

МЕХАНИКА

1 - маъруза

КЛАССИК МЕХАНИКАНИНГ
ФИЗИК АСОСЛАРИ.
ИЛГАРИЛАНМА ВА АЙЛАНМА
ХАРАКАТ КИНЕМАТИКАСИ

Маъруза режаси

- **Физика фани.**
- **Техниканинг ривожланиши ва мутахассис кадрларнинг шаклланишида физика фанининг аҳамияти.**
- **Физика курсининг тузилиши ва мақсади.**
- **Механикавий ҳаракат.**
- **Физикавий моделлар: моддий нуқта, абсолют қаттиқ жисм. Фазо ва вақт.**
- **Моддий нуқта кинематикаси.**
- **Нуқтанинг айлана бўйлаб ҳаракати.**
- **Эгри чизиқли ҳаракатда тезлик ва тезланиш.**
- **Нормал ва тангенциал тезланишлар.**
- **Айланма ҳаракатнинг кинематикаси.**
- **Бурчакли тезлик ва бурчакли тезланиш.**
- **Ҳаракатнинг чизиқли ва бурчакли тавсифлари боғланиши.**

ФИЗИКА фани – табиат ҳодисаларининг оддий ва умумий қонуниятларини, моддалар тузилиши ва хусусиятларини, уларнинг ҳаракати қонуниятларини ўргатувчи фандир.

Физика фанининг амалий аҳамияти



ФИЗИКА КУРСИНИНГ АСОСИЙ ВАЗИФАЛАРИ

Бўлажак муҳандисларнинг техникага тегишли маълумотлар оқимида йўналиш олишларига имкон берувчи ва физика принципларидан ўзларининг ихтисослик соҳаларида фойдаланиш имкониятларини таъминловчи *назарий тайёрланиш асосларини яратиш*

Келажакда муҳандислик масалаларини ечишга ёрдам берувчи, физиканинг барча соҳаларига тегишли *аниқ масалаларни ечиш усуллари ва кўникмаларини ўзлаштириш*

Илмий фикрлашни, хусусан, турли физикавий тушунча ва қонунларнинг қўлланилиш чегараларини *тўғри тушинишни шакллантириш*

Механика – механик ҳаракат ва жисмларнинг ўзаро таъсир қонуниятларини ўрганиш билан шуғулланувчи физиканинг бўлиmidир.

- **Кинематика** – жисмлар ҳаракати қонуниятларини, ҳаракатнинг келиб чиқиш сабабларини эътиборга олмай, ўрганади.
- **Динамика** – жисмлар ҳаракати қонуниятларини, ҳаракатнинг келиб чиқиш сабабларини билган ҳолда, ўрганади.
- **Статика** – жисмлар тизими, тўпламининг мувозанат ҳолати қонунларини ўрганади.

**Классик механика, тезлиги
ёруғликнинг вакуумдаги тезлигидан
($c \sim 3 \cdot 10^8$ м/с) сезиларли равишда
кичик тезликка эга бўлган ($v \ll c$)
макроскопик жисмларнинг ҳаракати
қонунларини ўрганади.**

Ёруғлик тезлигига яқин ёки тенг тезликларга эга бўлган микроскопик жисмлар ҳаракати қонунларини махсус нисбийлик назариясига асосланган *релятивистик механика* ўрганади. Бу механика А.Эйнштейннинг 1905-1914 йилларда яратган нисбийлик назариясига асосланган.

Квант механикаси микроскопик жисмларнинг (молекулалар, алоҳида атомлар, элементар заррачалар) ҳаракатларини, атом ва молекулалар тузилиши ва хусусиятларини ифодалайди. 1900 йилда, М.Планк иссиқлик нурланиши энергияси тўғрисида илмий маъруза қилганидан сўнг, квант механикасига асосланган квант физикаси ташкил топган деб ҳисобланади.

классик механиканинг нисбий жойлашиши



ХБТ (*SI, Système International d'Unités*) — халқаро бирликлар тизими

ХБТнинг асосий бирликлари:

Узунлик бирлиги – метр ёруғликнинг вакуумда $1/299\,792\,458$ с вақт интервалида босиб ўтган йўлидир

Масса бирлиги – килограмм килограммнинг халқаро прототипи массасига тенг бўлган масса бирлигидир

Вақт бирлиги – секунд 133 - цезий атомининг асосий ҳолатидаги иккита ўта нозик энергетик сатҳлари орасидаги ўтишга тегишли $9\ 192\ 631\ 770$ нурланиш даврларига тенг бўлган вақтга айтилади.

Электр токи кучи бирлиги – ампер 1 метрли ўтказгичнинг ҳар бир қисмида $2 \cdot 10^{-7}$ Ньютон таъсир кучи ҳосил қиладиган, вакуумда 1 метр оралиқда жойлашган, ҳисобга олмайдиган даражада кичик кўндаланг кесим юзасига эга бўлган, чексиз узунликдаги тўғри чизиқли параллел жойлашган ўтказгичлардан ўтаётган ўзгармас ток кучига айтилади.

Термодинамик температура - Кельвин сувнинг учлик нуқтаси термодинамик температурасининг $1/273,16$ қисмига тенг бўлган температура бирлигига айтилади.

Модда миқдори – моль, 0.012 килограмм массали 12 – углерод атомидаги структурали элементлар сонига тенг бўлган тизимнинг модда миқдorigа айтилади. Структурали элементлар атомлар, молекулалар, ионлар, электронлар ва бошқа заррачалардан иборат бўлиши мумкин.

Ёруғлик кучи – Кандела манбанинг берилган йўналишида, $540 \cdot 10^{12}$ Гц частотали, $1/683$ Вт/стерадиан ёруғлик энергетик кучига эга бўлган монохроматик нурланиш чиқарадиган ёруғлик кучига айтилади.

Физикавий фазо:

- **уч ўлчамли** – жисмларнинг ҳолати учта координаталар билан тўла аниқланади.
- **изотроп** – фазонинг барча йўналишлар бўйича хусусиятлари бир хил ва ўзгармас ҳисобланади.
- **бир ўлчамли** - фазонинг барча нуқталаридаги хусусиятлари бир хил ҳисобланади.

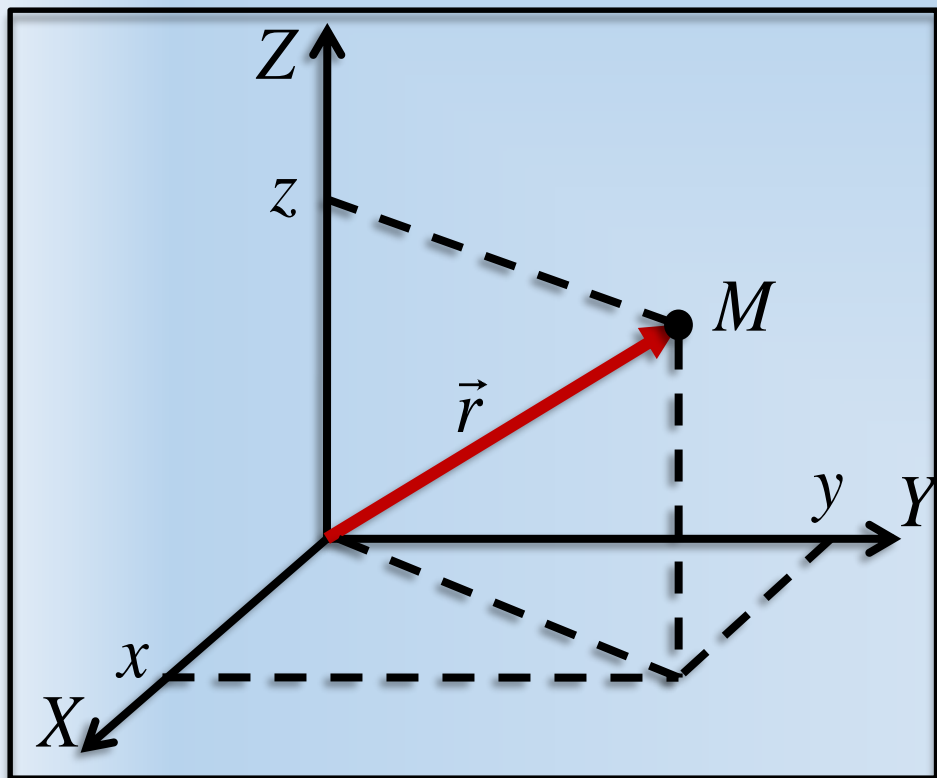
Вақт:

- **Бир ўлчамли** – вақт ўқида ўтиш йўналиши келтирилади.
- **Бир жинсли** – вақт ўқининг барча нуқталарида вақт хусусияти бирхил ҳисобланади.

Саноқ тизими

Жисмларнинг фазодаги вазиятини аниқлашга имкон берадиган, қўзғалмас жисм билан боғланган координаталар тизими *фазовий саноқ тизими* деб аталади.

Декарт координата тизими



Танлаб олинган фазовий саноқ тизимидаги ҳар бир нуқтанинг ўрнини учта x, y, z координаталар орқали ифодалаш мумкин.

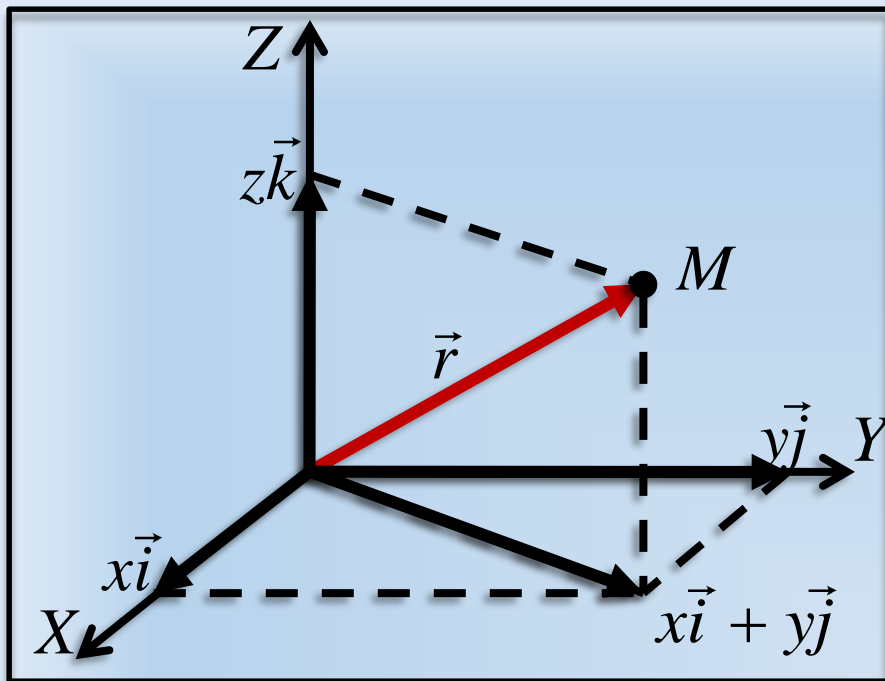
Координата бошидан M нуқтагача йўналтирилган кесма *радиус - вектор* деб аталади

1) координаталар

x, y, z

2) радиус вектор

\vec{r}



Радиус - векторнинг
координаталари x, y, z
ўқлардаги проекцияларидан
иборат яъни: i, j, k – бирлик
векторлар,

$$|i| = |j| = |k| = 1$$

моддий нуқтанинг координаталари радиус-вектор билан
аниқланади

$$\vec{r} = xi\vec{i} + yj\vec{j} + zk\vec{k}$$

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

$$|\vec{r}| = r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

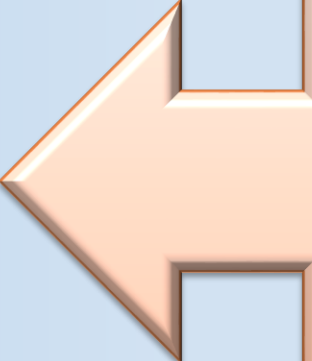
Моделлаштириш – физикавий моделларни фикран тузиш.

Тажрибада изланаётган тизим аниқ масаланинг муҳим аҳамиятга ва энг зарур хусусиятларга эга бўлган моделлар орқали алмаштирилиб, атайлаб соддалаштирилади.

Масалан: абсолют қаттиқ жисм, моддий нуқта, идеал газ ва бошқалар.

Абсолют қаттиқ жисм – ҳар қандай шароитда деформацияланмайдиган жисмдир.

Моддий нуқта деб, маълум массага эга бўлган,
ўлчами ўрганиладиган масофаларга нисбатан жуда
кичик бўлган жисмга айтилади.



Ойнинг геометрик
ўлчамлари Ергача
бўлган масофага
нисбатан жуда
кичик бўлгани
учун Ойни
моддий нуқта деб
ҳисоблаш мумкин

Тезлик модули вақт ўтиши билан ўзгармас қолса, бу ҳаракат **текис ҳаракат** деб аталади.

ТЕЗЛИК

$$v = \text{const}$$

КЎЧИШ

$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt = v \int_{t_1}^{t_2} dt = v(t_2 - t_1) = v\Delta t$$

Исталган тенг вақт ораликларида жисм ҳар хил кўчса,
бу ҳаракат **нотекис ҳаракат** деб аталади.

Агарда вақт ўтиши билан тезлик модули ошиб борса, у
ҳолда ҳаракат **тезланувчан ҳаракат** деб аталади, тезлик
модули камайган ҳолда - **секинланувчан** деб аталади.

Нотекис ҳаракатда

нуқтанинг $t_1 - t_2$ вақт
оралигида босиб ўтган йўли S
қуйидаги интеграл билан
ифодаланади



$$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$$

Текис тезланувчан ҳаракатда жисмнинг тезлиги
исталган тенг вақт ораликларида бир хил ўзгаради.

Халқаро бирликлар
тизимида тезланиш
 1м/с^2 билан
ўлчанади.

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

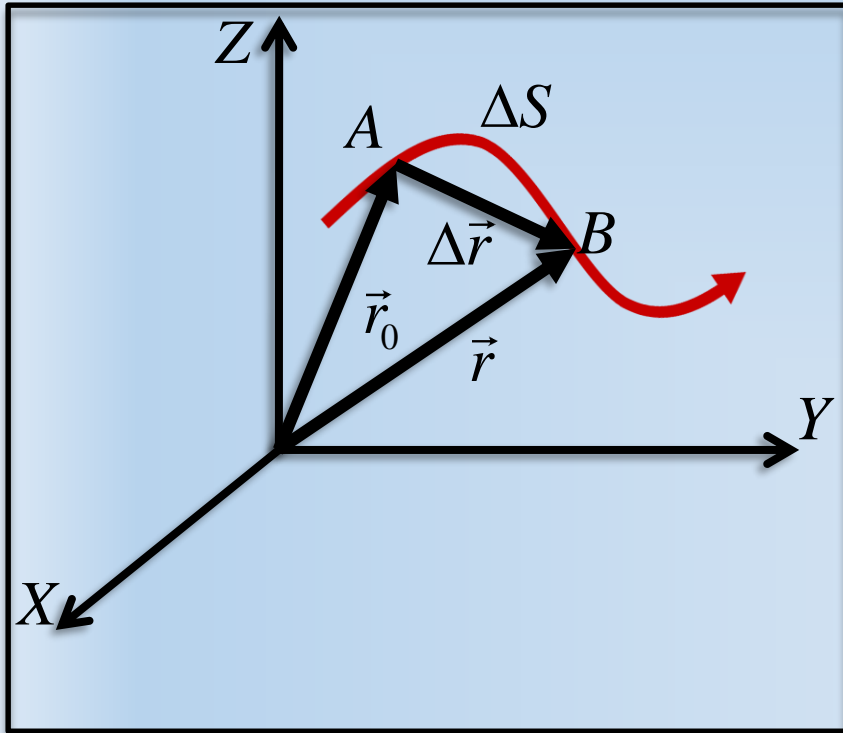
Ҳаракатнинг кинематик тенгламаси моддий нуқта ҳаракати қонунини ва координаталар ёки r радиус векторнинг t вақтга боғлиқ функционал боғланишини ифодалайди.

$$x = x(t)$$

$$y = y(t) \quad \text{или} \quad \vec{r} = \vec{r}(t)$$

$$z = z(t)$$

Ҳаракат траекторияси



– бу танланган санақ тизимига нисбатан ҳаракатланаётган жисмнинг чизган чизиғидир.

Кўчиш вектори $\Delta\vec{r}$

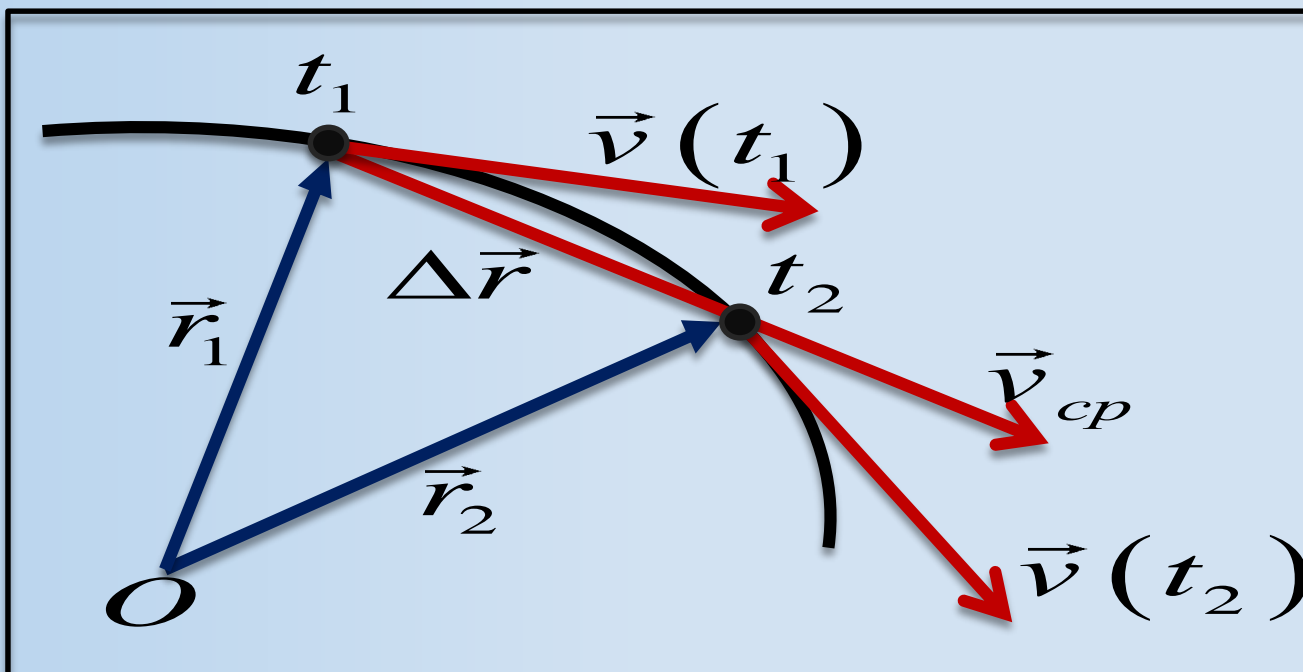
- бу эгри чизиқли траекторияда ҳаракатланаётган моддий нуқта ҳолатлари радиус - векторининг вақтга боғлиқ кўчишидир.

$$\Delta\vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0 = \vec{r}(t) - \vec{r}(t_0) = \Delta x \cdot \vec{i} + \Delta y \cdot \vec{j} + \Delta z \cdot \vec{k}$$

Моддий нуқтанинг тезлиги

- бу нуқта ҳаракати траекториясига уринма бўйлаб йўналган, модули босиб ўтилган йўлдан вақт бўйича олинган хосилага тенг бўлган вектор катталиқдир.

У ҳаракатнинг жадаллигини ва берилган вақт momentiдаги йўналишини белгилайди.



Ҳаракатнинг ўртача тезлиги

- кўчиш векторини кўчиш содир бўлган вақт оралигига нисбати билан белгиланади ва радиус – векторнинг вақт бўйича ўзгариш жадаллигини тавсифлайди.

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Оний тезлик

- бу ўртача тезликнинг, Δt вақтни нолга интилишида, олган чегаравий қиймати ва радиус - вектор дан вақт бўйича олинган ҳосилга тенг катталиқдир:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

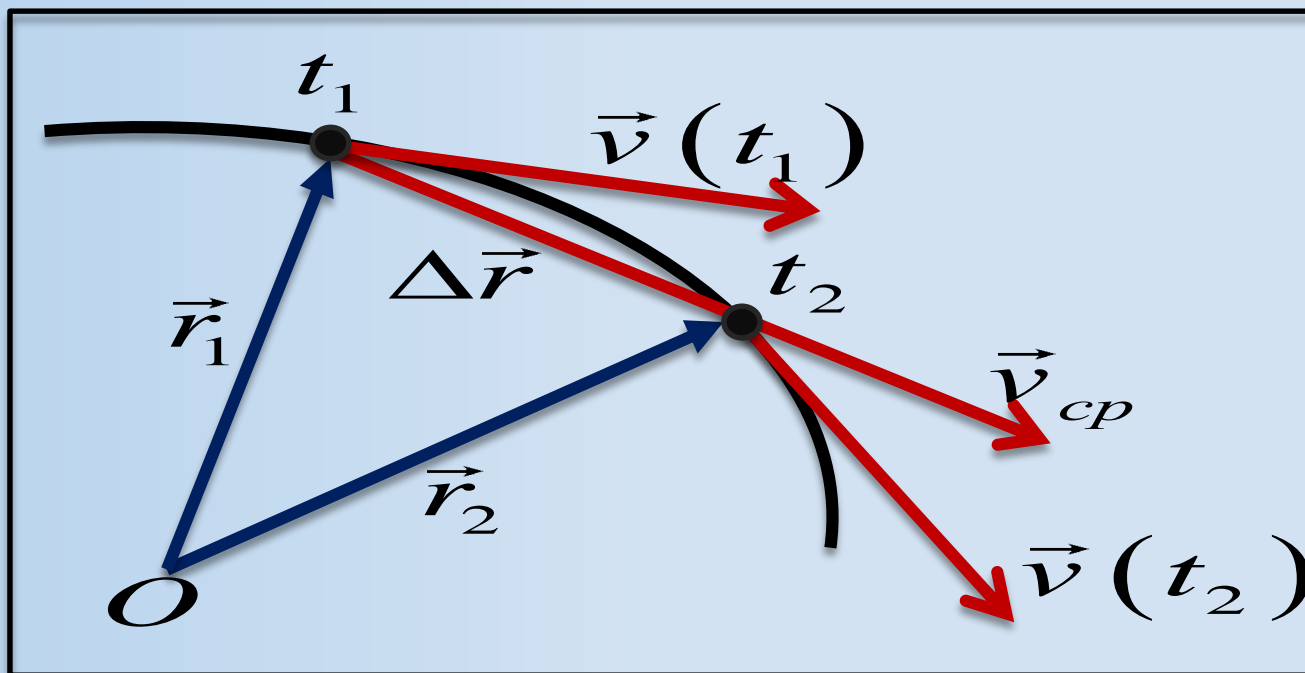
Оний тезлик йўналиши ҳаракатланаётган моддий нуқта траекториясига уринма бўйлаб йўналган.

бу ердан

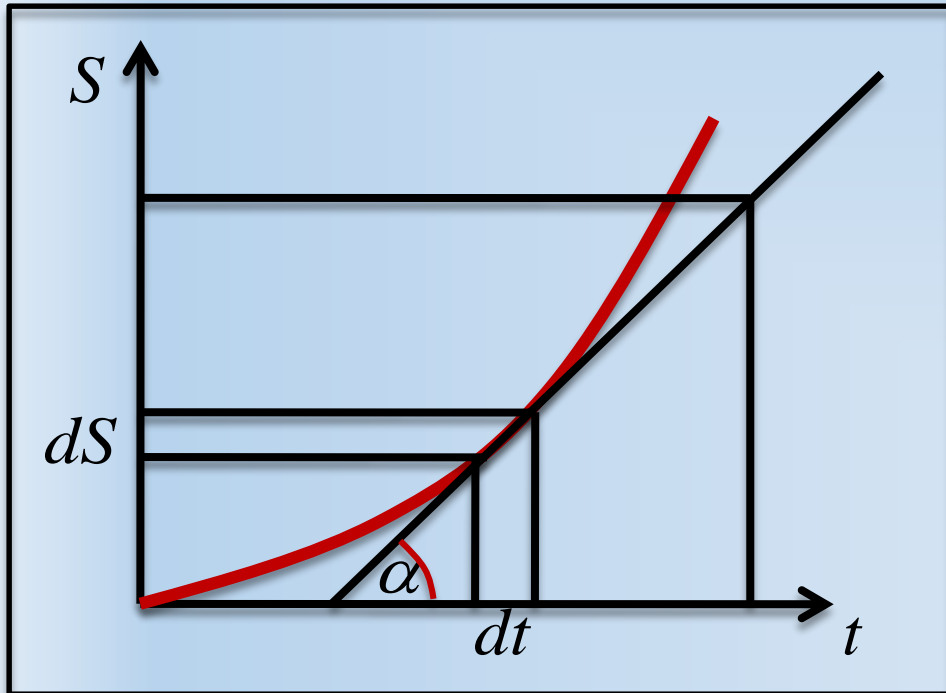
$$ds = v \cdot dt$$

Оний тезлик вектори жисм ҳаракати бўйича траекториянинг берилган нуқтасига ўтказилган уринмага йўналган, расмда v_1 тезлик вектори A нуқтада, v_2 тезлик вектори B нуқтада келтирилган.

Ўртача тезлик вектори ҳам Δr кўчиш векторига ўхшаш йўналган (A ва B нуқталарни бирлаштирувчи тўғри чиғиқ бўйлаб) .



Босиб ўтилган S йўлнинг t вақтга боғлиқ графиги

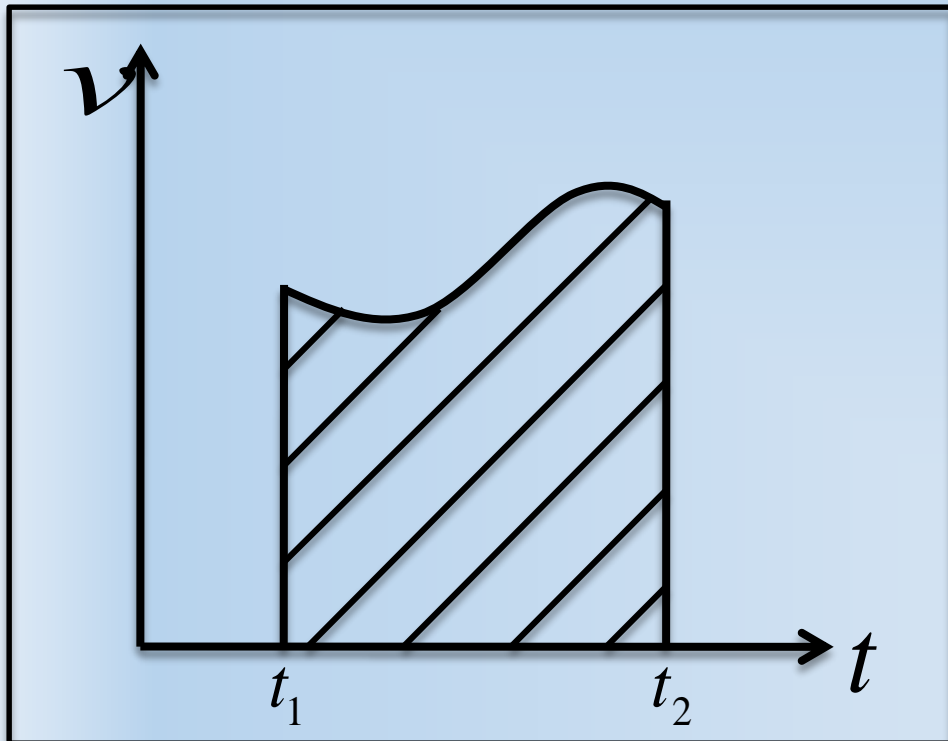


t вақт momentiда $v(t)$ тезлик вектори $S(t)$ эгри чизиқ уринмасига йўналган бўлади.

t ўқ билан уринманинг хосил қилган бурчаги қуйидагига тенг

$$\frac{dS}{dt} = \operatorname{tg}\alpha$$

Босиб ўтилган йўл чизмасининг геометрик маъноси



Нуқтанинг **босиб ўтган йўл узунлиги** кузатилаётган t вақт оралигида нуқта траекториясининг барча қисмлари узунликларининг йиғиндисига тенгдир.

Йўл узунлиги вақтнинг скаляр функциясидир.

Босиб ўтилган йўл $v = v(t)$ эгри чизиқнинг t_1 дан t_2 вақт интервали билан чегараланган юзасини белгилайди.



$$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$$

Агарда ҳаракат бирнеча йўналишларда содир бўлса, тезлик векторини декарт координата тизими ўқлари бўйича ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

$$\vec{v} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j} + v_z \vec{k}$$

Йўналишлар бўйича тезликнинг ташкил этувчилари тегишли координаталарнинг вақт бўйича биринчи хосилалари билан аниқланади.

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt},$$
$$v_z = \frac{dz}{dt}$$

Умумий тезлик модули Пифагор теоремаси ёрдамида аниқланади.

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

Тезланиш – тезлик ўзгариши жадаллигини кўрсатувчи катталиқдир.

Ўртача тезланиш – Δt вақт оралагида Δv оний тезликнинг ўзгаришини кўрсатувчи катталиқдир.

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Оний тезланиш ёки берилган вақт моментидаги тезланиш – бу ўртача тезланишнинг нуқтадаги чегаравий қийматидир.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \frac{d^2 r}{dt^2} = \ddot{r}$$

Тезланиш векторини декарт координата тизими ўқлари бўйича ташкил этувчиларга ажратиш мумкин.

Йўналишлар бўйича тезланиш ташкил этувчилари тегишли координаталардан вақт бўйича олинган иккинчи хосилалар ёки тегишли тезликлардан олинган биринчи хосилалар билан аниқланади.

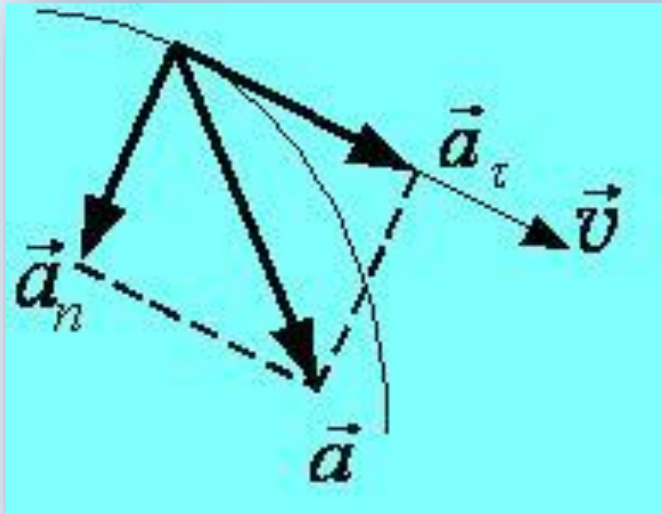
Тўла тезланиш модули

$$\begin{aligned}\vec{a} &= a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} = \\ &= \left(\frac{dv_x}{dt} \right) \vec{i} + \left(\frac{dv_y}{dt} \right) \vec{j} + \left(\frac{dv_z}{dt} \right) \vec{k} = \\ &= \left(\frac{d^2x}{dt^2} \right) \vec{i} + \left(\frac{d^2y}{dt^2} \right) \vec{j} + \left(\frac{d^2z}{dt^2} \right) \vec{k}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a_x &= \frac{d^2x}{dt^2}, & a_y &= \frac{d^2y}{dt^2}, & a_z &= \frac{d^2z}{dt^2} \\ a_x &= \frac{dv_x}{dt}, & a_y &= \frac{dv_y}{dt}, & a_z &= \frac{dv_z}{dt}\end{aligned}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

Тезланишни иккита ташкил этувчиларнинг геометрик йиғиндиси кўринишида тасаввур этиш мумкин:



$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

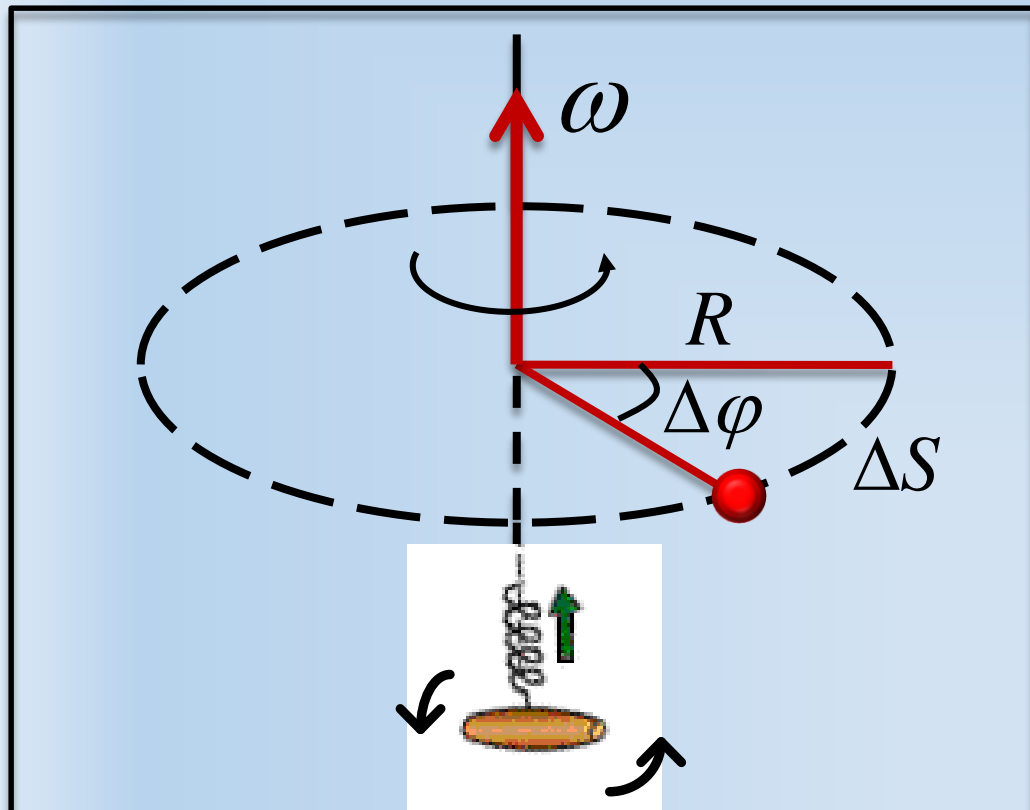
\vec{a}_τ -**тангенциал ташкил этувчиси** – траекториянинг уринмасига йўналган бўлиб тезлик йўналишига мос келади ва тезликни миқдор жиҳатидан ўзгариши ҳисобига пайдо бўлади.

\vec{a}_n -**нормал ташкил этувчиси** – траектория эгрилиги марказига йўналган бўлиб марказга интилма тезланиш ҳисобланади ва тезликнинг йўналиши ўзгариши ҳисобига пайдо бўлади.

Тезланишнинг тангенциал ва нормал ташкил этувчиларини ҳисобга олган ҳолда ҳаракатни классификациялаш

$a_{\tau} = 0, a_n = 0$	прямолинейное равномерное движение
$a_{\tau} = a = const, a_n = 0$	прямолинейное равнопеременное движение
$a_{\tau} = f(t), a_n = 0$	прямолинейное движение с переменным ускорением
$a_{\tau} = 0, a_n = const = \frac{v^2}{R}$	равномерное движение по окружности
$a_{\tau} = 0, a_n = f(t)$	криволинейное равнопеременное движение
$a_{\tau} = const, a_n \neq 0$	равномерное криволинейное движение
$a_{\tau} = f(t), a_n \neq 0$	криволинейное движение с переменным ускорением

Айланма ҳаракатнинг кинематикаси



Айланма ҳаракатни
ифодалашда R и φ
қутб
координаталаридан
фойдаланиш
қулайдир. Бу ерда R —
радиус — қутбдан
моддий нуқтагача
бўлган масофадир, φ —
қутб бурчаги
(бурилиш бурчаги).

$d\varphi$ - элементар бурилишлар, $\Delta\varphi$ -
псевдовекторлар

Бурилиш бурчаги $\Delta\vec{\varphi}$

- айланаётган нуқтанинг босиб ўтган ёй узунлиги ΔS ни, R радиусга нисбати билан ўлчанадиган физикавий катталиқдир.

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta S}{R}$$

$$[\varphi] = [\text{rad}]$$

Бурчакли кўчиш $d\vec{\varphi}$

— модули бурилиш бурчагига тенг бўлган, йўналиши ўнг парманинг илгариланма ҳаракати йўналишига мос тушадиган вектор катталиқдир.

Бурчакли тезлик

- бурчакдан вақт бўйича олинган биринчи хосилага тенг вектор катталиқдир

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} = \dot{\vec{\varphi}}$$

$$[\omega] = \left[\frac{\text{град}}{c}, \frac{\text{рад}}{c}, \frac{\pi}{c} \right]$$

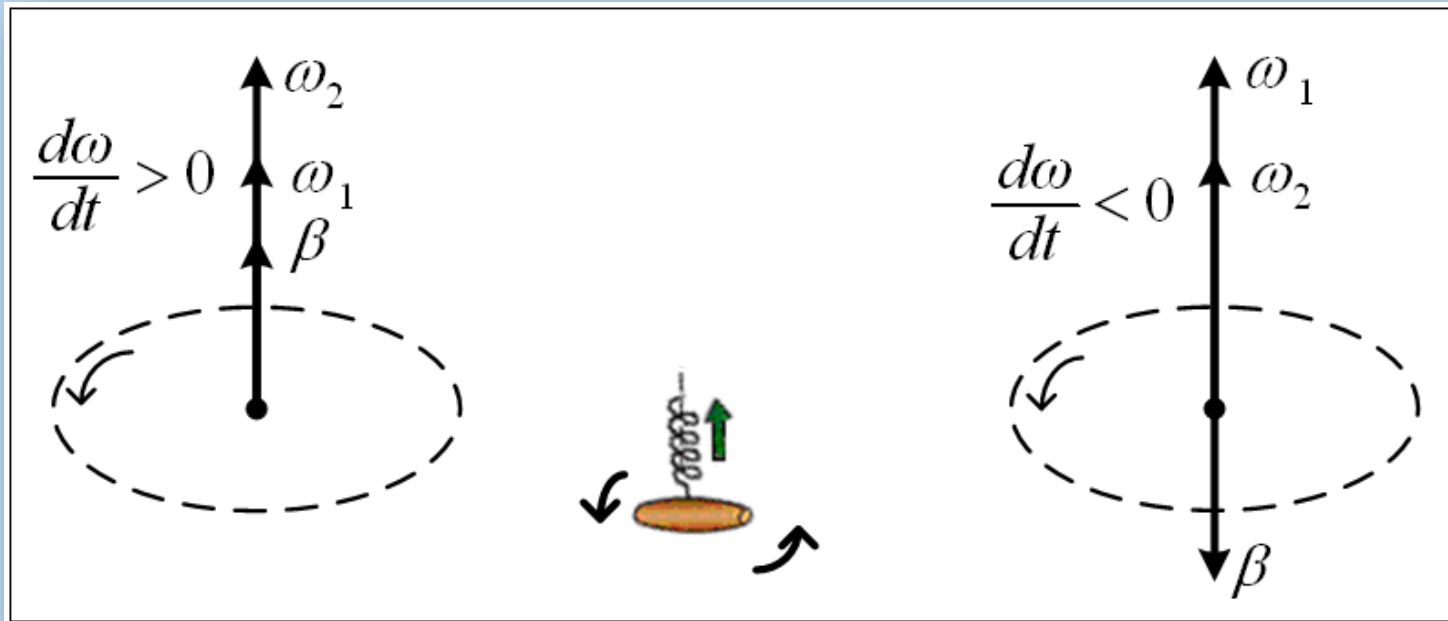
Бурчакли тезланиш

- бурчакли тезликдан вақт бўйича олинган биринчи хосилага тенг вектор катталиқдир

$$\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \dot{\vec{\omega}} = \frac{d^2\vec{\varphi}}{dt^2} = \ddot{\vec{\varphi}}$$

$$[\beta] = \left[\frac{\text{рад}}{c^2} \right]$$

Бурчакли тезланиш



β вектор айланиш ўқи бўйлаб ω бурчак тезлик вектори ўсиши томон йўналган :

- тезланувчан айланишда β вектор ω вектор йўналишига мос тушади ;
- секинланувчан айланишда бурчакли тезланиш вектори ω вектор йўналишига тескари йўналгандир.

Чизиқли тезлик

Нуқтанинг чизиқли тезлиги бурчақ тезлик ва траектория радиуси билан қуйидаги ўзаро нисбат орқали боғланган

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R \cdot \Delta \varphi}{\Delta t} = R \cdot \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \omega R$$

Чизиқли тезлик ифодасини вектор кўринишда қуйидаги вектор кўпайтма кўринишда ёзиш мумкин:

$$\vec{v} = [\vec{\omega}, \vec{R}]$$

Чизиқли тезлик модули

$$|v| = \omega R \sin \alpha$$

Текис айланма ҳаракат

Агар бурчак тезлик ω ўзгармас бўлса, айлана бўйлаб ҳаракат *текис айланма ҳаракат* деб аталади. Бир марта тўлиқ айланишга кетган давр T айланиш даври деб ҳисобланади

$$2\pi = \omega \cdot T \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \text{const}$$

демак

$$\varphi = \omega \cdot t$$

текис айланма ҳаракатда
тезланиш ва бурчакли тезликнинг
боғланиши

$$a_n = \frac{v^2}{R} = v\omega = \omega^2 R$$

$$a_\tau = 0$$

Текис тезланувчан айланма ҳаракат

<p>Бурчакли тезланиш ва бурчакли тезлик</p>	$\beta = const \quad \omega = \omega_0 + \beta t$
<p>Бурчакли кўчиш</p>	$d\varphi = \omega \cdot dt \Rightarrow \int_{\varphi_0}^{\varphi} d\varphi = \int_0^t (\omega_0 + \beta t) dt \Rightarrow$ $\varphi - \varphi_0 = \int_0^t \omega_0 t dt + \int_0^t \beta t dt = \omega_0 t + \frac{\beta t^2}{2}$
<p>Нормал ва тангенциал тезланишлар</p>	$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{\omega^2 R^2}{R} = \omega^2 R;$ $a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega R)}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\beta;$
<p>Бурчакли ва чизиқли катталикларнинг ўзаро боғлиқлиги</p>	$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt = \int_{t_1}^{t_2} \omega R dt = R \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\varphi}{dt} dt = R\varphi$

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. **Glencoe Science Physics. “principles and problems” 2012**
2. **Halliday Resnick “Fundamentals of Physics” 2012**
3. **Абдурахманов К.П., Эгамов У. Физика курси , 2011 й.**
4. **Огурцов Н.А. Курс лекций по физике, Харьков,2007.**
5. **Колмаков Ю.Н. Курс лекций по физике, Тула, 2002.**

Таълим сайтлари ва Интернет ресурслари

- 1. Glencoe Science Physics. “principles and problems” 2012
- 2. Halliday Resnick “Fundamentals of Physics” 2012
- 3. neutrino.ucoz.ru- ТАТУ Физика кафедраси доценти О.Э.Тигайнинг шахсий сайти.
- 4. fizik.ru - ТАТУ Физика кафедраси катта ўқитувчиси В.С.Хамидовнинг шахсий сайти.
- 5. estudy.uz- ТАТУ талабалари учун физикадан масофавий таълим тизими.
- 6. Yenka.com.
- 7. <http://phet.colorado.edu/>
- 8. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
- 9. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
- 10. <http://school-collection.edu.ru>