволлар:

1. Тугри чизикли текис узгарувчан ҳаракатдаги йул ва координата графиклари кандай чизикдан иборат булади.
2. Текис узгарувчан ҳаракат учун йул, тезлик ва тезланишлар орасидаги боғланиш ифодасини келтириб чикаринг.
3. Жисмнинг эркин тушиши деб нимага айтилади?
4. Юкорига тик отилган жисм траекториясининг энг юкори нуктасида тезлиги нимага тенг?
5. Горизонтал отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси кандай чизикдан иборат?

### Мустақил иш топшириклари:

#### 5- топширик.

2.5.1. Сферик координаталар системасидан Декарт координаталар системасига утишни тушунтиринг.

2.5.2. Цилиндрик координата системасидан Декарт координата системасига утишни келтириб чикаринг.

2.5.3. Моддий нуктанинг Декарт, сферик ва цилиндрлик системадаги координатасини ёзинг.

#### 6- топширик.

2.6.1. Моддий нуктанинг чизикли ҳаракат кинематикасини асосий параметрларини келтириб чикаринг.

2.6.2. Узгармас тезланиш билаен жисм ҳаракатини келтириб чикаринг.

2.6.3. Моддий нуктанинг ҳаракатида кинематик характеристикаларнинг турли санок системасидаги кийматини келтириб чикаринг.

#### 7- топширик.

2.7.1. Моддий нуктанинг айланма ҳаракатида кинематик катталикларни келтириб чикаринг.

2.7.2. Моддий нукта тебранма ҳаракат тенгламаларини келтириб чикаринг.

**Ушбу топширик саволларга куйидаги адабиётлардан жавоблар топасиз:**

[1] 24-59 бетлар.

[2] 10-22 бетлар.

[3] 13-22 бетлар.

**Назорат топшириклари:**

2.1.1.1. Текис харакатни таърифланг.

- а) Текис харакатда жисмнинг тезлиги вақт буйича узгаради.
- б) Жисмнинг тезлиги узгармай тезланиши узгарадиган харакат.
- в) Жисмнинг тезлиги вақт буйича узгармайди.
- г) Б ва В жавоблар тугри.
- д) А ва В жавоблар тугри.

2.1.1.2. Текис тезланувчан харакатда йул формуласини топинг.

а)  $S = V_0t + \frac{at^2}{2}$     б)  $S = V_0t + at$     в)  $S = Vt + \frac{at^2}{2}$     г)  $S = Vt - \frac{at^2}{2}$     д)  $S = V_1t + \frac{at^2}{2}$

2.1.1.3. Қандай харакат текис айланма харакат дейилади?

- а) Тенг вақтлар оралигида радиуснинг буралиш бурчаги узгармай қоладиган харакат.
- б) Радиуснинг бурилиш бурчаги узгарадиган харакат.
- в) Тенг вақтлар оралигида тезланиш узгарадиган харакат.
- г) Б ва В жавоблар тугри.
- д) тугри жавоб йук.

2.1.1.4. Ернинг суткалик айланишида экватор нуқталарнинг чизикли тезликлари қандай?

а) 4650 м/с    б) 465 м/с    в) 46,50 м/с    г) 4,650 м/с    д) 46500 м/с

2.1.1.5. Юқоридаги масала шартига асосан бурчак тезликини аниқланг.

а)  $7,3 \cdot 10^{-5} C^{-1}$     б)  $73 \cdot 10^{-5} C^{-1}$     в)  $7,3 \cdot 10^{-8} C^{-1}$     г)  $7,3 \cdot 10^{-6} C^{-1}$     д)  $7,3 \cdot 10^{-3} C^{-1}$

2.1.1.6. Жисм 40 м/с тезлик билан горизонтал отилган. Жисмнинг 3с дан кейинги марказга интилма тезланиши топилсинг.

а)  $8 \text{ м/с}^2$     б)  $10 \text{ м/с}^2$     в)  $5 \text{ м/с}^2$     г)  $12 \text{ м/с}^2$     д)  $3 \text{ м/с}^2$

**Лаборатория ишлари: №1**

*Узунликни улчайдиган асосий асбоблар билан танишиш*

Ажратилган соат - 4 соат

Машгулот тури – лаборатория

**Уқитувчи максоди:**

Талабаларни узунликни улчайдиган асбоблар билан таништириш ҳамда уларда ишлаш малакасини хосил қилиш.

**Талабалар учун идентив укув максадлари:**

- 2.1.1. Лаборатория асбобларининг вазифасини тушунтири оладилар ва машгулотни бажаришда техника хавфсизлигига риоя қиладилар.
- 2.1.2. Нониус турларини билади ва улардан фойдалана олади.
- 2.1.3. Микрометр ва штангенциркульнинг вазифасини билади ҳамда ундан фойдаланиб улчаш қодаларини изохлай қиладилар.
- 2.1.4. Улчашдаги абсолют ва нисбий хатоликларнинг қийматини аниқлай оладилар.

[1] адабиётдан лаборатория ишини бажариш тартиби усулини ва ҳисоблашни уқиб урганг.

**Ишни бажариш тартиби:**

- 2.1. Хар хил катталиқдаги 5 дона цилиндрнинг хажмлари топилсин.
- 2.2. Штангенциркуль ёрдамида хар бир цилиндрнинг диаметр ива баландлиги 5 марта такрор улчаб, уртача киймати топилсин.
- 2.3. Хажм формуласидан цилиндр хажми топилади.
- 2.4. Уртача хажм киймати топилади.
- 2.5. Юкорида курсатиб утилган бандлар микрометр билан улчаб хажмлари топилади.
- 2.6. Штангенциркуль билан улчашдаги абсолют ва нисбий катталиқларни микрометр билан улчашда чиккан абсолют ва нисбий хатоларга солиштиринг.

### Керакли адабиётлар:

1. Муминов М, Хайдаров Х. Физикадан лаборатория ишлари учун кулланма. Т: Укитувчи. 1971 й. 4-43 бетлар.
2. Иверенова Д.И. Физикадан практикум. Механика ва молекуляр физика Т: Укитувчи. 1973 й.

### 1-амалий маш\улотлар:

#### Мавзу: Тугри чизикли харакатлар.

Ажратилган соат- 4 соат.

Машгулот тури – амалий.

#### Укитувчи максади:

2.1. Моддий нуктанинг харакат тенгламаларига оид масалалардан ечиш.

#### Талабалар учун идентив укув максади:

- 1) Моддий нукта траекториясини аниклай олади.
- 2) Моддий нукта тезлиги ва тезланишини хисоблай олади.

#### 2.1. масала

Моддий нуктанинг координатаси вақт утиши билан 
$$\left. \begin{array}{l} x = 4t \\ y = 3t \\ z = 0 \end{array} \right\} \text{ конун буйича}$$

узгаради. Моддий нуктанинг бошлангич холатга нисбатан вақт утиши билан босиб утган йулини, аникланг. 5с дан кейин моддий нукта канча йулни утади?

Ечиш:

Иккинчи ифодадан  $t = \frac{y}{3}$  ни топиб, биринчи ифодага куйсак

$$x = 4 \frac{y}{3} \Rightarrow 4y = 3x \Rightarrow 4y - 3x = 0 \Rightarrow y = \frac{3}{4}x$$

хосил булади. Бу тугри чизик тенгламасидир. Демак моддий нукта тугри чизик буйича харакат килади.

$t=0$  да  $x=0$ ;  $y=0$  булади.  $t=5с$  эса  $x=20$ ;  $y=15$ .

$$S = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{16t^2 + 9t^2 + 0^2} = \sqrt{25t^2} = 5t .$$

$$S = 5 \cdot 5 = 25м.$$

2.2. Моддий нуктанинг харакат тенгламаси  $x = 4t^2 + 2$ ;  $y = 6t^2 - 3$ ;  $z = 0$ . Йулга боғланиш графигини аникланг.

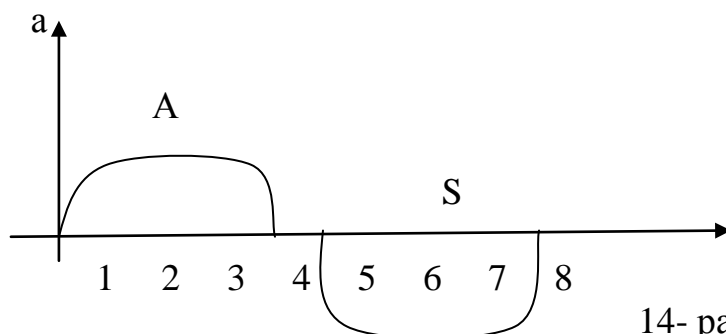
Ечиш

$t^2 = \frac{x-2}{4}$  ни иккинчи тенгламага куйсак

$$y = 3 \frac{x-2}{2} - 3 \Rightarrow y = \frac{3x-6}{2} - 3 = \frac{3x}{2} - 3 - 3 = \frac{3x}{2} - 6 \text{ ёки } 2y = 3x - 12$$

$3x - 2y = 12$ ,  $x$  у текислигида бошлангич нукталари  $x_0 = 2$ ,  $y_0 = -3$ .

**2.3.** 14- расмда жисмнинг тезланиш билан босиб утилган йул графиги келтирилган. а) Алохида олинган қисмлардаги ҳаракат характери қандай? б) Абецисса уки билан чегараланган юзанинг физик мазмуни қандай булади? в) Жисмнинг бошлангич ва охириги тезлиги хақида нимани айтиш мумкин, агар А ва В юзалар тенг булса.



14- расм.

Ечиш:

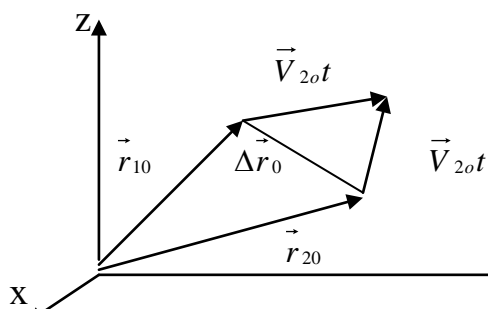
*Биринчи саволга жавоб бериш учун* графикни алохида қисмларга ажратамиз. у 14-расмда пунктир билан белгиланган. 4 сохада  $a=0$ ;  $v=\text{const}$ ; 1 ва 3 сохада  $a>0$ - ҳаракат тезланувчан; 5,7 сохада  $a<0$ - ҳаракат секинланувчан; 2 ва 6 сохада  $a=\text{const}$ , шунинг учун 2 соха текис тезланувчан ҳаракат, 6 соха текис секинланувчан.

*Иккинчи саволга жавоб бериш учун* аввал  $as$  катталиқ қандай физик маънога эга эканлигини қараб чиқамиз (2 ва 6 сохадаги юза текис узгарувчан ҳаракатдир). Агар  $a=\text{const}$  булса,  $s = V_0 t + \frac{at^2}{2}$  булади. Бу ерда  $t = \frac{V - V_0}{a}$

булади, унда  $s = \frac{V_0(V - V_0)}{a} + \frac{(V - V_0)^2}{2a} = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$ ,  $a \cdot s = \frac{V^2 - V_0^2}{2}$  тенг булади, яъни абцисса уки билан текис узгарувчан ҳаракат соҳаси,  $V_k^2 - V_H^2$  тезликлар квадратининг фарқининг ярмига тенг булади. Элементар юза эгри сиртда (S)  $d\sigma = ads = aVd$  ва  $a = \frac{dV}{dt}$  булганлиги учун  $d\sigma = VdV$  булади. Тулик юза эгри сиртда а (S)

$$\sum_{i=V_H}^{V_k} VdV = \int_{V_H}^{V_k} vdv = \frac{V_k^2 - V_H^2}{2} \text{ булади.}$$

**2.4.** Иккита 1 ва 2 зарралар  $\vec{V}_1$  ва  $\vec{V}_2$  доимий тезлик билан ҳаракат қилмоқда, уларнинг радиус-векторлари бошлангич вақтда  $\vec{r}_{10}$  ва  $\vec{r}_{20}$ . Зарралар узаро бир-бирлари билан тукнашганда, бу туртта вектор қандай муносабатда боғланган?



15- расм.

Зарраларнинг бошлангич вақт орасидаги масофа вектор модули

$$\vec{r}_{20} - \vec{r}_{10} = \vec{\Delta r}_0,$$

икки заррача  $\Delta t$  вақтдан сунг учрашади, радиус – векторлари зарралар учун мос келадиган киймати,  $\vec{r}_1 - \vec{r}_2$

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{10} + \vec{V}_{10}t,$$

$$\vec{r}_2 = \vec{r}_{20} + \vec{V}_{20}t.$$

учрашиш шарти

$$\vec{r}_{10} + \vec{V}_{10}t = \vec{r}_{20} + \vec{V}_{20}t$$

ёки

$$\vec{\Delta r}_0 = (\vec{V}_2 - \vec{V}_1)t$$

булади. Бундан  $\vec{\Delta r}_0$  векторнинг йуналиши  $\vec{\Delta V} = (\vec{V}_2 - \vec{V}_1)$  вектор билан бир хил йуналишда булади. Зарралар учрашса

$$\frac{|\vec{\Delta r}|}{|\vec{\Delta r}|} = \frac{|\vec{\Delta V}|}{|\vec{\Delta V}|} \quad \text{ёки} \quad \frac{|\vec{r}_{10} - \vec{r}_{20}|}{|\vec{r}_{10} - \vec{r}_{20}|} = \frac{|\vec{V}_2 - \vec{V}_1|}{|\vec{V}_2 - \vec{V}_1|}.$$

булади.

### Модул буйича якуний машгулот:

Физика фанидан 1 модул буйича куйидаги хулосаларга келиш мумкин.

1. Билим ва тажрибаларнинг кенгайиши ва чуқурлашиши илмий текширишлар табиатининг янгидан-янги сирларини очади.
2. Фан таракиётида ходисаларни урганиш кузатиш ва тажриба бирдан-бир йул эмас. Лекин тажриба хал килувчи ролни йунайди.
3. Физика фанида илмий кузатиш, тажриба утказиш вақтида керакли микдорда мумкин қадар аниқ улчаб, тугри хулоса чиқаришни талаб этади.
4. Физикада назарий ва гипотезанинг кейинги кузатиш ва тажрибалардан тасдиқланмай қолиши холлари куп булган.

### Мавзу буйича ечимини кутаётган илмий муаммолар:

1. Кинематика нуктаи назардан, ҳаракатни юзага келтирувчи сабаблар ҳисобга олинмаса, ҳар қандай ҳаракат нисбий булади. Бунда ҳамма санок системалари тенг кучлидир. Уларни кузгалмас деб ҳисоблаш мумкин.
2. Ҳаракат кинематикасининг ҳамма турлари: илгарилама, айланма, эгри чизикли ва тебранма холлар учун физик моделлар киритилди. Бу модел – моддий нукта тушунчасидир.

**Адабиётлар.**

1. С.П. Стрелков. Механика. Наука. М. 1975 г.
2. Ч. Киттель. В. Найти М. Рудерман. Механика. Наука. М. 1983 г.
3. Д.Джанколи. Физика. Том -1. Мир. М. 1989 г.
4. Д.П. Сивухин. Умумий физика курси. 1- том. Механика. 1981 й. Т.У.7-24 бетлар.
5. У.К. Назаров, Х.З. Икромов, К.А. Турсунметов «Умумий физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1992 й. 3-8, 274-278 бетлар.
6. О. Ахмаджонов «Физика курси» Механика ва молекуляр физика Т.Укитувчи. 1987 й. 3-12 бетлар.



## Модул №2

**Мавзу: Ньютон конунлари.**

**Ажратилган соат – 4 соат.**

**Маш\улот тури – маъруза.**

### Асосий савол:

- 1.1. Ньютон классик механикаси. Ньютон конунлари.
- 1.2. Эластиклик кучи.

### Таянч суз ва иборалар:

Механика	динамика
Классик механика	махсус нисбийлик назарияси
Квант механикаси	релятивистик механика
Инерция	инерциал санок системаси
Галилей алматиришлари	инертлик
Масса	эталон
Зичлик	куч
Эластиклик	огирлик
Ишқаланиш	тенг таъсир этувчи куч
Бикрилик	деформация
Пластиклик	

### Мавзуга оид асосий муаммолар:

- 1.1. Динамиканинг асосий вазифаси. Куч ва узаро таъсирнинг муносабати.
- 1.2. Ньютон конунлари вужудга келтирувчи сабабларни аниқлаш муаммоси. Масса, тезланиш ва куч орасидаги узаро боғланиш.
- 1.3. Эластиклик кучини вужудга келтирувчи сабаблар муаммоси. Ньютон конунлари ва ва нисбийлик принципи орасидаги боғланиш.

### 1.1- асосий савол.

- 1.1. Динамиканинг асосий вазифаси. Ньютон конунлари.

### Уқитувчи максоди:

- 1.1. Талабаларга моддий нукта моделини Ньютон конунлари асосида тушунтириш.
- 1.2. Ньютон 1-конуни ва Галилей конунларини эквивалент эканлигини тушунтириш.

### 1.1- асосий саволга оид муаммолар.

- 1.1. Ньютоннинг конунлари тадбик қилиниш чегараси.
- 1.2. Галилей ва Лоренц алмаштиришларидаги фарк.

### Талабалар учун идентив укув максадлари:

- 1.1. Динамика ҳақида маълумот бера олади ва моддий нукта моделини тасаввур қилади.
- 1.2. Ньютоннинг 1,2,3- конунлари ҳақида тушунча бера олади.
- 1.3. Масса, куч, зичлик ҳақида маълумот бера олади.

### 1.1- асосий саволнинг баёни:

#### Динамиканинг асосий вазифаси

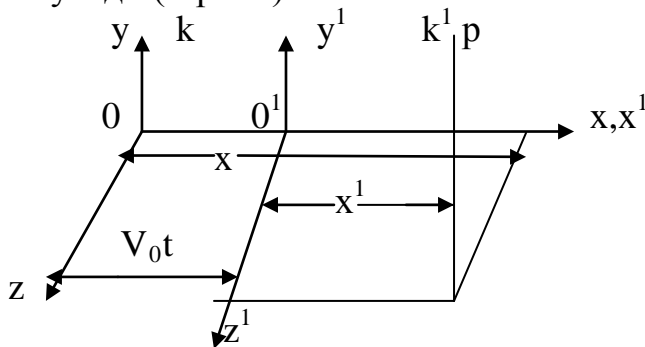
Механиканинг жисм харакатини уни вужудга келтираётган сабаблар билан боғлиқ равишда урганадиган қисми *динамика* дейилади.

Динамиканинг асосчиси инглиз олими Исаак Ньютондир. Ньютон номи билан бу конунлар юритилади. Ньютон конунига асосланган механика Ньютон механикаси ёки классик механика дейилади. Аммо фаннинг ривожланиши натижасида классик механика тушунтириб бера олмайдиган далиллар пайдо булди. Уларни тушунтира оладиган махсус нисбийлик назарияси ва квант механикаси пайдо булди. 1905 йилда А. Эйнштейн яратган махсус нисбийлик назарияси классик механикани қайтатан куриб чиқишни такоза этди. Бу эса катта тезликлар механикаси, яъни релятивистик механиканинг яратилишига олиб келди.

**Ньютоннинг биринчи конуни:** *агар жисмга бошқа жисмлар таъсир этмаса, у узининг тинч ёки тугри чизикли текис харакат холатини сақлайди. Бу конундан, агар жисмга бошқа жисмлар таъсир этмаса, у катталиги ва йуналиши жихатидан узгармас тезлик билан харакат килади, деган хулоса келиб чиқади. Тинчлик ҳам харакатнинг тезлиги ( $V=0$ ) нольга тенг булган хусусий холи, деб қаралади. Хар иккала холда ҳам тезланиш йук ( $a=0$ ). Агар берилган жисмга бошқа жисмлар таъсир этмаса, у тезланишсиз харакат килади. Жисмнинг тинч ёки тугри чизикли харакат холатини сақлаш хусусиятини инерцияси дейилади. Инерция – материянинг энг умумий хусусиятларидан биридир. У жисмнинг қандай ва қаерда булишидан қатъи назар ҳамма жисмларга хос хусусиятдир. Ньютоннинг I- конуни бажариладиган санок системалари инерция санок системалари дейилади. Ньютоннинг I- конуни бажарилмайдиган санок системалари ноинерциал ёки инерциал булмаган санок системалари дейилади.*

### Галилейнинг механикадаги нисбийлик принципи

Бир-бирига нисбатан узгармас  $\vec{V}_0$  тезлик билан харакатланаётган иккита санок системасини куриб чикайлик. Бу санок системаларидан бирини К деб белгилаб, уни шартли равишда қузгалмас санок системаси деб ҳисоблаймиз. Иккинчи санок системасини  $K^1$  деб белгиланса, у К санок системасига нисбатан тугри чизикли текис харакат килади. К ва  $K^1$  санок системаси координаталари шундай танланадики, бунда  $x$  ва  $x^1$  уқлар бир-бири билан устма-уст тушади,  $y$  ва  $y^1$ ,  $z$  ва  $z^1$  уқлари эса бир-бирига параллел булади (1-расм).



1-расм.

Р нукта К санок системасидаги координатаси  $P(x, y, z)$ ,  $K^1$  санок системасида  $P(x^1, y^1, z^1)$  булади. Бу координаталар орасидаги боғланишни куриб

чикайлик. Вакт хисоби 2- санок системаси координата бошлари устма-уст тушган вақтда

$$\left. \begin{aligned} x &= x^1 + v_0 t \\ y &= y^1 \\ z &= z^1 \\ t &= t^1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

га тенг булади. (1) ифода *Галилей алмаштиришлари* дейилади. Галилей алмаштиришлари урганилаётган нуктанинг тезлиги С дан кичик булганда уринли нуктанинг тезлиги С га яқинлашганда бу алмаштириш Лоренц алмаштиришларига утади. (1) дан хосила олинса, Р нуктанинг К ва К<sup>1</sup> системаси орасидаги муносабат хосил қилинади.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{dx^1}{dt} + V_0; V_x = V_x^1 + V_0 \\ \frac{dy}{dt} &= \frac{dy^1}{dt}; V_y = V_y^1 \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{dz^1}{dt}; V_z = V_z^1 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Моддий нуктанинг турли инерциал санок системаларига нисбатан тезлиги турлича булади.

$$\vec{V} = \vec{V}^1 - \vec{V}_0 \quad (3)$$

(3) дан вақт буйича хосила олинса

$$\left. \begin{aligned} \frac{dv_x}{dt} &= \frac{dv_x^1}{dt}; a_x = a_x^1 \\ \frac{dv_y}{dt} &= \frac{dv_y^1}{dt}; a_y = a_y^1 \\ \frac{dv_z}{dt} &= \frac{dv_z^1}{dt}; a_z = a_z^1 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Моддий нуктанинг тезланиши К ва К<sup>1</sup> санок системасида бир хил булади.

*Динамик тенгламалар бир инерциал санок системасидан иккинчисига утганда узгармайди. Бундай принципга Галилейли механикасидаги нисбийлик принципи* дейилади. *Жисмнинг бошка жисмлар билан таъсирлашмаган вақтидаги уз тезликларини саклаш хоссаси инертлик дейилади. Жисм массаларнинг инертлик улчовини характерловчи катталиқ жисмнинг массаси дейилади. Жисмда бор булган модда микдори ҳам масса деб аталади.* Жисмнинг инертлиги канча катта булса, у шунча куп массага ва шунча кичик тезликка эга булади. Узаро таъсирлашаётган икки жисм тезланишлари модулларининг нисбати улар массаларининг тескари нисбатига тенг.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_1}{m_2}. \quad (5)$$

бундан

$$m_2 = \frac{a_1}{a_2} m_1, \quad (6)$$

топилади. Бу ерда  $m_1$ - эталон массали жисм,  $a_1$ - эталоннинг тезланиши. 1899 йилда масса бирлиги килиб 1 кг қабул қилинган. *У сон жихатдан Северда (Париж) сакланадиган платина цилиндрнинг массасига тенг.* Масса паллали тарозида улчанади. Паллали тарозида

$$\begin{aligned} a_1 &= g_1 = a_2 = g_2 = g; \\ m_2 &= \frac{g_1}{g_2} m_1 \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = \frac{g}{g} = 1; \\ m_2 &= 1 \cdot m_1 \end{aligned}$$

булганлигидан, массалар узаро тенг булади.

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = \sum_{i=1} m_i. \quad (7)$$

Массанинг *оддитивлик шарт*и дейилади. *Зичлик жисм массасини унинг хажми билан боғланишини ифодалайди.*

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (8)$$

Зичлик СИ системасида  $1 \text{ кг/м}^3$  бирлик билан улчанади.

**Ньютоннинг иккинчи қонуни:** Жисмнинг тезланиши- бу жисмга бошқа жисмлар курсатган таъсирнинг натижасидир. Бир жисмнинг иккинчи жисм тезлигининг узғаришига, яъни унинг тезланиш олишга сабабчи булган таъсирни характерловчи катталик куч дейилади. Кучлар: эластик, огирлик, ишқаланиш, электр ва магнит турларга булинади. Механикада эластиклик, огирлик ва ишқаланиш кучлари урганилади. Аравачага таъсир этаётган кучни динамометр курсатишга караб аникланади. Тажриба натижаларига асосан

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{F_1}{F_2}, \quad (9)$$

ёзилади. Аравача ва ундаги юкларнинг тезланиши уларнинг массасига тесқари пропорционалдир.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_1}{m_2}. \quad (10)$$

(9) ва (10) умумлаштириб, қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (11)$$

Бу ифода Ньютоннинг II – қонуни дейилади. Жисмнинг тезланиши жисмга таъсир этувчи кучга тугри пропорционал ва жисм массасига тесқари пропорционал. Жисмга таъсир этувчи куч вектор катталик хисобланади.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (12)$$

$$F = ma \Rightarrow 1H = 1\text{кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}. \quad (13)$$

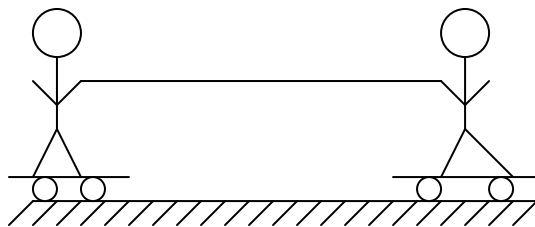
Бу формула СИ системасидаги улчов бирлигидир. Кучнинг катталиги жисм массаси билан тезланишнинг қупайтмасига тенг. Жисмга таъсир қилаётган

барча кучларнинг таъсирини алмаштирувчи ягона кучга тенг таъсир этувчи куч дейилади. У жисмга таъсир этаётган ҳамма кучларнинг вектор йигиндисига тенг булади.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i. \quad (14)$$

Агар жисмга бир вақтнинг узида бир неча куч таъсир этса, ҳар бир кучнинг таъсирини бошқа кучларнинг боғлиқ булмаган ҳолда алоҳида куриш мумкин. Бунга жисмга таъсир этаётган кучларнинг мустикаллик принципи дейилади.

**Ньютоннинг учинчи қонуни:** Таърибалар шуни курсатадики бир-бирига уланган 2 та диномометр бирини халқасидан бир томонга, иккинчисини иккинчи томонга тортилса, иккала диномометр бир хил катталиқни курсатади. Диномометрлар катталиқ жихатдан тенг, аммо карама-карши йуналган кучлар билан бир-бирига таъсир курсатар экан. Харакатдаги жисмларнинг узаро таъсирини куриш учун қуйидаги таърибага муроҷат қиламиз.



2-расм.

Аравачада турган икки бола арконнинг икки учидан тортиганда аравачалар билан биргалиқда улар бир-бирига томон харакатга келади.

Болалар арконни қандай тортишсин, уларга қуйилган кучлар ҳамма вақт тенг ва карама-карши йуналган булади. Болалар турган аравачаларнинг  $a_1$  ва  $a_2$  тезланишлари харақатланувчи  $m_1$  ва  $m_2$  массаларга тесқари пропорционал булишига ишониш мумкин.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}; \quad (15)$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2; \quad (16)$$

$$F_1 = m_1 a_1; F_2 = m_2 a_2; \quad (17)$$

Демак (16) га ва (17) га асосан

$$F_1 = F_2. \quad (18)$$

Бунда  $F_1$  куч биринчи аравачага,  $F_2$  куч иккинчи аравачага қуйилган куч. Бу кучлар бир-бирига карама-карши йуналгандир.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2; |\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| \quad (19)$$

Бу ифода Ньютоннинг учинчи қонуни формуласи. *Жисмлар бир-билари билан сон жихатдан тенг, карма-карши булган кучлар билан таъсирлашади. Узаро таъсирлашувчи кучлардан бирини таъсир этувчи куч дейилса, иккинчи куч акс таъсир этувчи куч дейилади.*

Таъсир этувчи ва акс таъсир этувчи куч ҳамма вақт бир- бирига тенг ва карама-карши йуналган, аммо бир-бири билан ҳеч вақт мувозанатлашмайдилар, чунки улар бошка бошка жисмга куйилган.

### **Муҳокама учун саволлар:**

1. Динамиканинг вазифаси нимадан иборат?
2. Ньютоннинг I- конунини таърифланг.
3. Инерция деб нимага айтилади?
4. Бир инерциал санок системасидан иккинчисига утганда, жисмни характерловчи қайси катталиклар узгаради?
5. Галилейнинг нисбийлик принципини айтинг.
6. Масса деб нимага айтилади?
7. Нима учун зичлик тушунчаси киритилади?
8. Кучга таъриф беринг.
9. Ньютоннинг II- конунини таърифланг.
10. Тенг таъсир этувчи куч нима?
11. Ньютоннинг III- конунини таърифланг.

### **2.2- асосий савол.**

1.2. Эластик кучлар.

### **Укитувчи максоди:**

1. Талабаларга эластик кучлари, уларнинг турлари ҳақида тушунча бериш ва ҳисоблашга ургатиш.

### **2.2- асосий саволга оид муаммолар.**

1. Каттик жисм деформациясида унинг кристалл панжара тугунларидаги зарралар мувозанатининг тузилиш муаммоси.
2. Эластик кучи Гук конунини келтириб чиқариш омил эканлиги.
3. Турли эластикли пружиналарнинг кетма-кет ва параллел улаш бирлигини ҳисоблаш билан танишиш, ундан келиб чиқадиган ҳулосалар.

### **Талабалар учун идентив укув максадлари:**

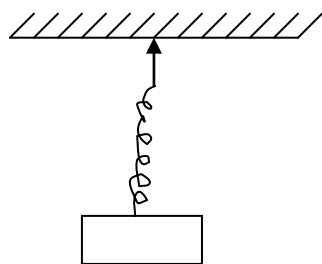
1.2.1. Гук конуни формуласини келтириб чиқаради.

1.2.2. Формулалар буйича ҳисоблашлар бажара олади.

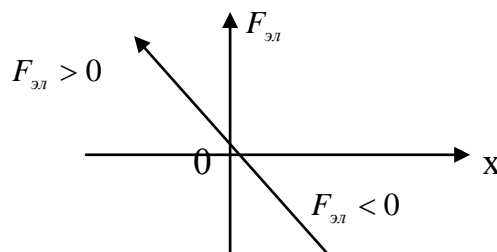
### **2.2- асосий саволнинг баёни:**

**Деформация:** ташки куч таъсирида каттик жисмнинг шакли ёки улчамларининг узгариши ходисаси деформация дейилади. Агар ташки куч таъсири йуқолгандан сунг деформация йуқолса, эластик деформация дейилади. Агар ташки куч таъсири йуқолгандан сунг деформация йуқолса, колдик деформация ёки пластик деформация дейилади.

Деформация чузилиш, сикилиш, эгилиш ва буралиш, силжиш турларга булинади. Каттик жисмларнинг эластик деформациясида юзага келган ва унинг зарраларининг силжишига карама-карши йуналган куч эластик кучлари дейилади. Эластиклик кучлари электромагнит табиатига эга.



3- расм.

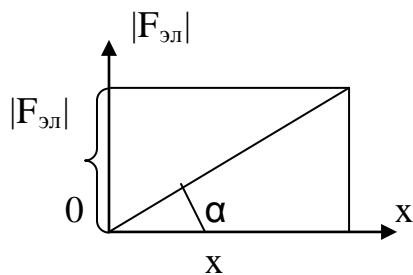


4-расм.

Пружина чузилса  $F_{эл} \approx x$  булади. Пропорционаллик коэффиценти киритсак

$$F_{эл} = -kx. \tag{20}$$

$$k = \frac{|F_{эл}|}{x} = \text{tga} \tag{21}$$



5-расм.

бу ерда  $k$ - пропорционаллик коэффиценти, бикрилик дейилади. Купчилик холларда  $k$  турлича булган бир неча пружина кетма-кет ёки параллел уланади.

Бикрилиги  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  булган  $n$  пружина кетма-кет улансин. Бу пружиналар мос равишда  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  чузилади  $F = F_1 = F_2 = F_3 = \dots = F_n$  эластиклик кучи таъсир килади. Бунда пружина чузилиши

$$x = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \tag{22}$$

тенг булади.

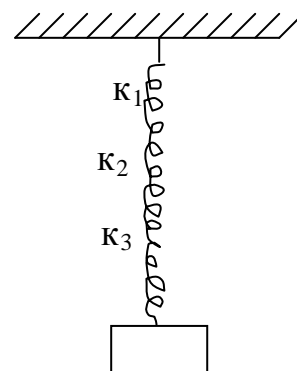
$$F = kx, F_1 = k_1 x_1, F_2 = k_2 x_2, F_3 = k_3 x_3, \dots, F_n = k_n x_n$$

$$\frac{F}{x} = \frac{F_1}{x_1} + \frac{F_2}{x_2} + \frac{F_3}{x_3} + \dots + \frac{F_n}{x_n} \text{ деб ёзиш мумкин.}$$

$$F = F_1 = F_2 = F_3 = \dots = F_n \text{ эканлиги хисобга}$$

олинса, бу ифода

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}, \tag{23}$$



6-расм.

шаклга келади. Худди шундай пружинанинг параллел уланишида хосил буладиган системанинг бикрилиги қандай булади? Хар бир пружина мос равишда  $x = x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_n$  масофага чузилиши туфайли, уларга

$$F = F_1 = F_2 = F_3 = \dots = F_n \text{ эластиклик кучлари таъсир килади. Системадаги}$$

таъсир этувчи куч

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n, \tag{24}$$

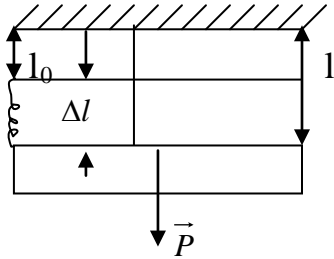
га тенг. У холда

$$kx = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3 + \dots + k_nx_n,$$

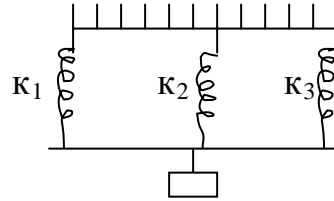
деб ёзиш мумкин. Бундан

$$k = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n, \tag{25}$$

келиб чиқади.



7-расм.



8-расм.

Симнинг бошлангич узунлиги  $L_0$  – кейинги узунлиги  $L$  бўлсин,  $\Delta l = l - l_0$  симнинг абсолют узайиши ёки абсолют деформацияси дейилади.

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \tag{26}$$

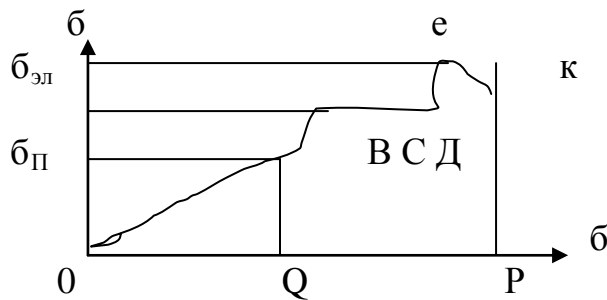
нисбий узайиш ёки нисбий деформация дейилади. Чузилиш деформациясида  $\varepsilon > 0$  сикилишда  $\varepsilon < 0$ .

*Кучланиш деформацияланган жисмнинг бирлиги кундаланг кесим юзига таъсир килувчи эластик кучи механик кучланиш дейилади.*

$$\sigma = \frac{F}{S} \tag{27}$$

$1_{Па} = \frac{1Н}{1м^2}$  СИ системасидаги бирлиги. Чузилиш деформацияси учун Гук қонуни. *Эластик деформацияларда вужудга келган механик кучланиш нисбий узайишга тугри пропорционал.*

$$\sigma = E |\varepsilon|, \tag{28}$$



9-расм.

E- Эластик модули ёки Юнг модули дейилади.

$$\varepsilon = 1_{ca} \frac{l - l_0}{l_0} = 1_{ёкк} l = 2l_0 \text{ мос келади.}$$

Буйлама:  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ , кундаланг  $\varepsilon^1 = \frac{\Delta d}{d}$   $\varepsilon^1 = -\mu \varepsilon$   $\mu$  - Пуассон коэффиценти.

$$\frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0}. \tag{29}$$



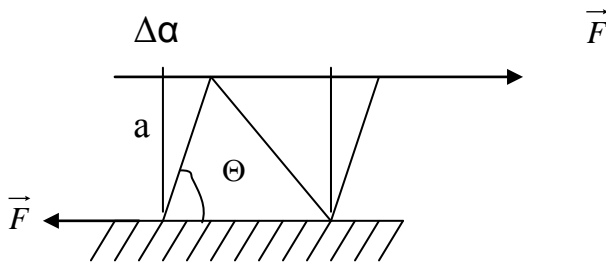
$C\delta$  – материалнинг окувчанлиги. Деформацияга учраган материални емира оладиган  $b_m$ - мустахкамлик чегараси дейилади.

$$F = \frac{SE}{l_0} \Delta l = k\Delta l. \quad (30)$$

Хали сезиларли колдик деформациялар пайдо булмайдиган холдаги энг катта  $b_m$ - механик кучланиш эластиклик чегараси дейилади. Хар кандай материалга куйилган биринчи талаб мустахкамликдир. Материалнинг мустахкамлиги ёки махкамлиги деб, унинг ташки кучлар таъсирида бузулмасдан каршилиқ курсата олиш хоссасига айтилади.

Мустахкамлик чегараси йул куйилган кучланишдан неча марта катта эканлигини курсатувчи сон махкамлик захираси ёки хавфсизлик коэффиценти дейилади. Материалнинг каттиклиги деганда, унинг узига бошка бир каттикрок материални ботиб киришига каршилиқ курсатиш кобилияти тушунилади. Кичик кучлар хам пластик деформацияларни юзага келтирадиган материаллар пластик материаллар дейилади. Агар материал унча катта булмаган деформацияларда емирилса, у мырт материал хисобланади.

Жисмнинг бир кисмини иккинчисига нисбатан силжишига олиб келувчи кучлар таъсири остида юзага келадиган деформация дейилади.

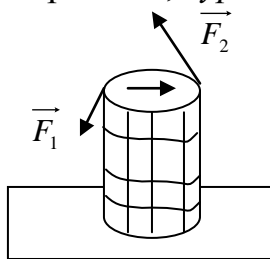


10-расм.

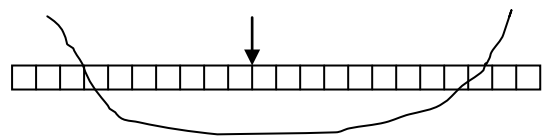
$F$  – куч икки марта оширилса,  $\Theta$  - бурчак хам икки марта ортади. Тажриба натижасида, эластик деформацияларида  $\Theta$  - силжиш бурчаги куйилган кучнинг модулга тугри пропорционал булади.

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \text{tg}\Theta \quad (31)$$

Силжиш деформациясида нисбий деформация силжиш бурчагининг тангинисига тенг булар экан. Бир учи махкамлаб куйилган жисм укига тик булган текисликда ётувчи параллел ва карама – карши йуналган  $\vec{F}_1$  ва  $\vec{F}_2$  кучлар таъсир килса, буралिश деформацияси юз беради.



11-расм.



12-расм.

Бир учи махкаланиб, иккинчи учига юк куйилган бурусув эгилади ва *эгилиш деформацияси* содир булади.

### **Мухокама учун саволлар:**

- 1.1. Деформация нима?
- 1.2. Эластиклик кучлари кандай пайдо булади?
- 1.3. Гук конунини таърифланг.
- 1.4. Механик кучланиш деб нимага айтилади?
- 1.5. Юнг модулининг физик модулини тушунтиринг.
- 1.6. Мустахамлик чегараси нима?
- 1.7. Амалда юк берадиган деформацияларни кандай деформацияларнинг натижаси деб караш мумкин.

### **Мустакил иш топшириклари:**

#### **1-топширик:**

1. Бутун олам тортишиш кучи.
2. Огирлик кучи.
3. Вазинсизлик.
4. Тезланиш билан харакат килаётган жисмнинг огирлиги.

#### **2-топширик:**

1. Жисмнинг огирлик кучи таъсирида киладиган харакати: Жисм вертикал буйлаб харакатланади.
2. Жисмнинг огирлик кучи таъсирида киладиган харакати: Жисмнинг бошлангич тезлиги горизонтга кия йуналган.
3. Ернинг сунъий йулдошлари.

#### **3-топширик:**

1. Ишкаланиш кучи.
2. Жисмнинг ишкаланиш кучи таъсирида киладиган харакати.
3. Жисмнинг бир неча куч таъсирида киладиган харакати.

### **Мавзу буйича ечимини кутаётган илмий муаммолар:**

1. Табиатдаги мавжуд узаро таъсир кучлари ва динамика конунларининг узаро муносабати.
2. Кучсиз ва кучли узаро таъсир майдонлари хамда динамика конунларини ифода килиш.
3. Ньютон конунларида фойдаланиб космик кемаларнинг парвозига рахбарлик киладиган одамлар кеманингш исталган пайтдаги вазиятини олдиндан аниклашга имконият яратади. Улар кеманинг траекториясига исталган бир нуктасида таъсир этадиган кучларни хам билдиради. Одамлар бу маълумотлардан фойдаланиб космик парвоз учун механика масалаларини хал киладилар. Кемага таъсир этувчи кучлар куп улар хамиша узгариб туради битта эмас балки учта корординатани хисоблаш керак. Шунинг учун хисобюлаш шунчалик огирки компьютердан фойдаланиш тугри келади.

### **Модул буйича якуний машгулот:**

1. Бу мавзуда динамиканинг асосий тушунчалари: масса куч инерциал ва ноинерциал сестемаларнинг классик механика конунлари

чегарасида тадбик этиш караб чикилади. Динамикада масалаларини ечишда бир хил якинлашишидан фойдаланиш кулай динамиканинг купгина масалалари ечишда харакат дефференциал тузилишини тугри танлаш талаб килинади. Бу мавзуда Ньютон конунларининг кулланиши чегараси Галилейнинг нисбийлик принципининг турли таърифлари ( тугри ва нотугри ) мухокима килинади.

Бир жисмнинг бошка жисмга курсатадиган таъсири бир томонлама эмас. Жисмлар узаро таъсирлашади. Жисмнинг шу узаро таъсирдан олинган тезланиш инертлик деб аталади ва алохида хоссага эга. Микдор жихатдан бу хосса масса деб аталадиган катталики билан ифодаланади. Агар жисмнинг харакати тегишлича килиб танлаб олинган санок системаларига яъни инерциал санок системаларига нисбатан караб чикилса бу конунлар оддий впа кискадир.

Ньютон конунлари инсонга харакатни курук урганишгагина имкон бериб колмай балки харакатни бошкаришга хам имкон беради.

Механика конунлари факат харакатланаётган жисмларнинг координаталарини хисоблаб топиш учун ишлатилади деб уйлиш тугри эмас. Жисмларнинг харакати маълум яъни унинг исталган пайтдаги вазияти маълум булган холлари куп. У холда Ньютон конунлари жисмга кандай кучлар таъсир килишни анитклашга имкон беради.

Эластиклик ишкालаниш бутун олам тортишиш кучи механик кучларга тегишлидир.

Эластик кучи- жисм зарралари орасидаги узаро таъсирининг намоён булишидир. У жисмнинг бир кисми бошка кисмидан узоклашганда ёки якинлашганда пайдо булади.

Ишкालаниш кучи хам зарралар узаро таъсирининг намоён булишидир. Ишкालаниш кучининг асосий хусусияти шундан иборатки у узи куйилган жисмнинг харакатига карши йуналган.

Бутун олам тортилиш конуни жисмларнинг узаро таъсир кучидир. У узаро таъсирлашувчи жисмлар массасининг купайтмасига пропорционал булиб жисмлар орасидан масофа квадратига тескари пропозионал.

Бу узаро таъсирининг юзага келишига сабаб огирлик кучидир. Огирлик кучининг ва умуман олганда бутун олам тортишиш кучининг мухитм хусусияти шундан иборатки у хамма жисмларга бир хил тезланиш беради.

Эластиклик кучи ва огирлик кучи бир -бирига нисбатан узаро таъсирлашувчи координаталарига боглик булган куч. Ишкालаниш кучи жисмнинг тезлигига боглик булиб координаталарига боглик эмас.

Агар жисм илгарилама харакат килса жисмнинг харакатини моддий ктенг таъсир чииш чизик ёки бир мумкин. Агар жисмга куйилган нукта харакат каби караб куч йуналган тугри канча кучни нг

этувчиси жисмнинг огирлик марказидан утса жисм илгарилама харакат килади.

Агар жисм жисмга куйилган кучларнинг йигиндиси нолга тенг булса у холда жисм мувозанат холатда булади. Демак жисм тинч турибди ёки тугри чизикли текис харакат килади. Бу хол жисмнинг айланишига халакит бермайди.

**Мавзу: Импульснинг сакланиш конуни**  
**Ажратилган соат - 4 соат**  
**Машгулот тури – маъруза**

**Асосий саволлар:**

1. Сакланиш конунларини билишнинг мухимлиги. Импульснинг сакланиш конуни.
2. Импульснинг сакланиш конунидан келиб чикадиган асосий натижалар.
3. Эластик тукнашиш.
4. Ноэластик тукнашиш.

**Таянч суз ва иборалар:**

Масса	тезланиш
Импульс	кинетик энергия
Энергия	потенциал энергия
Релятивистик	деформация
Норелятивистик	санок системаси
Куч	тебранма харакат
Вектор катталиклар	айланма харакат
Скаляр катталик	яккаланган система
Эластик тукнашиш	галилей алмаштиришлари
Ноэластик тукнашиш	инвариантлик
Тезлик	траектория

**Мавзуга оид асосий муаммолар:**

1. Сакланиш конунларининг турлари.
2. Импульснинг сакланиш конунининг релятивистик булмаган хол учун тадбики.
3. Эластик тукнашишларда тулик узгариш.
4. Ноэластик тукнашишда тезликлар.

**2.1-асосий савол:**

1. Сакланиш конунларини билишнинг мухимлиги. Импульснинг сакланиш конуни.

**Укитувчи максади:**

- А) Сакланиш конунларининг мухимлигини тушунтириш.  
Б) Импульснинг сакланиш конунини яхши тасавур қилиш.

**1-асосий саволга оид муаммолар:**

1. Ёник система.
2. Ташки ва ички системалар.

3. Ёник система учун импульснинг сакланиш қонуни.

**Талабалар учун идентив укув мақсадлар:**

Сакланиш қонунлари билан танишиб олади ва уни тушунтира олади.

Сакланиш қонунларининг урнини аниқлай олади.

Импульснинг сакланиш қонуни таърифини билади ва у ҳақда маълумот бера олади.

Импульснинг сакланиш қонуни ифодасини ёза олади.

**1- асосий саволнинг баёни:**

Табиатда бир неча сакланиш қонунлари мавжуд булиб, уларнинг баъзи бирлари аниқ булса, баъзи бирлари бирор яқинлашишлардагина аниқ қонунлардир.

Одатда сакланиш қонунлари оламнинг симметриклик хусусиятлари натижасидир. Табиатда қуйидаги сакланиш қонунлари мавжуд:

А) мода мокдорининг сакланиш қонуни.

Б) энергиянинг сакланиш қонуни.

В) импульснинг сакланиш қонун.

Г) импульс моментининг сакланиш қонуни.

Д) электр зарядларининг сакланиш қонуни.

Е) барионлар сонининг (протон, нейтрон ва оғир заррачалар) сакланиши.

Бирор қуйилган масалада жисмга ёки жисмлар системасига таъсир қилаётган кучлар маълум булса, биз етарлича билимга эга булсак ва кампютер мавжуд булса, у ҳолда бу сакланиш қонунларидан ҳеч қандай янги информация ололмаймиз. Лекин сакланиш қонунлари физикларнинг қундалиқ фаолиятида муҳим қуролдир.

Нима сабабдан?

1. Сакланиш қонунлари траекторияга ва таъсир қилувчи кучлар характерига боғлиқ эмас.

2. Кучлар маълум булмаган ҳолда ҳам сакланиш қонунларидан фойдаланиш мумкин.

3. Сакланиш қонунлари инвариантлик билан узвий боғлиқдир.

4. Барча кучлар мавжуд булган ҳолда заррачалар ҳаракатини урганишда сакланиш қонунлари қатта аҳамиятга эга.

Галилейнинг нисбийлик принципига тула мос келадиган физик қонунлар ичида импульс, масса ва энергиянинг сакланиш қонунлари алоҳида уринга эга. Жисмга таъсир қилувчи натижавий ташки қуч нольга тенг булганда ҳаракат миқдори вақтга боғлиқ булмади, яъни

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = 0 \text{ ёки } \vec{p} = \text{const}, [F_{m,k} = 0], \vec{P} = \sum_{iz}^n M_i \vec{V}_i = \text{const}.$$

Шундай қилиб системага таъсир қилувчи натижавий ташки қуч нольга тенг булганда система импульси доимо сакланади. Бу импульснинг сакланиш қонунидир. Уни қуйидагича ҳам таърифлаш мумкин.

**♦ Хар қандай берк жисмлар системасининг импульси доимо сакланади.**

Берк система деганда, шундай система тушуниладики бундай системага ташқаридан ташки қуч таъсир қилмайди ва системада фақатгина системага қирувчи жисмлар уртасидаги таъсир қучлар и мавжуд булади.

Импульснинг сакланиш қонуни Ньютоннинг 2- қонунидан келиб чиқса ҳам, Ньютон қонунларига нисбатан умумий характерга эга. Масалан, макроскопик дунёда Ньютон қонунлари бажарилмаслиги мумкин, лекин сакланиш қонунлари доимо бажарилади.

Иккита жисм таъсирлашаётган бўлсин. Уларнинг таъсирлашгандан сунг импульслари узгаради, лекин импульсларнинг йигиндиси таъсиргача қандай бўлса, шундайлигича қолади:

$$\underset{\text{туқнашгунгача}}{P_1} + \underset{\text{туқнашгандан сунг}}{P_2} = P_1^1 + P_2^1 \quad (1)$$

бу ерда  $P$ -  $m$  массали жисмнинг импульси

$$P = mv \quad (2)$$

Агарда  $m_1v_1$  ва  $m_2v_2$  лар мос равишда жисмларнинг таъсирлашгунга қадар импульслари бўлса, у ҳолда импульслар йигиндиси

$$m_1v_1 + m_2v_2$$

туқнашгандан кейинги импульслари  $m_1v_1^1$  ва  $m_2v_2^1$  бўлса, йигиндиси

$$m_1v_1^1 + m_2v_2^1$$

га тенг бўлади. Демак бу ҳолда импульснинг сакланиш қонуни қуйидагича ёзилади.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1^1 + m_2v_2^1 \quad (3)$$

Таъсир икки хил бўлиши мумкин:

А) Эластик

Б) Ноэластик

1. Эластик туқнашишда туқнашаётган жисмлар кинетик энергиялари туқнашгандан сунг худди олдинги жисмлар каби бўлади.

2. Ноэластик туқнашганда эса туқнашувчи жисмлар кинетик энергияларининг бир қисми ички энергияга айланади. Энг муҳими импульснинг сакланиш қонуни бу ҳолда ҳам тадбиқ қилинади.

**Муҳокама учун саволлар:**

1. Массанинг сакланиш қонунини тушунтиринг ва келтиб чиқаринг.
2. Қандай сакланиш қонунлари бор ва уларга мисолга келтиринг.
3. Галилейнинг нисбийлик аризонципига мос келадиган сакланиш қонунларига мисоллар келтиринг.
4. Импульснинг сакланиш қонуни формуласини келтириб чиқаринг.

**2-асосий савол.**

2. Импульснинг сакланиш қонунидан келиб чиқадиган асосий натижалар.

**Уқитувчи максди:**

А) Импульснинг сакланиш қонунидан келиб чиқадиган асосий натижалар билан таништириш.

**2- асосий саволга оид муаммолар:**

1.2.1 Энергиянинг сакланиш қонуни муаммолари.

1.2.2 Энергия сакланишнинг Ньютон қонунлари буйича узгариши.

1.2.3 Энергия сакланишнинг Галилей нисбийлик принцип буйича узгариши.

**Талабалар учун идентив уқув максадлар:**

2.1 Ньютон қонунларини билади.

2.2 Энергиянинг сакланиш қонунини ёзади.

2.3 Тезликларини кушиш коидасини эслайди.

2.4 Импульс ва энергиянинг сакланиш конунларини биргаликда куллай олади.

## 2- асосий саволнинг баёни:

Биз энди импульс сакланиш конунидан келиб чиқадиган 2 турли хил натижани караб чиқамиз:

1- натижа Ньютон кучлари хақидаги фикрлар асосида.

2- натижа Галилейнинг нисбийлик принципи ва энергиянинг сакланиш конуни асосида.

1. Импульснинг сакланиш конуни факатгина  $F = ma$  тенгламанинг асосий натижасидан келиб чиқмайди. Бу холда биз кушимча тариқасида фараз киламизки, заррачалар уртасидаги таъсир килувчи кучлари Ньютон кучларидир ва улар учун Ньютоннинг 3- конуни уринлидир. Бу конунга кура хар кандай иккита жисм узаро сон киймати жихатидан тенг ва карама – карши йуналган куч билан таъсирлашади:

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

Ньютоннинг 2- конунидан эса хар кандай кичик  $\Delta t$  вақт ичида

$$\vec{F}_{12} = m_2 \Delta \vec{V}_2 / \Delta t; \quad \vec{F}_{21} = m_1 \Delta \vec{V}_1 / \Delta t \quad (4)$$

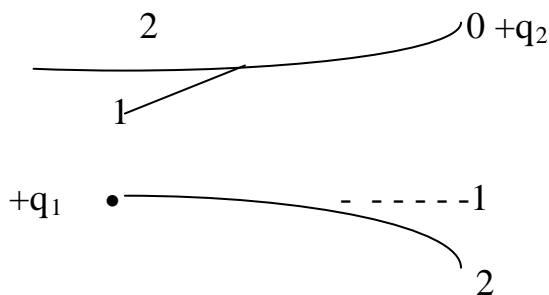
эканлиги келиб чиқади. Лекин  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$  ва биз импульснинг сакланиш конунини хосил киламиз.

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

ёки

$$(m_1 V_1 + m_2 V_2)_{\text{бошлангич}} = (m_1 V_1 + m_2 V_2)_{\text{охирги}} \quad (6)$$

Ихтиёрий вақт моментида, икки тукнашувчи жисмлар импульслар йигиндиси  $m_1 V_1 + m_2 V_2$  доимий булар экан. Шунини эътиборга олиш лозимки, агарда таъсирлашиш кучлари Ньютон кучлари булса, юкоридаги ифодалар тулик бажарилади. Лекин купчилик холларда кучларнинг Ньютон кучлари характерида деб хисоблаш тугри булавермайди. Шунга карамай импульснинг сакланиш конуни доимо аниқ конундир. Хақиқатдан хам, масалан 2 та зарядланган заррача бир – бирига якин жойдан утса, уларнинг харакат траекторияси узгаради. Бу ерда таъсир кучлари Ньютон кучлари булмаса хам импульс сакланиш конуни доимо бажарилади.



Шундай килиб ихтиёрий вақт моментида  $\vec{F}_{21}$  куч аниқ,  $-\vec{F}_{12}$  га тенг булмаслиги мумкин эмас. Лекин шунга карамай сакланиш конуни бажарилади.

2. Бу холда биз Галилейнинг нисбийлик принципи хамда энергия ва массанинг сакланиш конунида фойдаланамиз. Даставвал  $V_1$  ва  $V_2$  тезликка эга булган биринчи ва иккинчи заррачани караб чикамиз. Фараз килайлик уларнинг бошлангич (охриги) вазиятлари фазода бир – биридан етарлича ажратилган, яъни тукнашишдан олдин ва кейин улар узаро таъсирлашмайди. Тукнашгунга кадар заррачаларнинг кинетик энергияси

$$1/2(m_1V_1^2) + 1/2(m_1V_2^2) \quad , (7)$$

га тенг. Заррачалар узаро таъсирлашсин, таъсир эластик булиши шарт эмас. У холда тукнашгандан кейинги кинетик энергия

$$1/2(m_1\omega_1^2) + 1/2(m_2\omega_2^2) \quad , (8)$$

булади. Бу ерда  $\omega_1$  ва  $\omega_2$  тезликларнинг тукнашишдан кейинги тезликлари, бу тезликлар аниқланган пайитда заррачалар узаро таъсирлашмайди.

Энергиянинг сакланиш конуни

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

Бу ерда  $\Delta E$  – таъсир туфайли заррача ички уйғониш энергиясининг узгариши. Ички уйғониш айланма ёки ички тебранма харакат булиши мумкин. Эластик таъсирлашишда  $\Delta E = 0$  булади.

Энди худи шундай таъсирни каралаётган системага нисбатан  $V$  тезлик билан харакатланаётган санок системасида караб чикайлик. Бу холда бошлангич тезликлар  $V_1^1$  ва  $V_2^1$ , тукнашишдан кейинги тезликлар  $\omega_1^1$  ва  $\omega_2^1$  Лар булсин. Тезликларни кушиш коидасига кура

$$\vec{V}_1^1 = \vec{V}_1 - \vec{V}; \quad \vec{V}_2^1 = \vec{V}_2 - \vec{V}; \quad \vec{\omega}_1^1 = \vec{\omega}_1 - \vec{V}; \quad \vec{\omega}_2^1 = \vec{\omega}_2 - \vec{V}. \quad (10)$$

Бу системада энергиянинг сакланиш конуни

$$1/2(m_1V_1^{12}) + 1/2(m_2V_2^{12}) = 1/2(m_1\omega_1^{12}) + 1/2(m_2\omega_2^{12}) + \Delta E \quad (11)$$

$\Delta E$  - уйғониш энергияси бу холда хам узгармайди деб хисоблаймиз. Бу тажриба йули билан исботланган. Энергиянинг сакланиш конуни Галилей алмаштиришларига нисбатан инвариант булиши керак. У холда,

$$1/2[m_1(V_1^2 - 2V_1V + V^2)] + 1/2[m_2(V_2^2 - 2V_2V + V^2)] = \quad (12)$$

$$1/2[m_1(\omega_1^2 - 2\omega_1V + V^2)] + 1/2[m_2(\omega_2^2 - 2\omega_2V + V^2)] + \Delta E$$

Тенгликнинг унг ва чап томонлардаги  $V^2$  га боглик кушилувчилар кискаради унда (12) муносабат (9) муносабатга айланади. Бу холда куйидаги ифода уринли булади, агарда

$$(m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2)\vec{V} = (m_1\vec{\omega}_1 + m_2\vec{\omega}_2)\vec{V}. \quad (13)$$

(13) шарт бажарилса тенглама ихтиёрий  $\vec{V}$  тезлик учун бажарилиши керак. Демак, умумий ечим

$$m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2 = m_1\vec{\omega}_1 + m_2\vec{\omega}_2, \quad (14)$$

га тенг булади. Олинган ифода импульсининг сакланиш конунидир.

**Мухокама учун саволлар:**

1. Импульсининг сакланиш конунини Ньютон конунлари асосида келтириб чикариш.
2. Галилейнинг нисбийлик назариясидан фойдаланиб энергиянинг сакланиш конунини келтириб чикаринг.

**3- асосий савол.**



3. Эластик тукнашиш.

**Укитувчи макседи:**

А) Энергия ва импульснинг сакланиш конунларидан биргаликда фойдаланишни ургатиш.

Б) Аник куйилган масалаларни сакланиш конунларидан фойдаланиб ечиш билан таништириш.

**3- асосий саволга оид муаммолар:**

1.3.1. эластик тукнашишда энергия муаммоси

1.3.2. тукнашувчи зарралар массалари узаро тенг булган холл муаммоси

1.3.3. икки зарра тукнашишда иккинчи зарра харакатсиз холл муаммоси

**Талабалар учун идентив укув максадлар:**

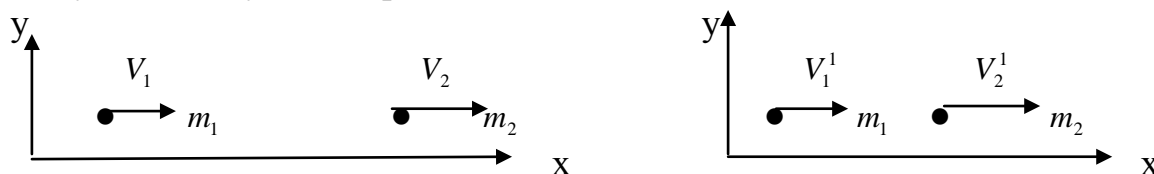
Энергиянинг сакланиш конунини билади.

Энергия ва импульснинг сакланиш конунларини биргаликда куллай олишни урганади.

Тенгламалар системасини еча олади.

**3- асосий саволнинг баёни:**

Импульс ва энергиянинг сакланиш конунини урганишга доир масалалар. Иккита заррача бир тугри чизик буйича харакатланмокда ва улар абсолют эластик тукнашсин. Фараз килайлик заррачаларнинг тезлиги  $V_1$  ва  $V_2$  булсин, улар  $X$  йуналиши буйлаб харакатлансин.



Тукнашгандан сунг уларнинг тезлиги  $V_1^1$  ва  $V_2^1$  булсин. Импульснинг сакланиш конунига кура

$$m_1V_1 + m_2V_2 = m_1V_1^1 + m_2V_2^1 \quad (15)$$

Тукнашиш эластик булса, энергиянинг сакланиш конунига кура

$$1/2(m_1V_1^2) + 1/2(m_2V_2^2) = 1/2(m_1V_1^{12}) + 1/2(m_2V_2^{12}). \quad (16)$$

Шундай килиб икки номаълум иккита тенгламани олдик. Биринчи тенгламани куйидаги курунишда ёзамиз:

$$m_1(V_1 - V_1^1) = m_2(V_2 - V_2^1). \quad (17)$$

Иккинчи тенглама эса

$$m_1(V_1^2 - V_1^{12}) = m_2(V_2^2 - V_2^{12})$$

ёки

$$m_1(V_1 - V_2)(V_1 + V_2) = m_2(V_2^1 - V_2)(V_2^1 + V_2), \quad (18)$$

курунишни олади. (18) тенгламани (17) тенгламага булсак ( $V_1 \neq V_1^1$ ); ( $V_2 \neq V_2^1$ ) куйидагини оламиз:

$$V_1 + V_1^1 = V_2^1 + V_2, \quad (19)$$

бир неча хусусий холларни караб чикайлик.

1. Заррачаларнинг массалари бир хил ( $m_1 = m_2$ ). Импульснинг сакланиш конунидан  $V_1 + V_2 = V_1^1 + V_2^1$  иккинчи тенглама энергиясининг сакланиш

конунидан келиб чиқадиган (19) тенгламадир. Бу иккала тенгламанинг биргаликдаги ечимидан

$$V_2^1 = V_1 \text{ ва } V_1^1 = V_2 \quad (20)$$

келиб чиқади. Шундай қилиб, бу ҳолда 2- заррачанинг тукнашишидан кейинги тезлиги 1- заррачанинг тукнашишидан олдинги тезлигига тенг булар экан ва аксинча. Агарда тукнашишдан олдин 2- заррача тинч ҳолда турган бўлса,  $V_2^1 = V_1$  ва  $V_1^1 = 0$  бу ҳол билъярд уйновчиларга яхши таниш.

2. 2- заррача тинч ҳолатда турибди ( $V_2 = 0$ ). Бу ҳолда импульс ва энергиянинг сакланиш конунидан қуйидаги келиб чиқади.

$$V_2^1 = V_1(2m_1/m_1 + m_2); V_1^1 = V_1(m_1 - m_2/m_1 + m_2)$$

Бу ҳолда қуйидаги хусусий ҳоллар алоҳида кизиқиш тугдиради.

а)  $V_2 = 0$ ,  $m_1 = m_2$ . Бу ҳол олдинги масалада қараб чиқилган ўқиб келаётган заррачаларнинг тезлиги тулалигича иккинчи заррачага берилади.

б)  $V_2 = 0$ ,  $m_1 \gg m_2$ . Бу ҳолда оғир заррача енгил заррача билан таъсирлашади:

$$V_2^1 \approx 2V_1; V_1^1 \approx V_1$$

Ўқир заррача тезлиги деярли узгармайди, енгил заррача тезлиги деярли икки марта ортади (ўқир заррачага нисбатан).

в)  $V_2 = 0$ ,  $m_1 \ll m_2$ . Харақатланаётган енгил жисм жуда ҳам оғир жисм билан тукнашади. Бу ҳолда

$$V_2^1 = 0; V_1^1 = -V_1$$

Ўқир жисм деярли харақатланмайди, ўз жойида қолади, енгил жисм эса дастлабки йуналишига қарама – қарши томонга ҳуди шундай тезликда қайтади. Хулоса қилиб айтиладиган бўлса, ихтиёрый абсолют эластик тукнашиш учун

$$V_2^1 = V_1(2m_1/m_1 + m_2) + V_2(m_2 - m_1/m_1 + m_2)$$

$$V_1^1 = V_1(m_1 - m_2/m_1 + m_2) + V_2(2m_2/m_1 + m_2)$$

муносабатлар уринли бўлади.

#### **Муҳокама учун саволлар:**

1. Эластик тукнашишда энергиянинг сакланиш конунини келтириб чиқаринг.
2. Иккита зарранинг массалари узаро тенг бўлган ҳол учун энергиянинг сакланиш конунини келтириб чиқаринг.

#### **4- асосий савол.**

4. Ноэластик тукнашиш.

#### **Уқитувчи максоди:**

А) Ноэластик тукнашиш ходисасини тушунтириш.

#### **4- асосий саволга оид муаммолар:**

1.4.1. Ноэластик тукнашишдаги муаммолар.

1.4.2. Ноэластик тукнашишда энергиянинг сакланиш конуни.

#### **Талабалар учун идентив укув максадлар:**

Ноэластик тукнашиш нима эканлигини билади.

Ноэластик тукнашиш учун олинган ифодаларни тушунади.

Механика масалаларини ечишда энергиянинг сакланиш қонуни билан биргаликда қўллай олади.

#### **4- асосий саволнинг баёни:**

Агар тўқнашишда заррачаларнинг кинетик энергиялари сакланмаса бундай тўқнашишларга ноэластик тўқнашишлар дейилади. Бундай тўқнашишлардан кинетик энергиянинг бир қисми бошқа қуринишдаги энергияга айланади, масалан иссиқлик ёки потенциал энергияга. Демак, тўқнашгандан сўнг тула кинетик энергия тўқнашгандан олиндингидан қамаяди. Шунини тақдирлаш лозимки, тесқари ҳол ҳам бўлиши мумкин, яъни тўқнашишдан сўнг маълум бир энергия ажралиб чиқиши (масалан, кимёвий ёки ядро) ҳам мумкин. Бу ҳолда тўқнашишдан кейинги кинетик энергия дастлабки кинетик энергиядан катта бўлади. Агарда тўқнашишдан сўнг иккала жисм қўшилиб қолса, у ҳолда улар яхлит бита жисм сингари ҳаракатланади. Бундай тўқнашишга абсолют ноэластик тўқнашиш дейилади. Кинетик энергия сакланмаслигига қарамадан тула энергия доимо сакланади.

#### **Муҳокама учун саволлар:**

1. Ноэластик тўқнашишда энергиянинг сакланиш қонунини келтириб чиқаринг.
2. Иккита заррача массаси ва тезликлари узаро тенг бўлган ҳол учун энергиянинг сакланиш қонунини келтириб чиқаринг.

#### **Муҳокама учун саволлар:**

##### **1- топширик**

1.1.1.1 Сакланиш қонунларини айтиб беринг:

- а) Ёпик системада жисмлар импульсининг геометрик йигиндиси узгармайди.
- б) Ёпик системада жисмлар импульсининг алгебраик йигиндиси узаро тенг.
- в) Ёпик системадаги жисмлар импульсининг вектори сқяр қўпайтмалари узаро тенг.
- г) А ва В
- д) тугри жавоб йук.

1.1.1.2 Импульс сакланиш қонуни қайси жавобда тугри қўрсатилган?

- а)  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1^1 + m_2v_2^1$
- б)  $M = F \cdot P$
- в)  $M = FN$
- г)  $M = Fg$
- д)  $M = \frac{F}{1}$

1.1.1.3 Берқ система қандай система?

- а) Ташқи қўчлар таъсир этадиган система.
- б) Ташқи қўчлар таъсир этмайдиган система.
- в) Бир вақтнинг ўзида ташқи қўчлар таъсир этадиган ва таъсир этмайдиган система.
- г) А, Б, В,
- д) тугри жавоб йук.

##### **2- топширик**

1.2.1.1. Ньютоннинг 2- қонуни ифодасини қўрсатинг.

а)  $F = \frac{m}{a}$ ; б)  $F = \frac{dp}{dt}$ ; в)  $F = dp \cdot dt$ ; г)  $p = \frac{F}{t}$ ; д)  $F = mvt$ ;

1.2.1.2. Кинетик энергия ифодасини ёзинг.

а)  $mgh$ ; б)  $mv^2$ ; в)  $F \cdot S$ ; г)  $\frac{mv^2}{3}$ ; д)  $\frac{mv^2}{2}$ ;

1.2.1.3. Иккита поезд бир – бирининг ёнидан  $V = 20 \text{ м/с}$  тезлик билан карама – карши томонга харакатланмоқда. Агарда бирор поезддаги кузатувчининг олдидан иккинчи поезд 10с вақт ичида утган булса, иккинчи поезднинг тезлигини топинг.

а) 20 м/с; б) 40 м/с; в) 60 м/с; г) 80 м/с; д) 100 м/с;

### 3- топширик

1.3.1.1. Ньютоннинг 3- конунини ифодасини курсатинг.

а)  $F = m/a$ ; б)  $F_1 = -F_2$ ; в)  $F = ma$ ; г)  $F = qE$ ; д)  $F = qBV$ ;

1.3.1.2. Эластик тукнашиш кандай тукнашиш?

а) бунда ёник жисмлар системасининг механик энергияси ва импульси сакланади.

б) жисмнинг урилишгача булган энергияси тулик ёки кисман деформация потенциал энергиясига ва номеханик энергияга айланади.

в) а ва б жавоблар тугри.

г) бунда урулувчи шарчаларнинг урилишгача булган тезликлари шарлар марказини туташтирувчи тугри чизик буйлаб йуналган булади.

д) тугри жавоб йук.

1.3.1.3. Сув шлангидан 50 м/с тезлик билан 5 кг/сек сув сарфи билан чикмоқда. Деворга тегиб сув тухтаб колади. Сувнинг деворга таъсир кучи топилсин.

а) 250н; б) 350н; в) 450н; г) 550н; д) 650н;

### 4- топширик

1.4.1.1. Ноэластик тукнашишни тушунтиринг.

а) Икки шарча тукнашгандан сунг заррачалар кинетик энергияси сакланмайди.

б) Икки шарча тукнашгандан сунг заррачалар кинетик энергияси сакланади.

в) а ва б жавоблар бир вақтда бажарилади.

г) Тукнашувдан сунг заррачанинг импульси сакланади.

д) тугри жавоб йук.

1.4.1.2. Ноэластик тукнашишда импульс кандай узгаради?

а) Ноэластик тукнашишда импульс узгармайди.

б) Ноэластик тукнашишда импульс узгаради.

в) Ноэластик тукнашишда энергия узгармайди.

г) Ноэластик тукнашишда энергия узгаради.

д) тугри жавоб йук.

1.4.1.3. 10 тонна массали темир йул вагони тинч турган худи шундай вагон билан тукнашди. Агарда биринчи вагоннинг тезлиги 24 м/с булса, тукнашувдан сунг вагонлар кандай тезлик билан харакатланади.

- а) 24
- б) 0
- в) 10
- г) 14
- д) 15

**Назорат саволлари:**

1.1.1.1. Ньютоннинг биринчи конунини таърифланг.

- а) Жисмнинг бирор куч таъсирида олган тезланиши таъсир этувчи кучга тугри пролпорционал массасига тескари пропорционал.
- б) Узаро таъсирлашувчи жисмларнинг таъсир кучлари модул буйича тенг йуналилши буйича карама – карши
- в) Хар кандай жисмга бирор куч таъсир этиб бошлангич вазиятни узгартирмагунча унинг нисбий тинч ёки тугри чизикли текис харакати сакланади
- г) А ва Б
- д) тугри жавоб йук

1.1.1.2. Ньютоннинг иккинчи конунини таърифланг ва формуласини топинг.

- а) Хар кандай таъсир кучига карама-карши таъсир кучи мавжуд  $F_1 = -F_2$
- б) Жисмнинг ташки куч таъсирида олган тезланиши унга таъсир этувчи кучга тугри пропорционал ва тезлигига тескари пропорционал  $a = \frac{F}{v}$
- в) Жисмни ташки куч таъсирида олган тезланиши унга таъсир этувчи кучга тугри пропорционал, массасига тескари пропорционал  $a = \frac{F}{m}$
- г) А ва Б жавоблар тугри
- д) тугри жавоб йук

1.1.1.3. Ньютоннинг II – конунини умумий формуласини курсатинг.

- а)  $F = ma$       б)  $F = mg$       в)  $dF = \frac{dP}{dt}$       г)  $F = m(a - g)$       д)  $F = m(a + g)$

1.1.1.4. Механикада кучнинг таърифини айтинг.

- а) Бир жисмнинг иккинчи жисм тезлигининг узгаришга, яъни унинг тезланиш олишига сабабчи булган таъирни характерлайдиган катталиikka айтилади.
- б) Жисмнинг тезланиш жисмга таъсир этувчи кучга тугри пропорционал ва жисм массасига тескари пропорционал
- в) А ва Б жавоблар тугри
- г) тугри жавоб йук
- д) Жисм массаси билан тезланишнинг купайтмаси куч катталиги дейилади

1.1.1.5. Моддий нукта импульсининг вақт буйича хосиласи куринишида аникланадиган катталиikka нима деб аталади?

- а) Ишкаланиш кучи
- б) Огирлик кучи
- в) Куч
- г) Инерциал санок системаси
- д) Коинерциал санок системаси

1.1.1.6. Кучнинг бирлиги нимага тенг?

а) Па б) мм.сим. устули. в) Жоуль г) атм д) Ньютон

1.1.1.7. 60 Н куч жисмга  $0,8 \text{ м/с}^2$  тезланиш беради. Кандай куч бу жисмга  $2 \text{ м/с}^2$  тезланиш беради?

а) 150 Н б) 100 Н в) 50 Н г) 25 Н д) 200 Н

1.1.1.8. Двигетелнинг тортиш кучи 90 кН булган 60 т массали самалёт кандай тезланиш олиши мумкин?

а)  $0,5 \text{ м/с}^2$  б)  $1,5 \text{ м/с}^2$  в)  $2 \text{ м/с}^2$  г)  $2,5 \text{ м/с}^2$  д)  $3 \text{ м/с}^2$

1.1.1.9. Массаси 0,5 кг булган колбок 0,02 с давомида зарб берилгандан кейин у  $10 \text{ м/с}$  тезлик олади. Зарбнинг уртача кучини топинг.

а) 300 Н б) 250 Н в) 150 Н г) 50 Н д) 0 Н

1.2.1.1. Деформация нима?

а) Жисмнинг узига бошка бир каттикрок материалнинг ботиб киришига каршилиқ курсата олиши кобилияти деформация дейилади

б) Жисмнинг ташки кучлар таъсирида бузулмасдан каршилиқ курсата олиш хоссасига айтиладиган каттиклик деформация дейилади.

в) Ташки куч таъсирида каттик жисмнинг шакли ёки улчамларини узгариш ходисаси деформация дейилади

г) А ва В жавоблар тугри

д) тугри жавоб йук

1.2.1.2. Гук конунини таърифланг.

а) Бир бирига тегиб турган жисмлар ёки бир жисмнинг узаро тегиб турган катламлари бир бирига нисбатан кучгандаги харакатига карама-карши йуналган ва бу харакатга каршилиқ курсатадиган катталиқ

б) Пружинанинг деформацияланишида юзага келадиган кластиклик кучлари унинг абсолют деформациясига тугри пропорционал булади

в) Кучнинг катталиги икки жисм массаларининг купайтмасига тугри пропорционал, уларнинг марказлари орасидаги масофанинг квадратига текари пропорционал

г) А ва В жавоблар тугри

д) тугри жавоб йук

1.2.1.3. Бир пружинанинг бикрилиги  $K_1$  ва иккинчисиники  $K_2$  кетма – кет уланган мана шу пружиналардан тузилган пружинанинг бикрилиги  $K$  кандай булади?

а)  $k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$  б)  $k = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 - k_2}$  в)  $k = \frac{k_1 + k_2}{k_1 k_2}$  г)  $k = \frac{k_1 - k_2}{k_1 k_2}$  д)  $k = k_1 + k_2$

1.2.1.4. расмда тасвирланган эластик пружинага махкамланган жисм горизонтал текисликда айлана буйича текис харакатланмокда. Харакатланаётган жисм пружинани  $x=0,1$  метрга чузган. Пружина бикрилиги неча Н/м?

а) 28 б) 32 в) 36 г) 64 д) 76



1.2.1.5. Каттиклиги 250 Н/м булган пружинага боглаб куйилганда 16 с ичида 20 марта тебранадиган юкнинг массасини топинг.

- а) 4    б) 2    в) 6    г) 12    д) 10

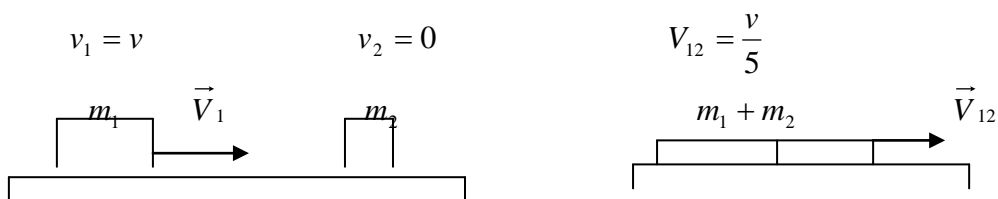
1.2.1.6. Массаси 5 тонна булган автомобиль 0,8 м/с<sup>2</sup> тезланиш билан шатакка олиб кетаётган бикрилиги 200 кН/м булган троснинг чузилишини топинг. Ишкालаниш коэффициентини 0,2 га тенг.

- а) 4 см    б) 6 см    в) 8 см    г) 10 см    д) 12 см.

1.1.1.4 Харакатланаётган биринчи жисм тинч вазиятидаги иккинчи жисмга урилгач, уларнинг биргаликда харакатланиши расмда тасвирланган.

Харакатланиш даврида ишкालаниш эътиборга олинади.  $\frac{m_1}{m_2}$  нисбатни

аниклан.



- а)  $\frac{1}{5}$ ,    б)  $\frac{1}{4}$ ,    в)  $\frac{1}{2}$ ,    г) 2,    д) 5.

1.1.1.5 Расмда тасвирланган горизонтал текисликда харакатланаётган кум солинган аравачага юкоридан вертикал равишда жисм тушганидан сунг улар биргаликда неча м/с тезлик билан харакатланадилар?

1.1.1.6. 4 кг массали милтикдан 0,05 кг массали ук 280 м/с тезлик билан учиб чикмоқда. Милтикнинг «тепки» тезлиги топилсин.

- а) 3,5 м/с;    б) 35 м/с;    в) 350 м/с;    г) 280 м/с;    д) 0,35 м/с;

1.1.1.7. 1,01 м.а.б. га эга булган протоннинг тезлиги  $3,6 \cdot 10^4$  м/с. У тинч турган гелий ядроси ( $m_{He} = 4$  м.а.б.) билан абсолют эластик тукнашади. Тукнашгандан кейин протон ва гелий ядроси кандай тезлик олади.

- а)  $V_{He} = 1,2 \cdot 10^4$ ;  $V_p = 8,9 \cdot 10^4$ ;    б)  $V_{He} = 12 \cdot 10^4$ ;  $V_p = 89 \cdot 10^4$ ;    в)  $V_{He} = 120$ ;  $V_p = 890$ ;  
г)  $V_{He} = 12$ ;  $V_p = 89$ ;    д)  $V_{He} = 12 \cdot 10^5$ ;  $V_p = 89 \cdot 10^4$ ;

1.1.1.8. Иккита бильярд шарчаси массалари ва тезликлари мос равишда 100г, 10 м/с ва 120г, 15 м/с. Улар  $45^\circ$  бурчак осатида тукнашади. Тукнашишдан кейинги тезликлари кандай?

- а) 16 м/с  
б) 20 м/с  
в) 40 м/с  
г) 50 м/с  
д) 10 м/с

**1- асосий саволни ушлаштириш учун мустакил ишлар.**

1. Сакланиш конунлари ва уларнинг зарурияти.

$m_1 = 2,5 \text{ кг}$     ва     $m_2 = 1,5 \text{ кг}$     бир-бирига карама-карши  $v_1 = 6 \text{ м/с}$     ва     $v_2 = 2 \text{ м/с}$ .  
тукнашишдан кейинги тезлиги аниклансин.

[1] 118-125 бетлар

[2] 148-149 бетлар

[3] 149-151 бетлар

2. Импульснинг сакланиш қонуни.

$m = 0,3 \text{ кг}$  массали шар  $v = 10 \text{ м/с}$  тезлик билан деворга эластик тукнашди, унинг нормалга нисбатан қиймати  $\alpha = 30^\circ$ . Девор олган импульсни аниқланг.

[1] 119-123 бетлар

[2] 88-90 бетлар

[3] 225-227 бетлар

## 2- асосий саволни ушлаштириш учун мустақил ишлар

1) Ньютон қонунларини баён қилинг.

а) Ньютоннинг 1, 2, 3 – қонуни.

б) Бутун олам тортишиш қонуни.

[1] 92-93 бетлар.

[2] 71-75 бетлар.

[3] 91-103 бетлар.

2) Галилей принципини баён қилинг.

а)  $k$  ва  $k^1$  санок системасида Галилей алмаштиришини келтириб чиқаринг.

б)  $k$  ва  $k^1$  санок системасида Лоренц алмаштиришини келтириб чиқаринг.

[1] 48-54 бетлар.

[2] 84-86 бетлар.

[3] 135-137 бетлар.

## 3- асосий саволни ушлаштириш учун мустақил ишлар

1. Эластик тукнашиш.

[1] 66-70 б.

[2] 71-75 б.

[3] 91-103 б.

2. Икки жисмнинг узаро таъсирини урганиш.

[1] 76-81 б.

[2] 84-86 б.

[3] 135-137 б.

## 4- асосий саволни ушлаштириш учун мустақил ишлар

1. Ноэластик тукнашиш.

[1] 55-67 б.

[2] 71-75 б.

[3] 91-103 б.

2. Икки жисмнинг узаро таъсирини урганиш.

[1] 68-74 б.

[2] 84-86 б.

[3] 135-137 б.

Адабиётлар.

4. С.П. Стрелков. Механика. Наука. М. 1975 г.

5. Ч. Киттель. В. Найти М. Рудерман. Механика. Наука. М. 1983 г.

6. Д.Джанколи. Физика. Том -1. Мир. М. 1989 г.

**Мавзу: Каттик жисмлар механикаси.  
Ажратилган соат-4 соат**



## Машгулот тури-маъруза

### Асосий саволлар:

1. Кузгалмас укка урнатилган каттик жисмнинг мувозанати.
2. Инерция моменти.

### Таня суз ва иборалар:

Моддий нукта	каттик жисм
Илгарилама ва айланма харакат	абсолют каттик жисм
Деформация	момент
Инерция момент	

### Мавзуга оид асосий муаммолар:

1. Абсолют каттик жисм модели хакидаги муаммо.
2. Инерция момент ива куч моменти муаммоси.
3. Каттик жисмлар айланма харакат динамикаси муаммоси.

### 1- асосий савол:

- 1.1. Каттик жисмлар механикаси.

### Укитувчининг максади:

А. Талабаларга илгарилама ва айланма харакат хакида тушунча берилади.

### 1- асосий саволга оид муаммолар:

1. Кузгалмас укка урнатилган каттик жисм муаммоси.
2. Кузгалмас ук атрофида каттик жисмнинг айланиши.

### Талабалар учун идентив укув максадлари:

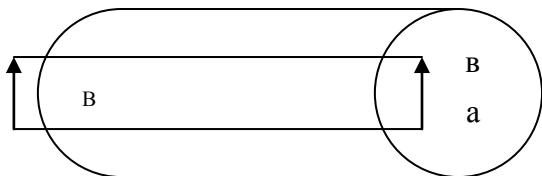
1. Айланма ва илгарилама харакат тугрисида тушунча бериш.
2. Кузгалмас укка урнатилган каттик жисм хакида тушунча бериш.
3. Кузгалмас ук атрофида каттик жисм айланиши хакида тушунча бериш.

### 1- асосий саволнинг баёни:

#### Каттик жисмлар механикаси

Механикада каттик жисм деганда моддий нукталарнинг узгармас системаси, яъни шундай идеаллаштирилган системаси тушуниладики, бу системанинг хар кандай харакатида хам унинг моддий нукталари орасидаги масофалар узгармай қолади. Табиатда жисмлар ташки куч таъсирида уз шакллари узгартиради ёки узгартирмайдилар. Дастлаб биз каттик жисмлар уз шакллари узгартирмайдилар деб караймиз. Биз келгусида механика курсида жисмларни ташки кучлар таъсиридагина харакатини кураимиз. Каттик жисмлар фазода илгарилама ва айланма харакат килади.

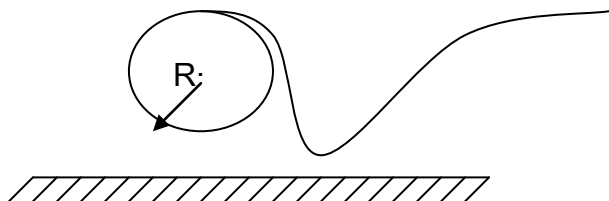
Абсолют каттик жисм деб умуман деформацияланмайдиган ва хар кандай шароитда хам зарралар орасидаги масофа узгармай қоладиган жисмга айтилади.



1- расм.

Агар жисмни ташкил килган зарралар харакати вактида параллел холда қоладиган булса бундай харакатга илгарилама харакат дейилади. Агар

жисмни ташкил қилган заррачалар ҳаракати даврида айлана ҳаракат деб аталади. Қурилаётган нуқтадан айланиш уқигача бўлган масофа  $R$  ҳарифи билан белгиланиб радиус-вектор ёки радиус дейилади.



2- расм.

Каттик жисмларнинг ҳар қандай мураккаб ҳаракатини икки турга ажратиш мумкин; Илгарилар ва айланма. Агар ҳаракат траекторияси вақт ўтиши билан каттик жисмни ясси текисликда ётса бундай ҳаракатга ясси ҳаракат дейилади.

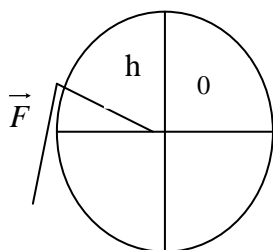
**Кузгалмас уқка урнатилган каттик жисмнинг мувозанат шарти.**

Бирорта текисликда турган жисм мувозанатда қолиши учун таъсир қилаётган қучларнинг йигиндиси нольга тенг бўлиши керак. Ньютоннинг учинчи қонунига асосан

$$\sum_{in} f_{in} = 0,$$

бўлади.

Ҳақат битта уқга эга бўлган жисмларда жисмни қайси нуқта қуйилиши аҳамияти бўлиб қолади.



3- расм.

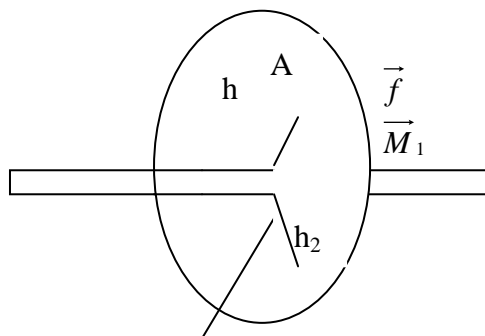
Бундай айланма ҳаракатларда айланиш моментларидан фойдаланамиз. О уқка нисбатан утувчи момент деганда шу жисмга қуйилган қуч катталиги  $F$  нинг айланиш уқидан шу қуч йуналишига тушурилган энг қиска масофанинг қупайтмасига тенг.

$$\vec{M} = [\vec{F} \cdot \vec{h}] \quad (1)$$

ёки  $\vec{M}$  нинг модули

$$M = F \cdot h \sin \alpha = F \cdot l. \quad (2)$$

$\vec{M}$  векторнинг йуналиши бурчак тезлик векторига мос келади.



Дискнинг текислигига параллел булган  $\vec{F}$  куч таъсир қилсин. Бу кучдан ташқари диска тик уққа перпендикуляр  $\vec{f}_1$  куч қуйилган,  $F_1$  куч қуйилган. Куч айланаси деб айлана марказидан кучнинг таъсир йуналишига утказилган энг қиска масофани оламиз.

$\vec{F}$  нинг елкаси  $h$ , ( $h \perp F$ )

$M_1$  нинг елкаси  $h$ , ( $h_1 \perp F_1$ )

$M_1$  моменти қуйидагича ёзамиз:

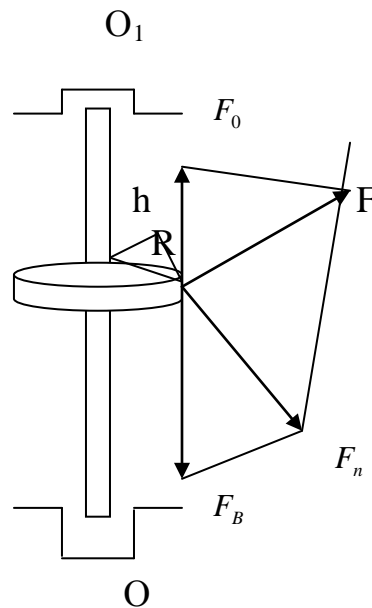
$$M_1 = F \cdot h \quad (5)$$

$M_2$  момент эса:

$$M_2 = F_1 \cdot h_1 \quad (6)$$

Бу моментларнинг ҳар бири оо<sub>1</sub> уқ атрофида айлантира олиш мумкин.  $\vec{f}$  куч эса айланиш уқини деформациялайди.  $M_1$  ва  $M_2$  қайси ҳолда мувозанатда қолишини қуриб чиқа йлик. Қузгалмас уққа эга булган айлантйрувчи кучларнинг таъсир моментининг йигиндиси О га тенг булади.

$$\begin{aligned} \vec{M}_1 &= -\vec{M}_2 \text{ ёки} \\ \vec{M}_1 + \vec{M}_2 &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$



$F_n$  - айланиш уқига перпендикуляр куч,  $F_0$  - айланиш уқига параллел куч. Бу ерда ҳосил буладиган момент

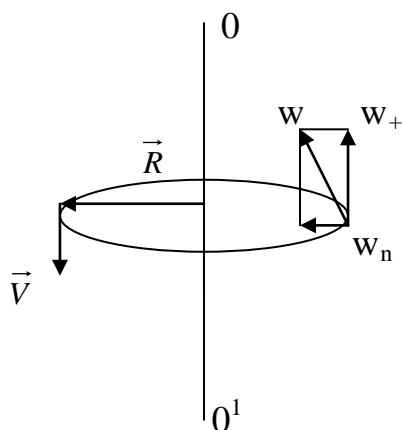
$$M = F_n h = F_B R \quad (8)$$

ҳосил булади. Демак мувозанат ҳосил булиши учун моментлар йигиндиси айланиш уқкига нисбатан нольга тенг булиши керак.

**Каттик жисмларнинг қузгалмас уқ атрофида айланиш қонуни.**

Агар бир жисм уз уқ атрофида айланса, унинг заррачалари концентрик айлданалар қизиши керак. Бундай жисмга ташқи куч таъсир қилса у ҳолда жисмнинг айланиш бурчак тезлиги вақт утиши билан узғариб боради.

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt},$$



$\varepsilon = \frac{dw}{dt}$  - бурчак тезланиш, ёки  $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$  келиб чиқади.

$$V = wR$$

Бунда R- заррачадан уқкача булган масофа.

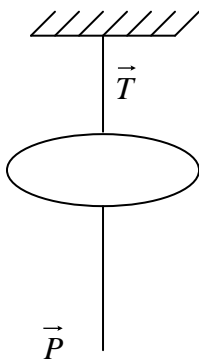
$$a_z = \frac{dv}{dt} = R \frac{dw}{dt} = R\varepsilon$$

Уринма тезланиш.

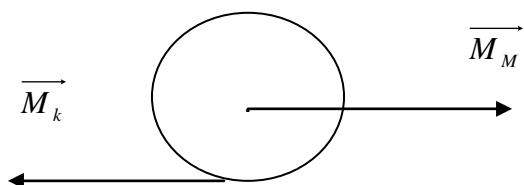
**Айлана харакат қилмайдиган жисмнинг мувозанати**

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$$

$$\vec{P}_1 + \vec{T} = 0$$



**Айлана харакат қиладиган жисмнинг мувозанати**



$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n = 0$$

1. Жисм айланма харакат қила бошлагандан 6 соат утгандан кейин бурчак тезлиги  $3 \text{ с}^{-1}$  га етган. Агар таъсир этаётган куч моменти 12 Н.М. булса, жисмнинг инерция моменти нимага тенг?

$$M = 12_{H \cdot M}$$

$$\Delta t = 6c$$

$$w_0 = 0$$

$$w = 3c^{-1}$$

$$M = J \cdot \varepsilon$$

$$J = \frac{M}{\varepsilon}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{w - w_0}{\Delta t}$$

$$J = \frac{M \cdot \Delta t}{w - w_0} = \frac{12 \cdot 6}{3 - 0} \text{кгм}^2 = 24 \text{кгм}^2$$

$J - ?$

2. Айланаётган гилдирракнинг кинетик энергияси 1 кЖ га тенг. Узгармас тормозловчи момент таъсирида гилдирак текис секинланувчи айланиш бошлади. Ва  $N=80$  марта айланиб тухтади. Тормозловчи куч молаби  $M$  топилсин.

$$E_k = 1 \text{кЖ} = 10^3 \text{Ж}$$

$$N = 80$$

$$A = E_k$$

$$A = M \varphi$$

$$M \cdot \varphi = E_k$$

$$\varphi = 2\pi N$$

$$M = \frac{E_k}{2\pi N} = \frac{10^3}{2 \cdot 3,14 \cdot 80} \text{Н} \cdot \text{М} = \frac{10}{1,6 \cdot 3,14} = 1,99_{\text{НМ}}$$

$M - ?$

$$\Delta V = \Delta(R \cdot \omega) = R \cdot \Delta \omega \quad (9)$$

Юкоридагига ухшаб икки томонини  $\Delta t$  булсак

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = R \cdot \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \quad (10)$$

$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = a$  урунма, ёки нуктанинг чизикли тезланиши.

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} \quad (11)$$

$$a_T = R \cdot \varepsilon \quad (12)$$

$$a_H = \frac{V^2}{r} = \omega^2 R$$

$M$  нуктанинг тулик тезланиши

$$a = \sqrt{a_T^2 + a_H^2} = \sqrt{R^2 \varepsilon^2 + R^2 \omega^4} = R \cdot \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \quad (13)$$

Текис айланма харакатдаги каттик жисмлар учун тадбик киладиган булсак:

$$\varepsilon = 0, \omega = \text{const} \text{ ва } \varphi = \varphi_0 + \omega t \quad (14)$$

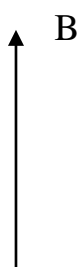
текис тезланувчан харакат учун тасбик этган.

$$\varepsilon = \text{const}, \omega = \omega_0 + \varepsilon t \text{ ва } \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2} \quad (15)$$

$$\vec{f}_{i \text{ маи}} + \vec{f}_{i \text{ ички}}$$

$O^1$

ri



$$0 \text{ ————— } \Delta m_i$$

$$0 \quad \quad \quad A$$

Зарралар массасини  $\Delta m_i$  билан белгиласак, марказдан заррача булган масофа  $r_i$ ; булсин. Заррача ташки ва ички кучлар таъсири килади.

$$\vec{f}_{i \text{ ички}} + \vec{f}_{i \text{ таши}}$$

унда Ньютоннинг 2- конунига кура

$$\Delta m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} = \Delta m_i r_i \frac{d\omega}{dt} = f_{i \text{ таши}} + f_{i \text{ ички}} \quad |$$

$r_i$  – купайтирсак

$$\Delta m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} = f_{i \text{ таши}} + f_{i \text{ ички}} \quad (16)$$

ёки

$$\Delta m_i r_i^2 \frac{d\omega}{dt} = r_i f_{i \text{ таши}} + r_i f_{i \text{ ички}} \quad (17)$$

Зарраларнинг йигиндисини оладиган булсак

$$\frac{d\omega}{dt} \sum_i \Delta m_i r_i^2 = \sum_i r_i f_{i \text{ таши}} + \sum_i r_i f_{i \text{ ички}} \quad (18)$$

Лекин  $\sum_i r_i f_{i \text{ ички}} = 0$ . хисобга оладиган булсак унда,  $\sum_i r_i f_{i \text{ таши}} = \mathfrak{Z}$ . хама

ташки кучларнинг инерцияси моменти. Айланма харакатда жисмнинг инертлигини катталиқ жихатдан тавсифлайдиган физик катталиқ инерция моменти дейлади. Моддий нуктанинг бирор уқка нисбатан инерция моменти деб,

$$J = \sum_i \Delta m_i r_i^2 \quad (19)$$

катталиқка айтилади, бунда  $\Delta m$  моддий нуктанинг массаси,  $r$  моддий нуктадан  $o^1$   $o^{11}$  айланиш уқигача булган масофа.

**Илгариланма ва айланма харакат кинематикаси катталиқларини солиштириш.**

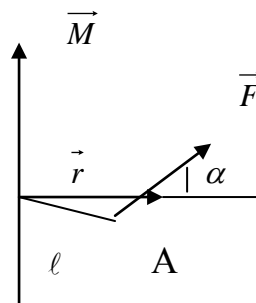
№	Илгарилама харакат	№	Айланма харакат	Харакатлар орасидаги мунасобот	
1.	Йул - $S$	1.	Бурилиш бурчали - $\varphi$	$S = R\varphi$	$\varphi = S/R$
2.	Чизикли тезлик - $v = \frac{ds}{dt}$	2.	Бурчак тезлик - $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$	$v = R\omega$	$\omega = v/R$
3.	Чизикли тезланиш	3.	Бурчак тезланиш- $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$	$a_t = R\varepsilon$	$\varepsilon = a_t/R$

	$a_T = \frac{dv}{dt}$				
4.	Масса - $m$	4.	Инерция моменти- $J = mr^2$		
5.	Куч - $\vec{F}$	5.	Куч моменти- $\vec{M} = [\vec{l}\vec{F}]$		
6.	Импульс - $\vec{P} = m\vec{V}$	6.	Импульс моменти- $\vec{L} = J\vec{\omega}$		
7.	Динамиканинг асосий қонуни - $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$	7.	$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$		
8.	Иш - $dA = FdS$	8.	Иш- $dA = Md\varphi$		
9.	Кинетик энергия - $\frac{mV^2}{2}$	9.	Кинетик энергия- $\frac{J\omega^2}{2}$		

### Инерция моменти

$$J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2 \quad (1)$$

$$[J] = [m][r^2] = 1\text{кг} \cdot 1\text{м}^2 = 1\text{кгм}^2$$



$m_i$  -  $i$  - нуктанинг массаси,  $r_i$  - нуктадан айланиш укигача булган масофа.

### Куч моменти

$$\vec{M} = [\vec{r} \cdot \vec{F}]; \quad (2)$$

$$m = F \cdot r \cdot \sin \alpha = F \cdot l, \quad (3)$$

$r \sin \alpha = l$ ;  $\alpha$  - куч  $\vec{F}$  ва радиус-вектор  $\vec{r}$  лар орасидаги бурчак

$$M[M] = [F][l]_{1_H} \cdot 1_M = 1_{HM}.$$

### Айланма харакат динамикасининг тенгламаси

$$M = J \cdot \varepsilon = J \frac{d\omega}{dt}, \quad (4)$$

$$\vec{M} = J \cdot \vec{\varepsilon} \quad (5)$$

### Импульс моменти ва унинг сакланиш қонуни

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] = [r m \vec{V}]$$

$$L = r \cdot p \sin \alpha = mVr \sin \alpha = p \cdot l$$

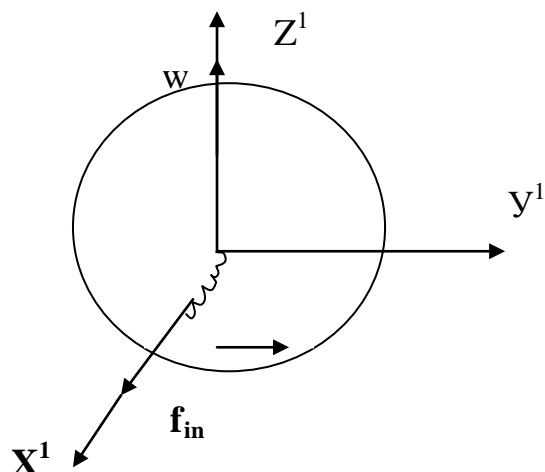
$$[L] = [r][P] = [M] \cdot | \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с} = | \text{кгм}^2 / \text{с}$$

$$L = J\omega \quad (6)$$

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F} \Rightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \quad \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \quad \vec{L} = \text{const} \quad \omega_k = \frac{wv^2}{2} \Rightarrow \omega_k = \frac{J\omega^2}{2} \quad (7)$$

### Марказдан қочма инерция кучи

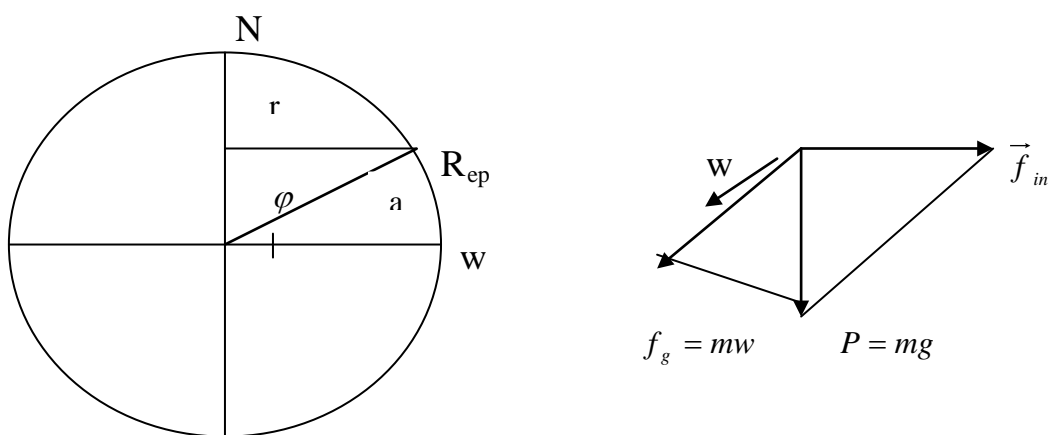
Узига нисбатан перпендикуляр утган  $Z^1$  уққа нисбатан  $w$  бурчак тезлик билан айланувчи дискни текширайлик.



Диск билан бирга унинг марказига пружина маҳкамланган шарга айланаётган бўлсин. Диск билан бирга санок системага нисбатан шарча тинч ҳолда бўлади, чунки шарча пружина томонидан таъсир этаётган кучдан ташқари диск марказидан радиус бўйлаб йуналган

$$f_{in} = mw^2 R \quad (8)$$

куч ҳам таъсир қилади. Айланаётган (инерция сиситемасига нисбатан айланаётган) системасида юзага келувчи (8) куч марказдан қочма инерция куч дейилади. Жисмларнинг ер сиртига нисбатан ҳаракатига доир масалаларини аниқ ечган вақтларда  $mw_{ep}^2 R_{ep} \cos \varphi$  га тенг бўлган инерция кучини ҳисобга олмоқ керак, бу ерда  $m$ - жисмнинг массаси  $w_{ep}$  – Ернинг уз уқи атрофида айланиш бурчак тезлиги.  $R_{ep}$  – Ернинг радиуси.



### Айлана ҳаракатнинг кинетик энергияси

Айланаётган жисмнинг кинетик энергияси шу жисмдаги барча зарраларнинг кинетик энергиясининг йиғиндисига тенг:

$$E_k = \sum \frac{m_i v_i^2}{2}$$



$m_i$  - бирор зарранинг массаси,  $v_i$  - унинг чизикли тезлиги булиб, у айланиш укидан берилган заррачага булган  $r_i$  - масофага пропорционал. Бу масофага

$$g_i = rw_i$$

куйиб, йигинди ишораси остидан хама зарралар умумий булган бурчак тезлигини чикарсак, куйидагига эга буламиз:

$$E_k = \frac{w^2}{2} \sum m_i r_i^2$$

Агар жисмнинг инерция моменти тушунчасини киритсак айланма харакатдаги жисмнинг кинетик энергияси учун ёзилган бу формулани илгарилама харакат кинетик энергиясининг ифодасига ухшаш куринишга келтиришимиз мумкин. Моддий нуктанинг инерция моменти деб шу нуктанинг массаси билан айланиш укидан нуктагача буюган масофа квадратининг купайтмасига айтилади. Жисмнинг инерция моменти шу жисмдаги барча моддий нукталар инерция моментларининг йигиндисига тенг.

$$J = \sum m_i r_i^2$$

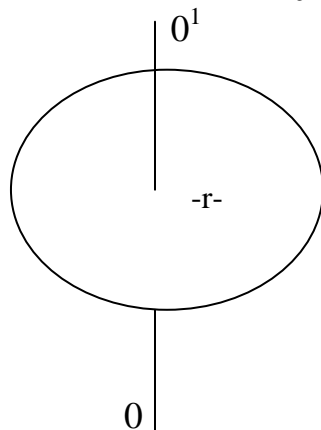
Шундай килиб айланма харакат килаётган жисмнинг кинетик энергияси куйидаги формула билан аникланади.

$$E_k = \frac{Jw^2}{2}$$

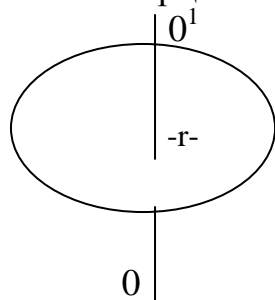
Баъзи бир жисмларнинг инерция моментларининг кийматларини келтирамыз.

1. Ингичга халканинг маркази оркали уз текислигига перпендикуляр утган укка нисбатан инерция моменти

$$J = mr^2$$

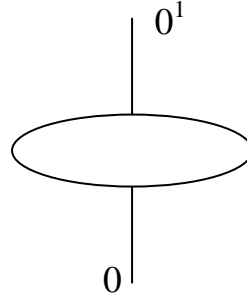


2. Думолок дискнинг (ёки цилиндрнинг) уз текислигига тик ва маркази оркали утувчи укка нисбатан инерция моменти



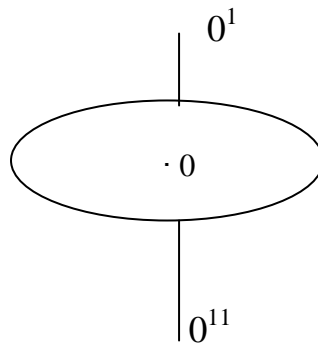
$$J = \frac{1}{2} mr^2$$

3. Юпка думалок дискнинг унинг диаметри билан устма-уст тушувчи укка нисбатан инерция моменти



$$J = \frac{1}{4}mr^2$$

4. Бир жисмли шарнинг  $O$  марказдан утувчи  $O^1 O^{11}$  укка нисбатан инерция моменти



$$J = \frac{2}{5}mr^2$$

5.  $r$  радиусли юпка сферик катламнинг марказидан утувчи укка нисбатан инерция моменти

$$J = \frac{2}{3}mr^2$$

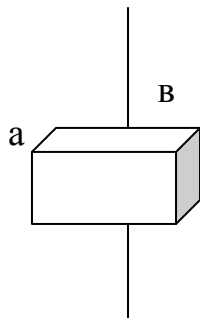
6. Калин сферик катламнинг марказидан утувчи укка нисбатан инерция моменти

$$J = \frac{2}{5}m \frac{R^5 - r^5}{R^3 - r^3}$$

бу ерда  $R$  ташки сиртнинг радиуси,  $r$ - ичидаги бушликнинг радиуси.

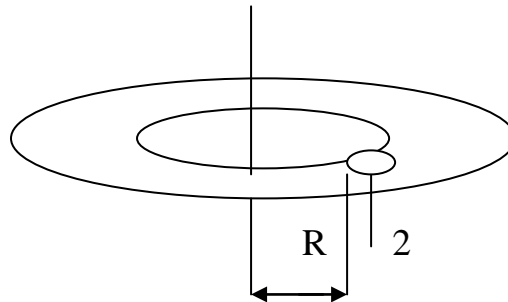
7. Тугри бурчакли параллелепеднинг симметрия укига нисбатан инерция моменти

$$J = \frac{1}{2}(ma^2 + mb^2)$$



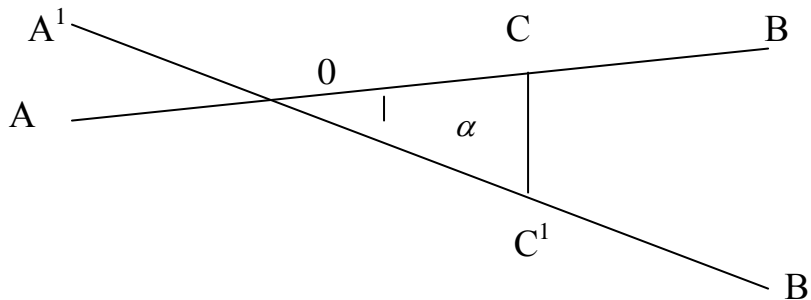
8. Югон халканинг инерция моменти

$$J = m(R^2 + \frac{3}{4}r^2)$$



### Инерция моментининг айланиш уки вазиятига боғликлиги

Огирлик маркази  $C$  нуктага жойлашган  $AB$  стержень  $w$  бурчак тезлик билан чизма текислигига тик йуналган  $O$  уқ атрофида айланаётган булсин. Бирор вақт оралиги ичида стержень узининг  $AB$  вазиятидан  $A^1 B^1$  вазиятга утди ва бунда огирлик маркази  $CC^1$  ёйни чизади фараз килайлик.



Стерженьнинг бу силжишини бошқача, яъни стержень аввал илгарилама харакат килиб  $A^{11} B^{11}$  вазиятга утади, кейин эса  $C^1$  атрофида  $A^1 B^1$  вазиятга келгунча айланади, деб тасаввур килиш мумкин. Айланиш укидан огирлик марказигача булган  $OC$  масофани  $a$  билан,  $BOB^1$  бурчакни эса  $\varphi$  билан белгилаймиз. Стерженьнинг хакикий харакатини топиш учун биз курсатилган хар иккала харакат бир вақтда содир булади деб фараз килишимиз мумкин. Бунга асосан  $O$  нукта оркали утувчи уқ атрофида  $w$  бурчак тезлик билан айланувчи стерженьнинг кинетик энергиясини икки қисмга ажратишимиз мумкин.

$$J = J_c + ma^2$$

Ихтиёрий айланиш укига нисбатан олинган инергия моменти огирлик маркази оркали бу уқка параллел утказилган уқка нисбатан инерция моменти билан жисм массасининг огирлик марказидан айланиш укигача булган масофанинг квадратиға купайтмасининг йигиндисига тенг экан.

Масалан, узунликдаги ипга осилган, радиус  $r$  ва массаси  $m$  га тенг булган шарнинг осилиш нуктаси оркали утувчи уқка нисбатан инерция моменти

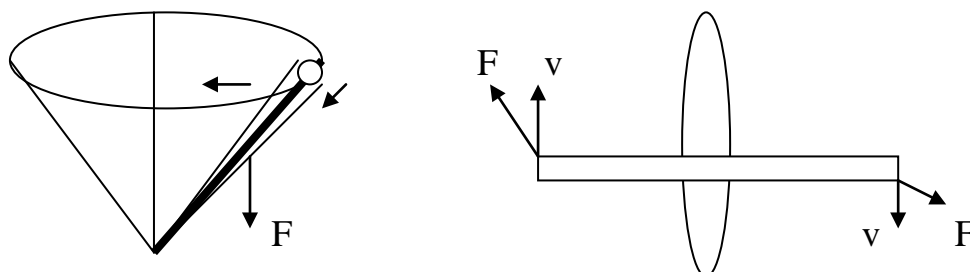
$$J = \frac{2}{5}mr^2 + m(l+r)^2$$

### Харакат микдори моментининг сакланиш қонуни

Айланма харакат динамикасининг асосий формуласи

$$M = \frac{d(J\omega)}{dt} = \frac{dL}{dt} \quad d(J\omega) = Mdt \quad J\omega^3 = L = const$$

Агар жисмга ташки кучлар таъсир этмаса жисмнинг айланиш укига нисбатан ҳаракат микдорининг моменти узгармас экан. Узининг тула симметрия уки атрофида катта бурчак тезлик билан айланувчи каттик жисм траскоп дейилади.



Пилдирокнинг уки огирлик кучининг огдиривчи таъсири остида прецессия деб аталадиган айланма ҳаракатга келади.

### Назорат топшириқлари:

1.1.1.1. Абсолют каттик жисм деб қандай жисмга айтилади?

а) Абсолют каттик жисм деб деформацияланмаган ва ҳар қандай шароитда ҳам зарралар орасидаги масофа узгариб қоладиган жисмга айтилади.

б) Абсолют каттик жисм деб умуман деформацияланмайдиган ва ҳар қандай шароитда ҳам зарралар орасидаги масофа узгармай қоладиган жисмга айтилади.

в) Абсолют каттик жисм деб қисман деформацияланмаган ва ҳар қандай шароитда ҳам зарралар орасидаги масофа узгармайдиган жисмга айтилади.

г) Абсолют каттик жисм деб қисман деформацияланиб ва ҳар қандай шароитда ҳам зарралар орасидаги масофа узгарадиган жисмга айтилади.

д) Тугри жавоб йук.

1.1.1.2. Айланма ҳаракатда радиус қандай аниқланади?

а) Урганилаётган нуқтадан айланиш укигача булган масофа радиус-вектор ёки радиус дейилади.

б) Координата бошига радиус дейилади.

в) Координата охирига радиус дейилади.

г) Жисмнинг калинлиги орқали аниқланади.

д) Тугри жавоб йук.