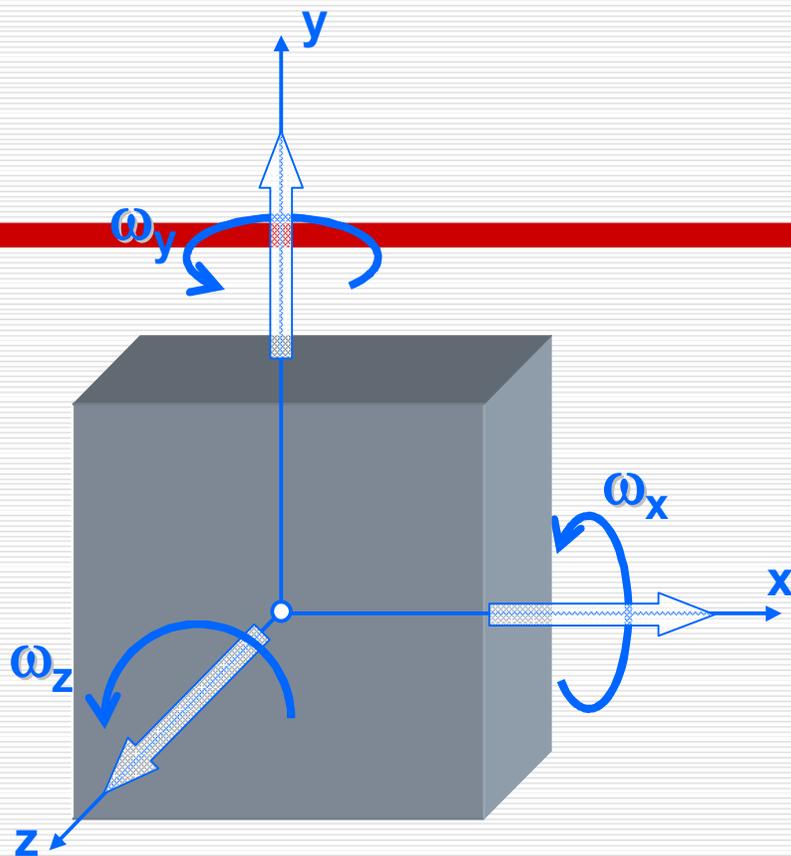


Мавзу: Қаттиқ жисмнинг содда ҳаракатлари

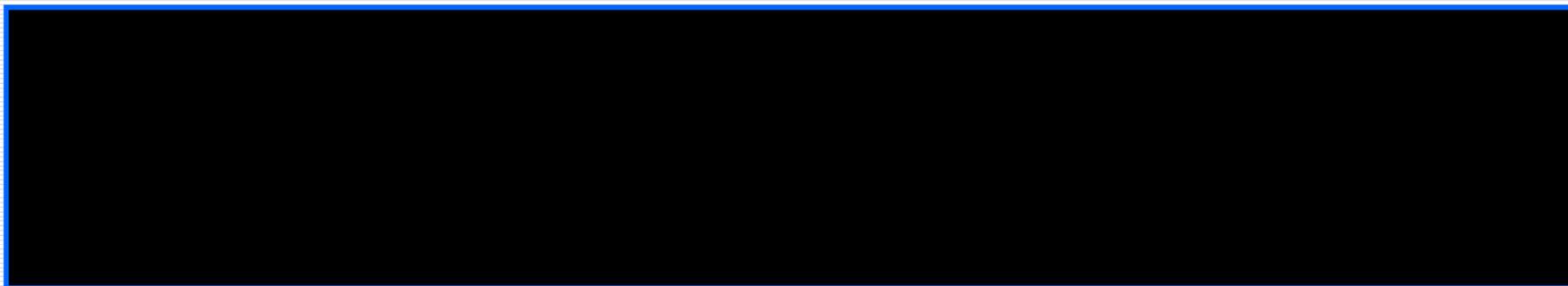
- Жисмнинг илгариланма ҳаракати
- Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрафидаги айланма ҳаракати



Қаттиқ жисм кинематикасына кириш



Жисмнинг илгариланма ҳаракати



Илгариланма ҳаракат хоссаси:

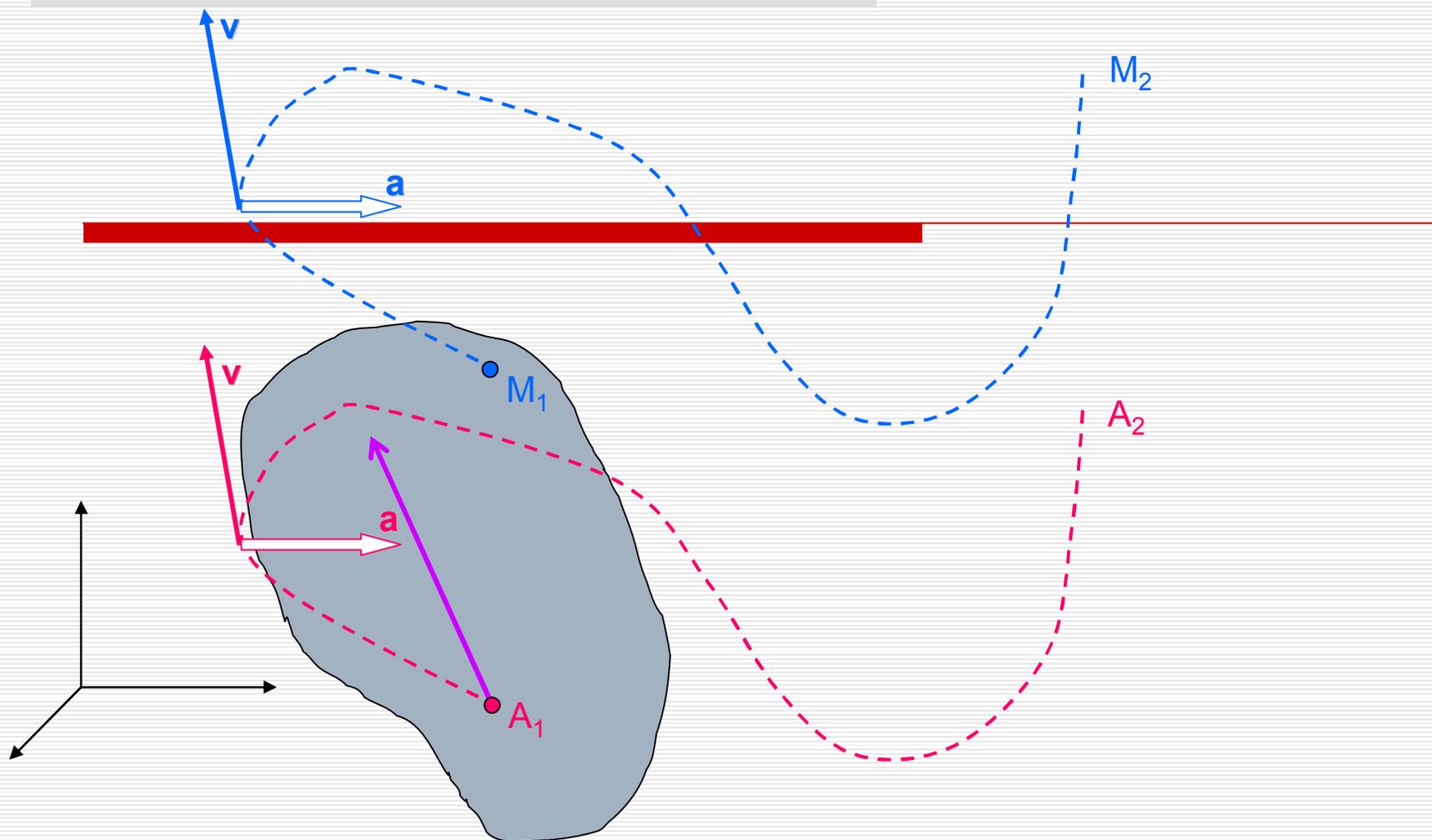


Илгариланма ҳаракатдаги жисмнинг ҳамма нуқталари **бир хил кўринишдаги траектория** чизиб, улар ҳар онда **бир хил тезлик ва бир хил тезланишга** эга бўлади.

Бундан, жисмнинг илгариланма ҳаракатини ўрганиш ундаги *ихтиёрий нуқтанинг ҳаракатини ўрганишга келтирилади*, деган хулоса чиқади.



Жисмнинг илгариланма ҳаракати



Жисмнинг илгариланма ҳаракати

Берилган: $\vec{r}_A = \vec{r}_A(t)$

Ихтиёрий N нукта учун

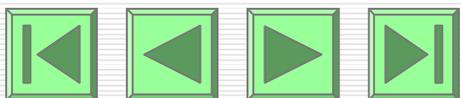
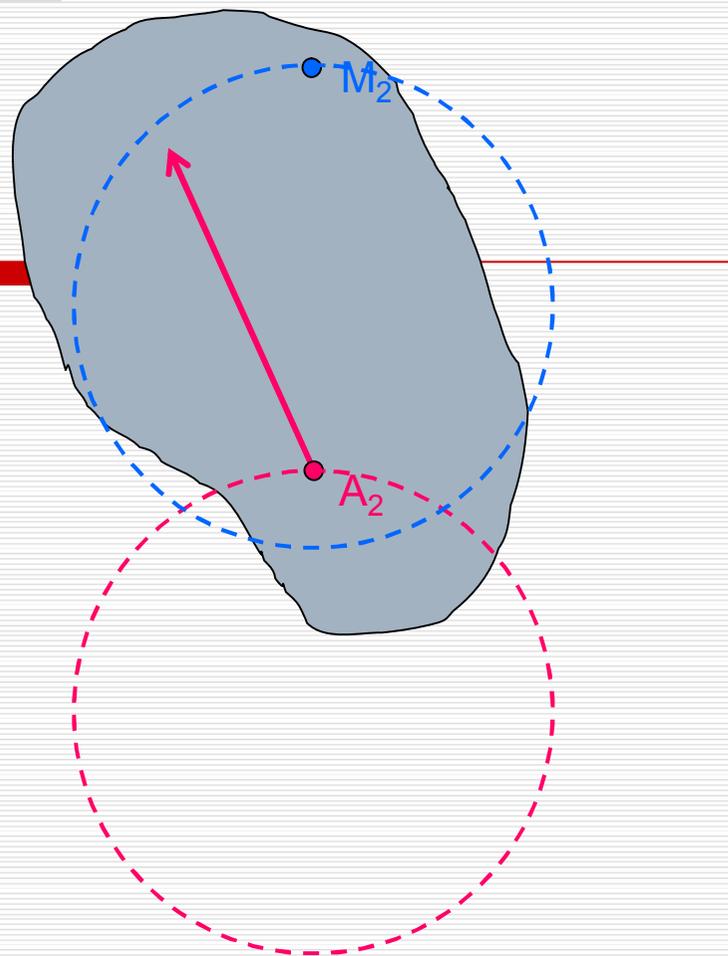
$$\vec{r}_N = \vec{r}_A(t) + \overrightarrow{AN}$$

$$\begin{cases} x_N = x_A(t) + N_x \\ y_N = y_A(t) + N_y \\ z_N = z_A(t) + N_z \end{cases}$$

$$\overrightarrow{AN} = N_x \vec{i} + N_y \vec{j} + N_z \vec{k}$$

$$\vec{v}_N = \vec{v}_A = \vec{v}$$

$$\vec{a}_N = \vec{a}_A = \vec{a}$$



Жисмнинг илгариланма ҳаракати

Берилган: $\vec{r}_A = \vec{r}_A(t)$

Ихтиёрий N нукта учун

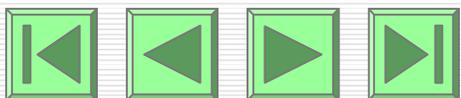
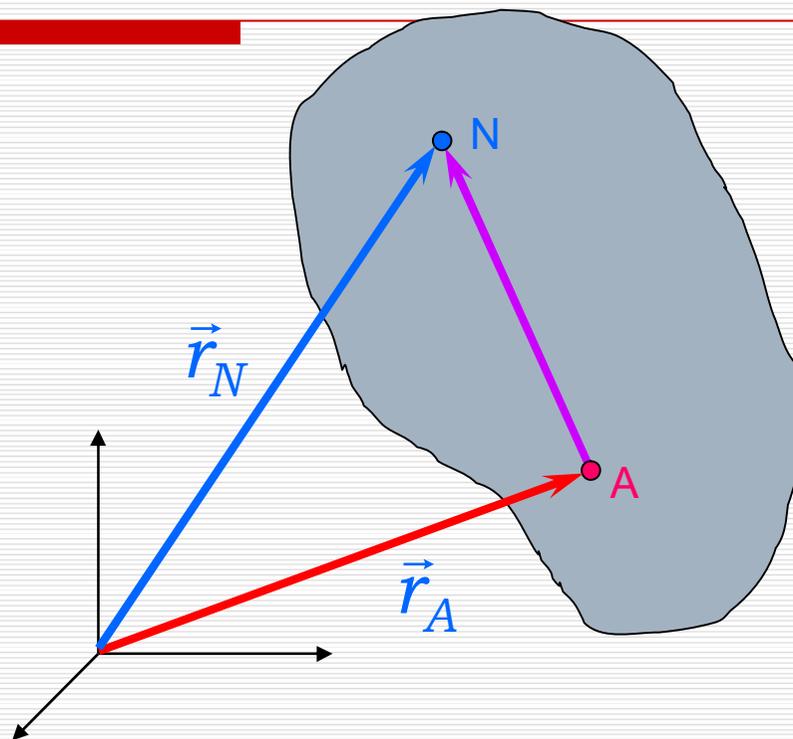
$$\vec{r}_N = \vec{r}_A(t) + \vec{AN}$$

$$\begin{cases} x_N = x_A(t) + N_x \\ y_N = y_A(t) + N_y \\ z_N = z_A(t) + N_z \end{cases}$$

$$\vec{AN} = N_x \vec{i} + N_y \vec{j} + N_z \vec{k}$$

$$\vec{v}_N = \vec{v}_A = \vec{v}$$

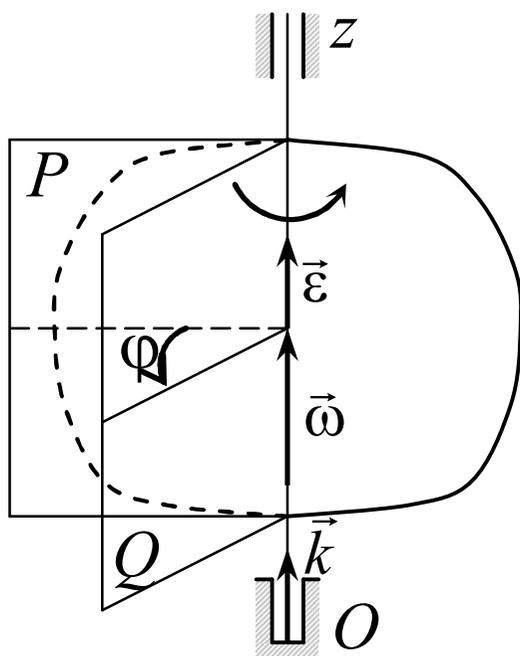
$$\vec{a}_N = \vec{a}_A = \vec{a}$$



Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати

Ҳаракат давомида жисмнинг иккита нуқтаси доимо қўзғалмай қолса, жисмнинг бундай ҳаракати қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракат дейилади.

Қўзғалмас нуқталардан ўтувчи ўқ айланиш ўқи дейилади. Айланиш ўқининг мусбат йўналиши сифатида шундай йўналиш қабул қилинганки, ўқнинг учидан қараганда айланма ҳаракат соат стрелкаси айланишига тескари йўналишда кўрилади.

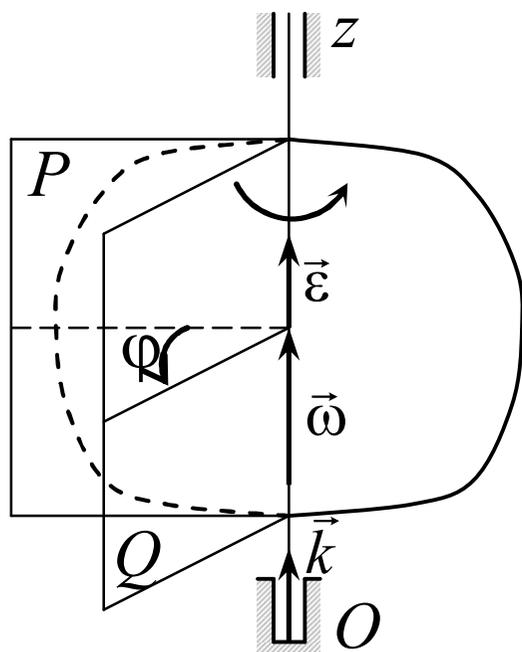


Жисм айланма ҳаракат қилганда φ ўзгаради. Айланиш ўқининг учидан қараганда φ бурчакнинг ортиши соат стрелкаси айланишига тескари бўлса, φ ни мусбат деб қараймиз.

φ бурчак бурилиш (айланиш) бурчаги дейилади. Бу бурчакнинг ўзгариши жисм барча нуқталари учун бир хилдир.

жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофида айланма ҳаракати $\varphi = \varphi(t)$ тенглама билан тўлиқ ифодаланади. Бу ифода жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофида айланма ҳаракати тенгламаси дейилади.

Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати



Бурилиш бурчагининг вақт бирлигида ўзгаришига жисмнинг **бурчак тезлиги** дейилади:

$$\omega = d\varphi / dt = \dot{\varphi}$$

Жисмнинг **бурчак тезлиги** шартли равишда айланиш ўқи бўйича йўналган ва унинг мусбат учидан қараганда айланиш соат стрелкаси ҳаракатига тескари кўринадиган **вектор** деб қаралади:

$$\vec{\omega} = \omega \cdot \vec{k} = \dot{\varphi} \cdot \vec{k}$$

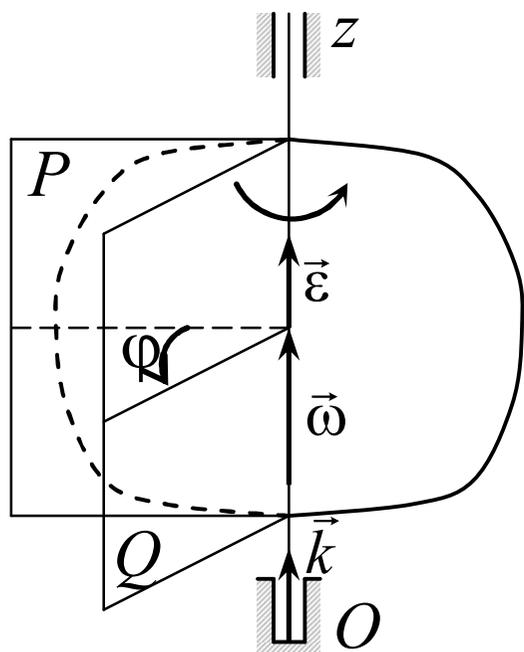
Ўлчови: $[\omega] = \delta\grave{a}\grave{a} / \grave{n}\grave{a}\grave{e} = \grave{n}^{-1}$

Жисмнинг бурчак тезлиги доимо ўзгармай қоладиган ҳаракат текис айланма ҳаракат дейилади. Бунда тезлик ифодасини интеграллаб,
 $\varphi = \varphi_0 + \omega t$ ҳаракат қонунини ҳосил қилиш мумкин.

Жисм текис айланма ҳаракатда бўлса, бурчак тезликни жисмни бир минутдаги айланишлар сони $n \frac{\grave{a}\grave{e}\grave{e}}{\grave{i}\grave{e}\grave{i}}$ билан ўлчаш мумкин;

бундан $\delta\grave{a}\grave{a} / \grave{n}\grave{a}\grave{e}$ га ўтиш учун $\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$ формуладан

Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати



Бурчак тезликнинг вақт бирлигида ўзгариши жисмнинг **бурчак тезланиши** дейилади:

$$\varepsilon = d\omega / dt = \ddot{\varphi}$$

$\vec{\varepsilon} = \frac{d\omega}{dt} \vec{k} = \ddot{\varphi} \vec{k}$ бўлиб, бурчак тезланиш вектори ҳам айланиш ўқи бўйича йўналади.

Ўлчови: $[\varepsilon] = \delta \ddot{\alpha} / \tilde{n} \dot{\alpha} \dot{\varepsilon}^2 = \tilde{n}^{-2}$

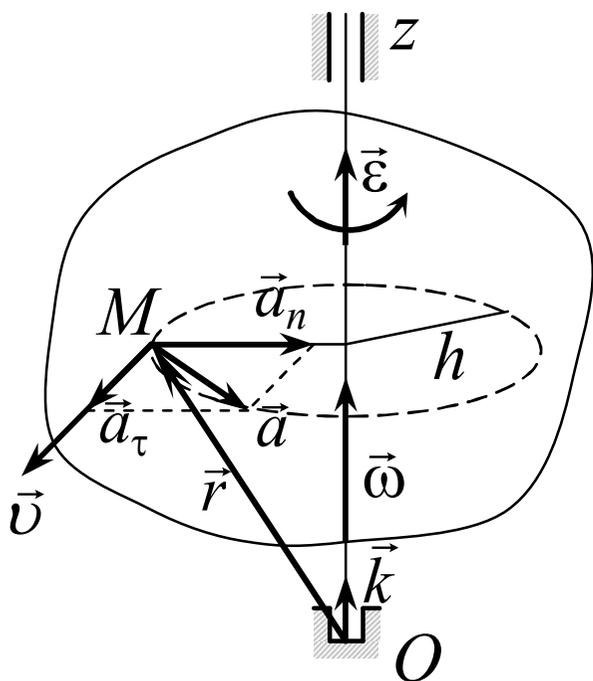
$\varphi > 0, \varepsilon > 0$ ёки $\varphi < 0, \varepsilon < 0$ да $\vec{\varphi} \uparrow \uparrow \vec{\varepsilon}$ ва ҳаракат тезланувчан, акс ҳолда ҳаракат секинланувчан бўлиб, $\vec{\varphi} \uparrow \downarrow \vec{\varepsilon}$ бўлади.

Бурчак тезланиш ўзгармай қоладиган ҳаракатга текис ўзгарувчан айланма ҳаракат дейилади. Бунда тезланиш ифодасини икки марта интеграллаб, бурчак тезлик ва ҳаракат қонунини топиш мумкин:

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t \quad \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \varepsilon t^2 / 2$$

Қўзғалмас ўқ атрофида айланувчи жисм нуқталари айланиш ўқига тик текисликларда айланалар бўйлаб ҳаракатланади.

Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати



Жисмнинг бирор нуқтасидан айланиш ўқиғача бўлган масофа шу нуқтанинг **айланиш радиуси** деб аталади.

Нуқта тезлигининг алгебраик қиймати

$$v = \dot{\phi} \cdot h = \omega \cdot h$$

бўлиб, бунда ω бурчак тезлик жисмнинг барча нуқталари учун бир хилдир.

Қўзғалмас ўқ атрофида айланувчи жисм нуқталарининг тезликлари шу нуқталар айланиш радиусига тўғри пропорционал (бунда жисмнинг бурчак тезлиги пропорционаллик коэффициентини ифодалайди).

$$r \cdot \sin(\vec{\omega}, \vec{r}) = h \quad \text{эканидан}$$

Тезлик $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$

Тезланиш
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{a} = \vec{\varepsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{\varepsilon} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r}$$

$$a = h \cdot \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$$

Уринма тезланиш

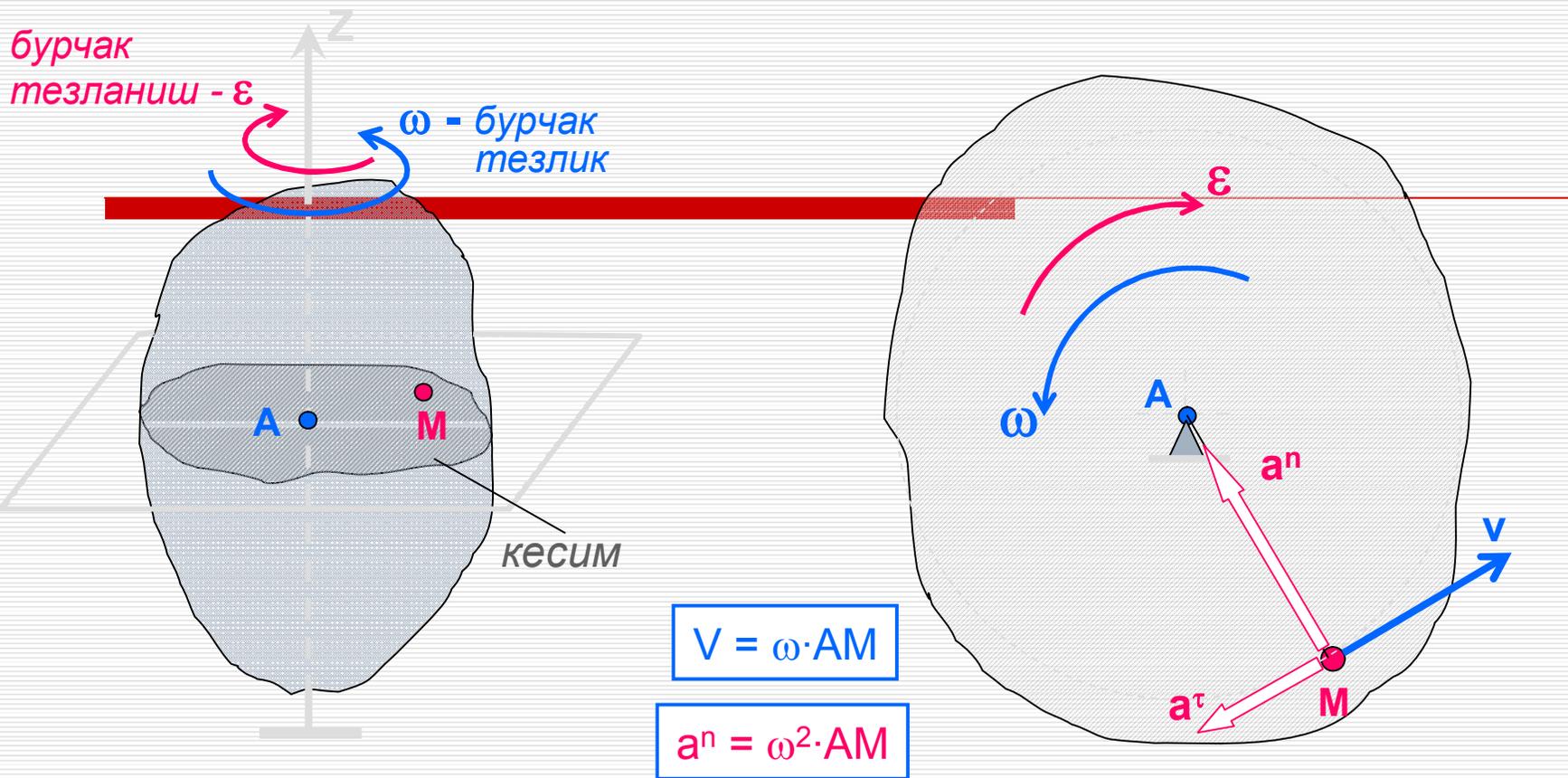
$$\vec{a}_\tau = \vec{\varepsilon} \times \vec{r}$$

$$a_\tau = \varepsilon \cdot h$$

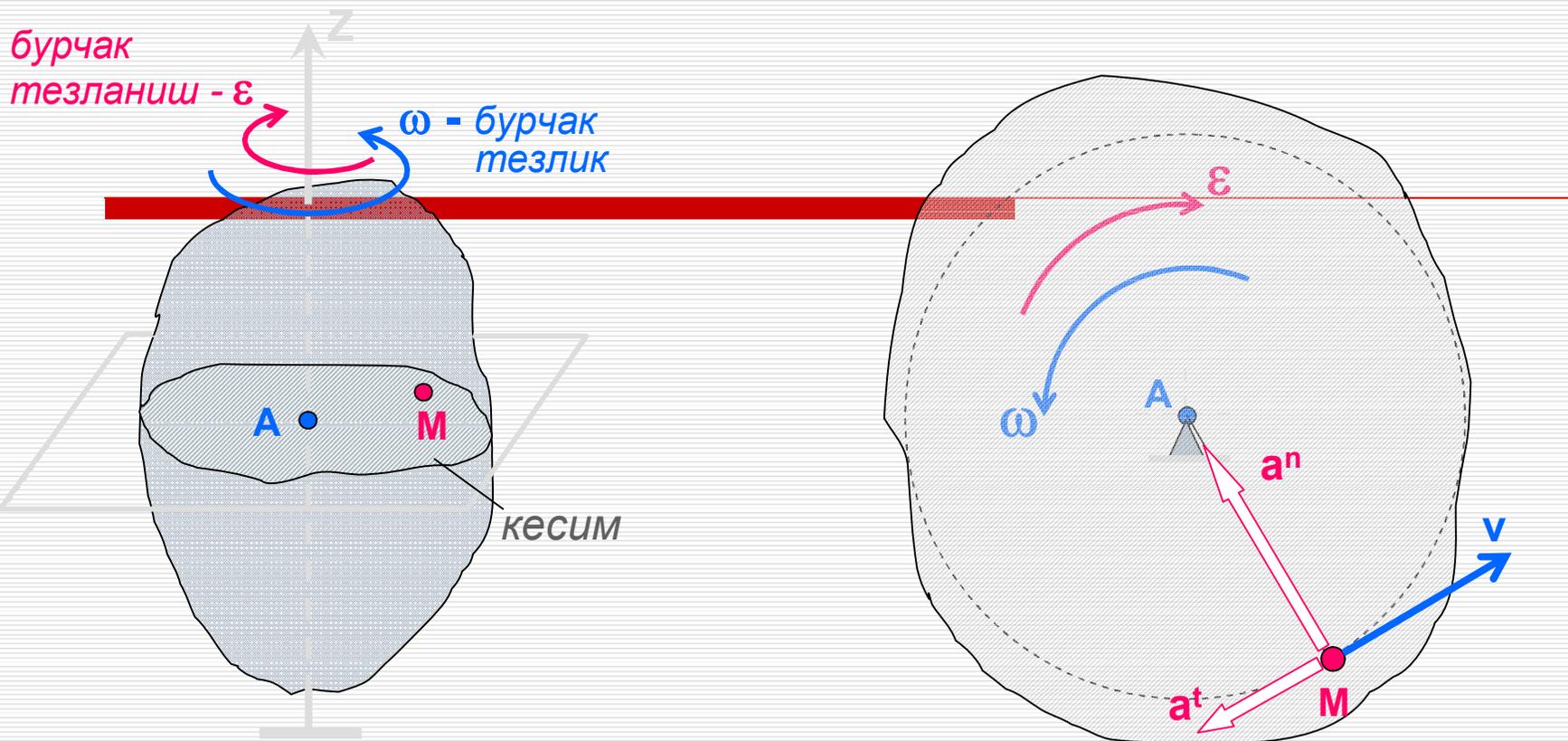
Марказга интилма (нормал) тезланиш

$$\vec{a}_n = \vec{\omega} \times \vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{\omega} \times \vec{r} \quad a_n = \omega^2 \cdot h$$

Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати



Жисмнинг қўзғалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати



Ушбу тугмани босинг!

