

ФИЗИКА



КИНЕМАТИКА

ф-м.ғ.к., доцент Салькеева А.К.

Әдебиеттер тізімі

- 1. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы Алматы, 2013
- 2. Савельев И.В., Негізгі физика курсы, 2010 ж.
- 3. Абдулаев Ж. Физика курсы. Білім, Алматы, 1994
- 4. Ахметов А. Қ. Физика. Алматы, 2000 ж.
- 5. Трофимова Т.И., Физика курсы, 2007 ж.
- 6. Волькенштейн В.С. Жалпы физика курсының есептер жинағы, Алматы, 2000



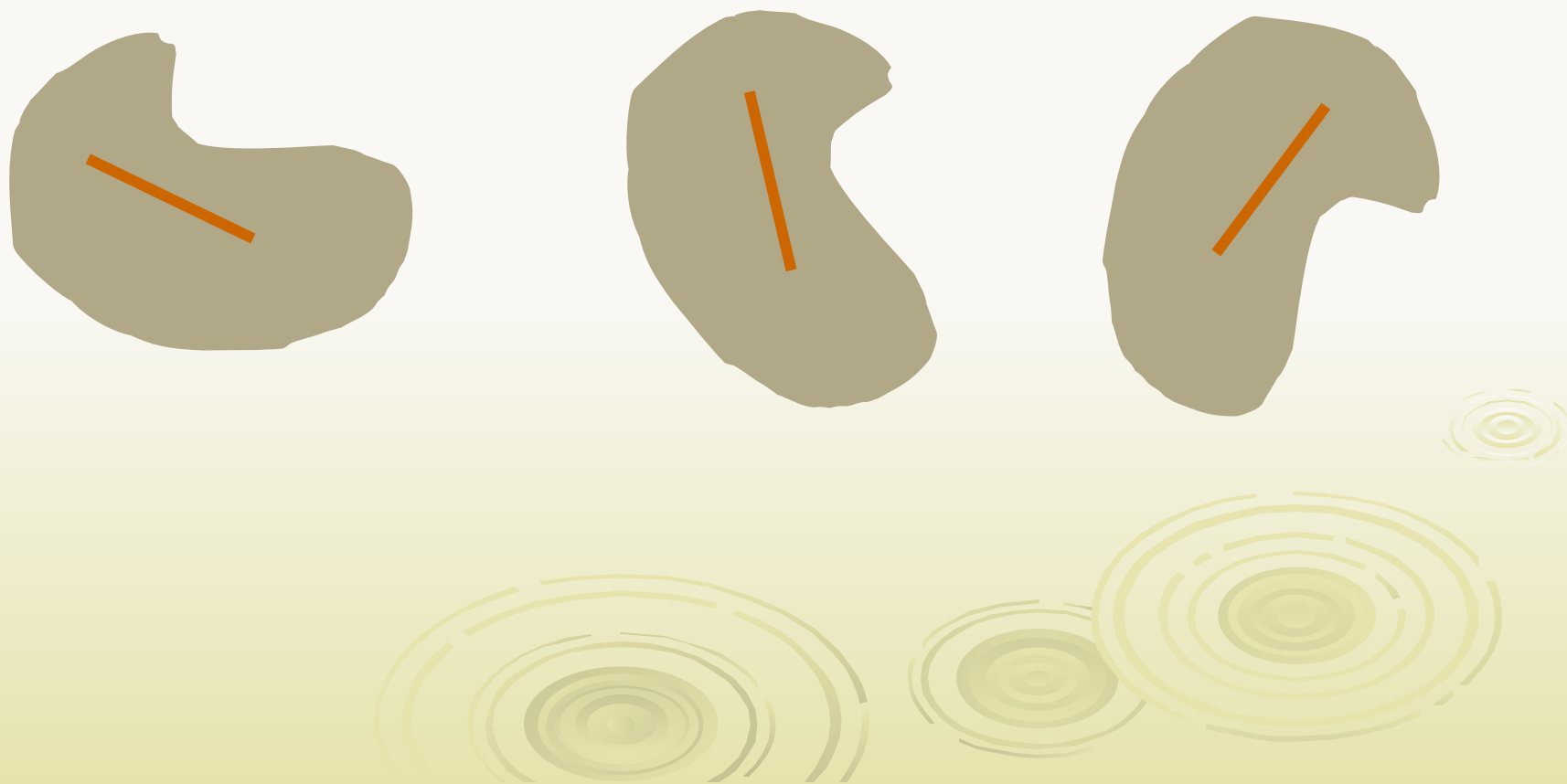
Лекция жоспары

- Негізгі анықтамалар.
- Материалды нүктенің кинематикалық қозғалыстағы сипаты.
- Жылдамдық.
- Үдеу.
- Ілгерлемелі қозғалыс.
- Айналмалы қозғалыс.
- Бұрыштық қозғалыс.
- Бұрыштық үдеу.
- Сызықтық және бұрыштық жылдамдық арасындағы байланыс.

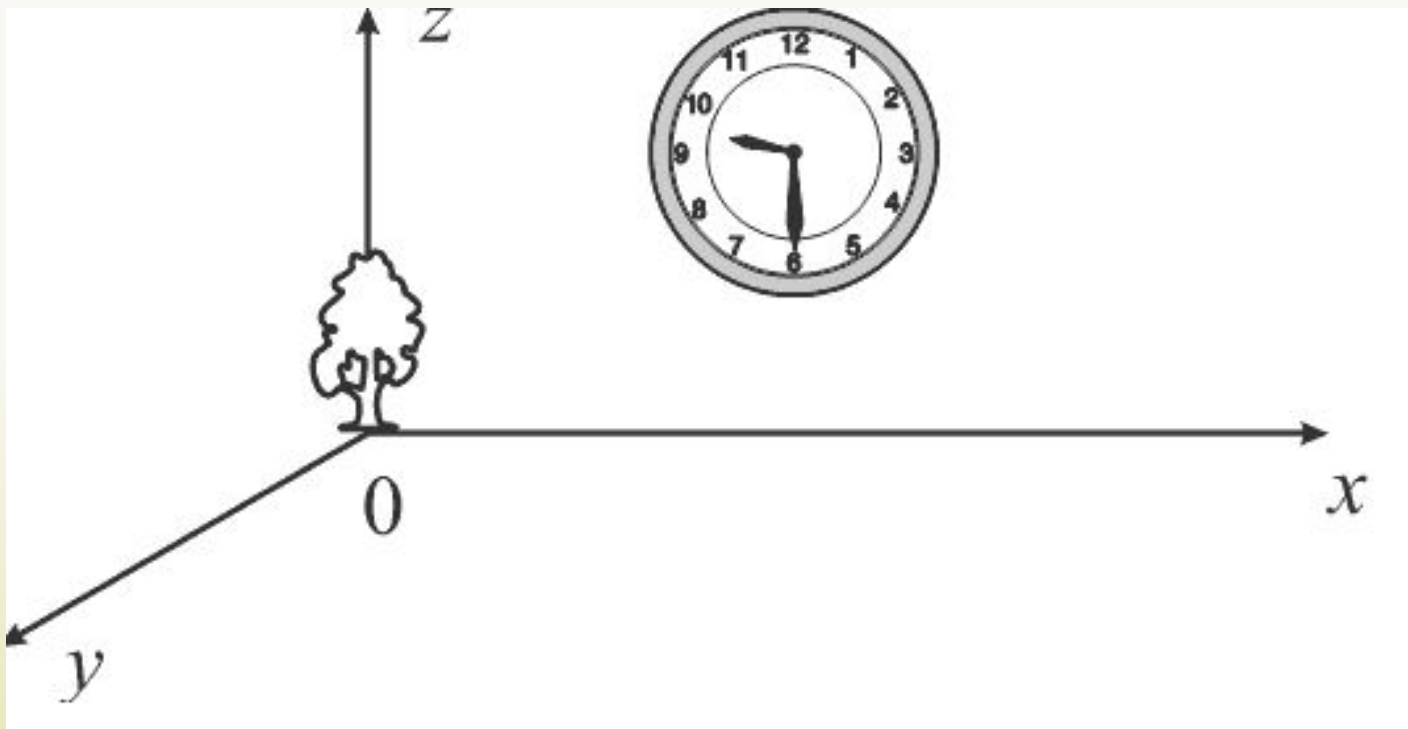
Материалық нүкте — қарастырылып отырған жағдайда мөлшерлерін ескермеуге болатын денені атайды.



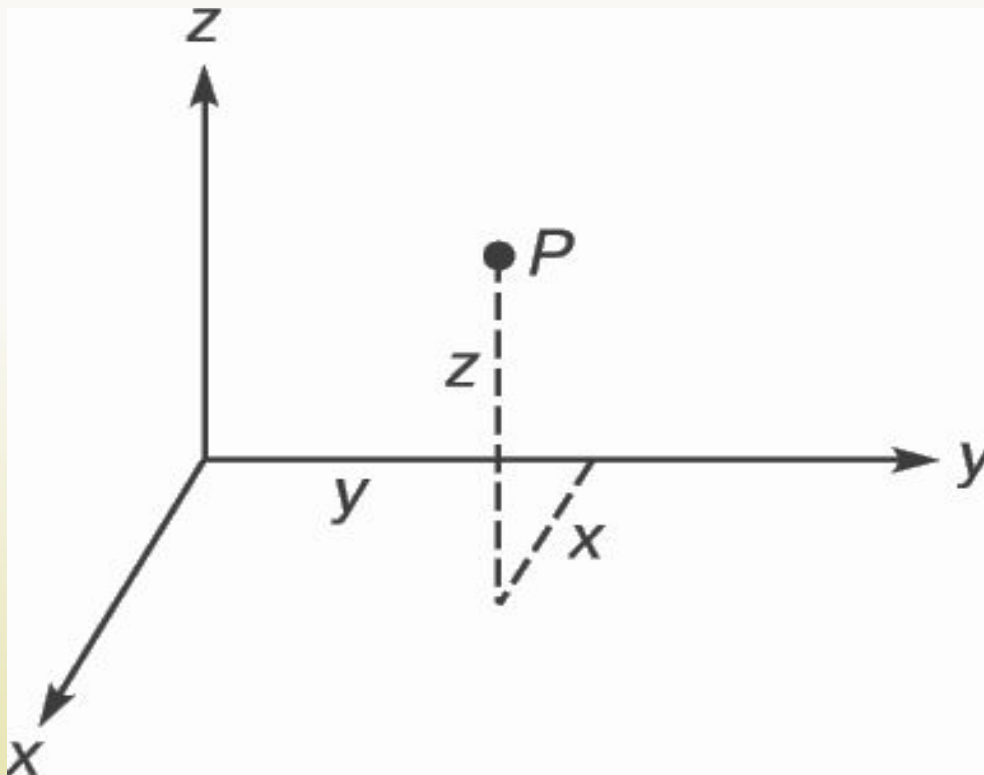
Абсолют қатты дене қозғалыс процессі кезінде кезкелген екі нүктесінің ара қашықтықтары өзгеріссіз қалатын материалдық нүктелер жүйесін атайды.



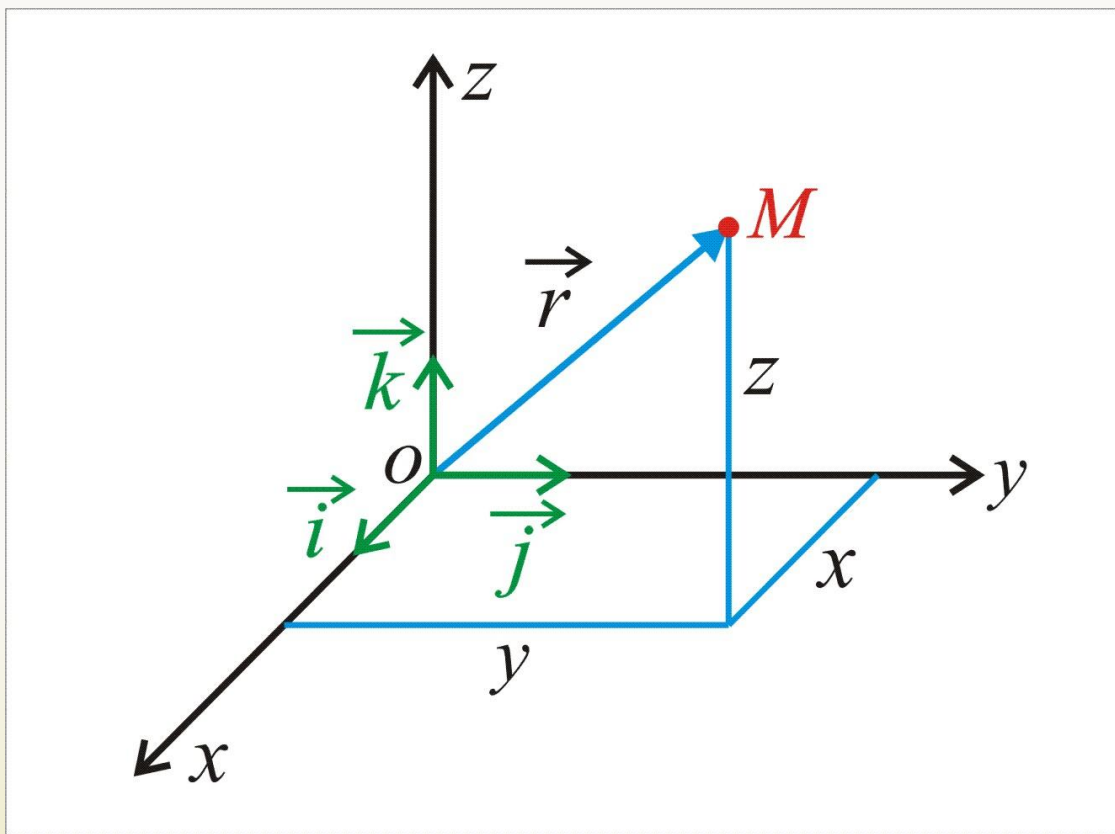
Дененің кеңістіктегі орнын басқа бір кез-келген қозғалмайтын дене арқылы анықтауға болатын денені **санақ денесі** деп атайды.



Санақ жүйесі — санақ денесі және осы санақ денесімен байланысқан координаталар жүйесінен және уақыт өлшеу арқылы құрылады.



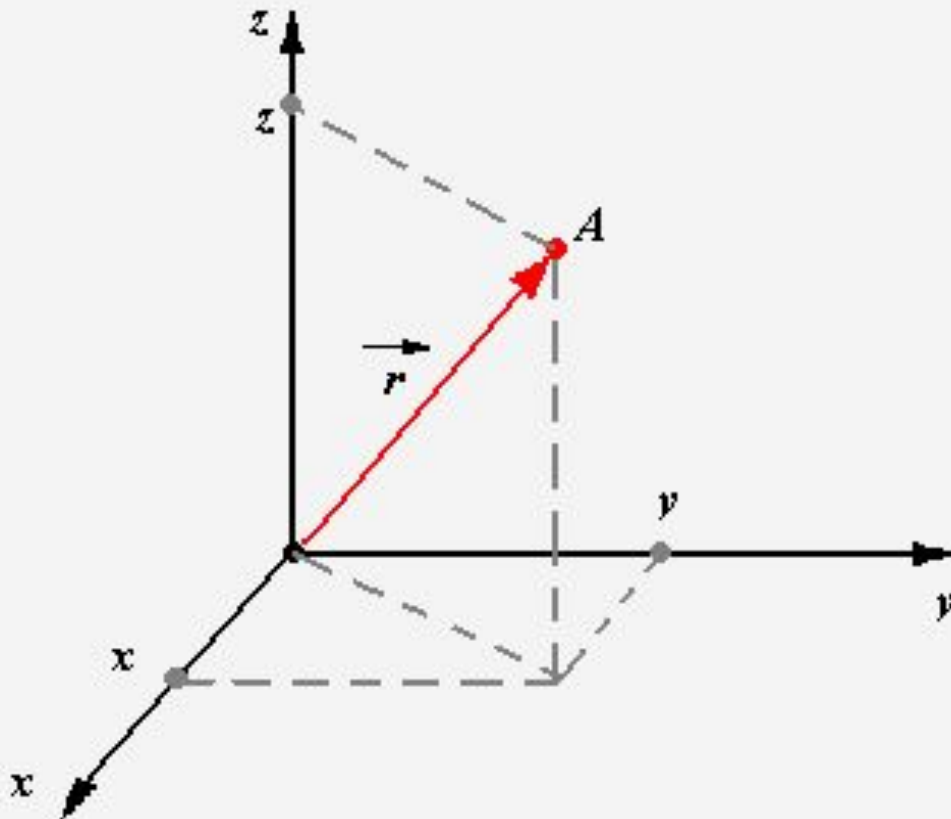
Радиус-вектор деп — координаталар басынан берілген О нүктесінен жүргізілген векторды айтады.



$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

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

РАДИУС-ВЕКТОР

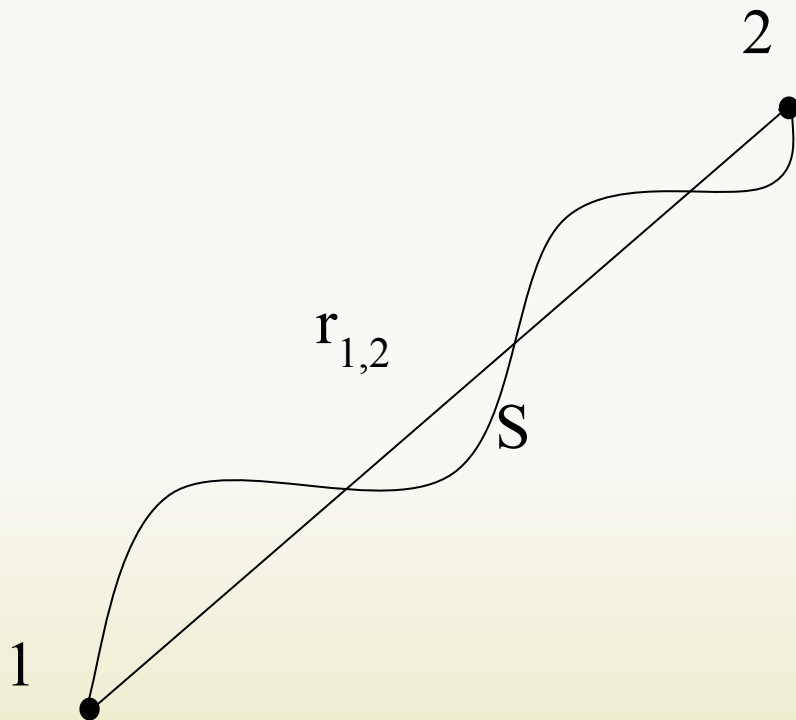


$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

Материалды нүктенің кинематикалық қозғалыс
теңдеуі

Материалды нүктенің кеңістіктегі сызған
сызығы **траектория** деп аталады.



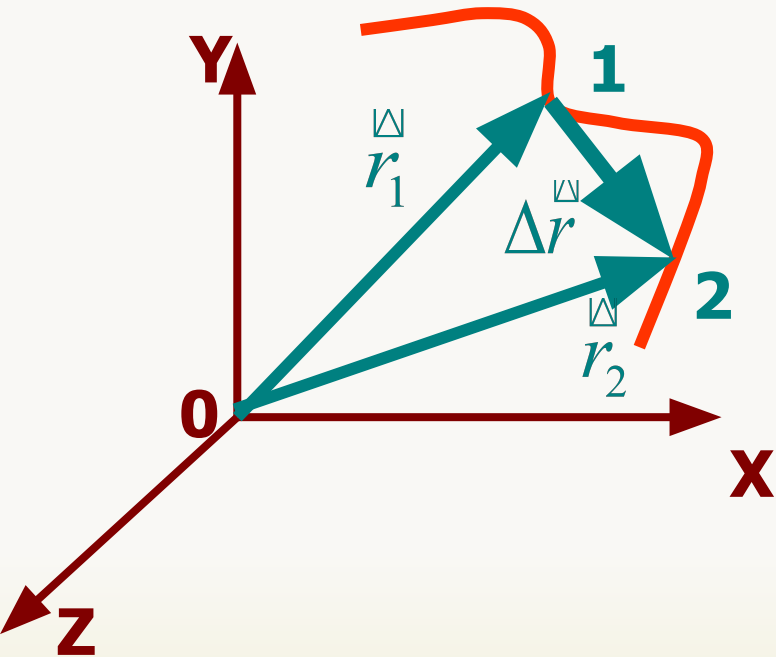
S – траектория
 $r_{1,2}$ – орын ауыстыру.

Қозғалыс траекториясының бойымен дененің 1 нүктеден 2 нүктеге жүріп өткен арақашықтығын **жол** немесе **жол ұзындығы ΔS** деп аталады.

Нүктенің бастапқы және соңғы орнын қосатын вектор **орын ауыстыру Δr** деп аталады, ол нүктенің бастапқы қозғалыс нүктесінен бағытталады.



Мысалы



$$\vec{r}_1 = 5t \cdot \vec{i} + 4t \cdot \vec{j} + 7 \cdot \vec{k}$$

$$\vec{r}_2 = 7t \cdot \vec{i} + 2t \cdot \vec{j} + 7 \cdot \vec{k}$$

Орын ауыстыру неге тең?

$$\Delta \vec{r} = 2t \cdot \vec{i} - 2t \cdot \vec{j}$$

Түзу сызықты бірқалыпты қозғалыс

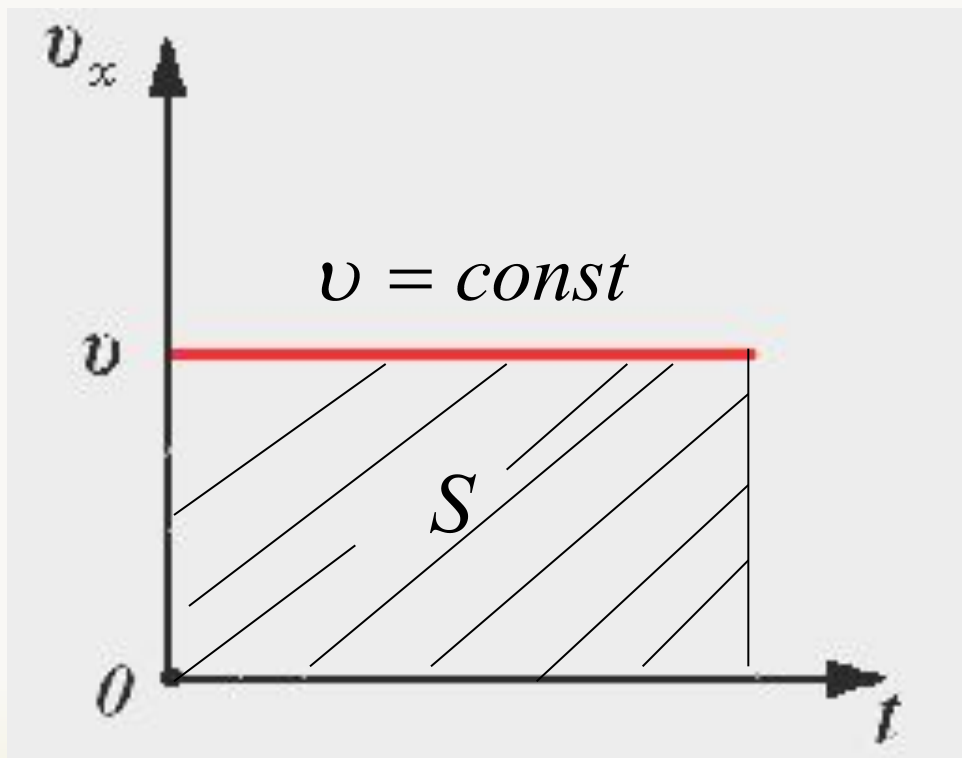
Материалды нүктенің кез келген, бірдей уақыт аралығында бірдей жол жүруін **бірқалыпты қозғалыс** деп атайды.

$$v = \frac{S}{t}$$

$$v = \frac{dr}{dt} = r'$$

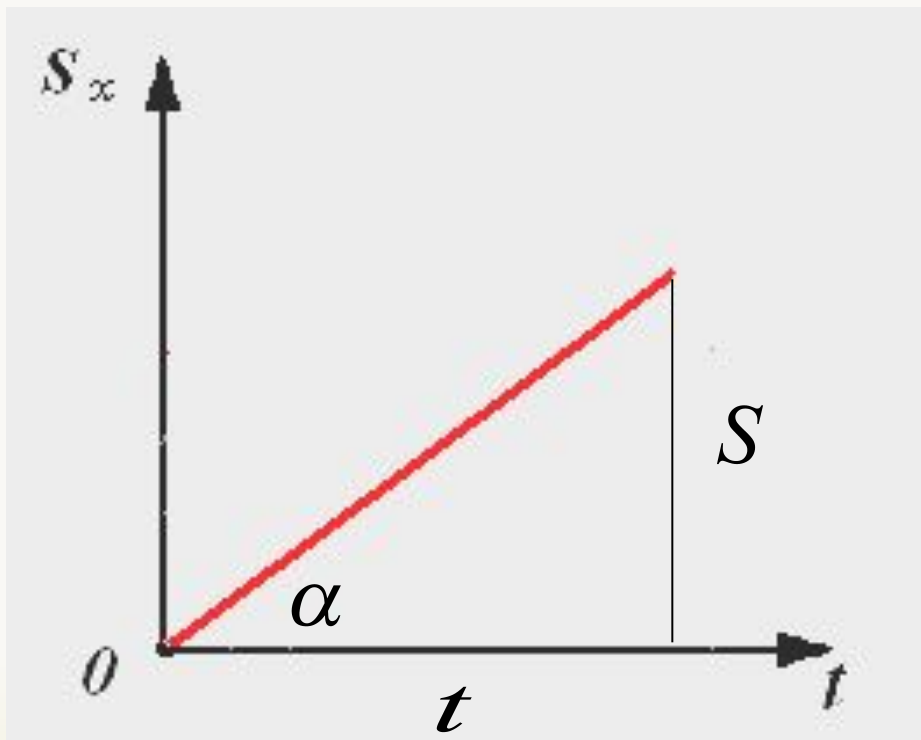
Жылдамдық деп орын ауыстыру векторының уақыт бойынша алынған туындысына тең және траекторияға берілген нүктеде жүргізілген жанамамен бағыттас векторды айтады.

Бірқалыпты қозғалыс



$$v = \frac{s}{t} = \text{const}, \quad s = vt$$

Бірқалыпты қозғалыс

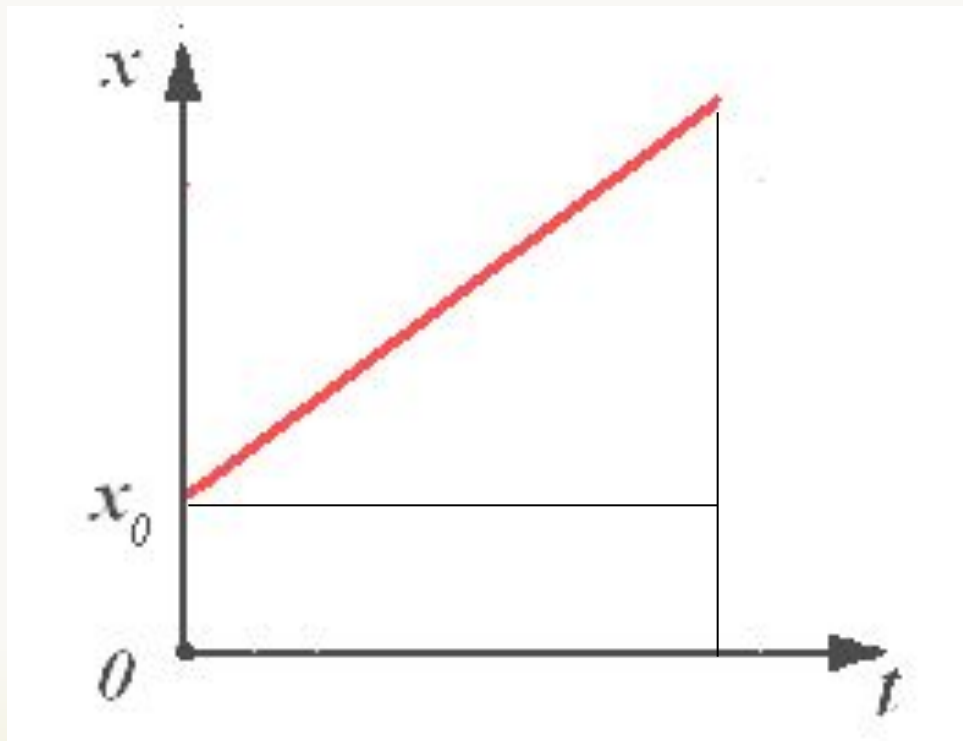


$$s = f(t)$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = tg\alpha$$

Бірқалыпты қозғалыс



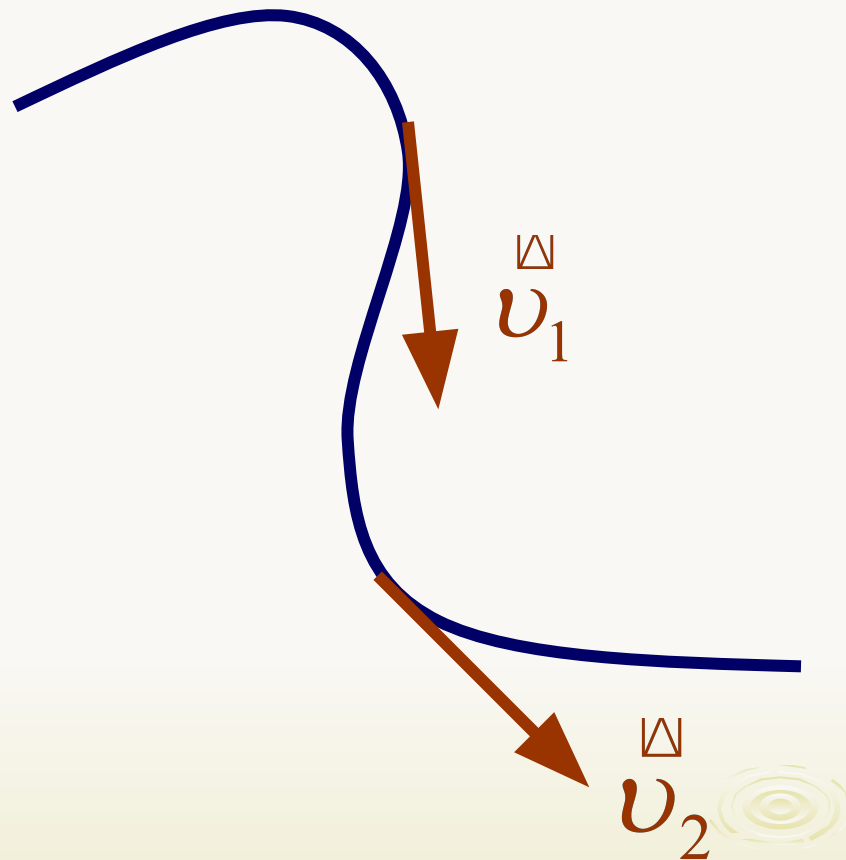
$$x = x_0 + s = x_0 + vt$$

Орташа жылдамдық векторы

$$v_{\text{орт}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Лездік жылдамдық

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} = S'$$



Бірқалыпты айнымалы қозғалыс деп кез келген өзара тең Δt уақыт аралықтарында v жылдамдығы бірдей Δv шамаға өзгеріп отыратын қозғалысты айтады.

Үдеу

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \frac{m}{c^2}$$

$$a = const$$

Орташа үдеу

$$\overline{a}_{opt} = \frac{\Delta \overline{v}}{\Delta t}$$

Лездік үдеу

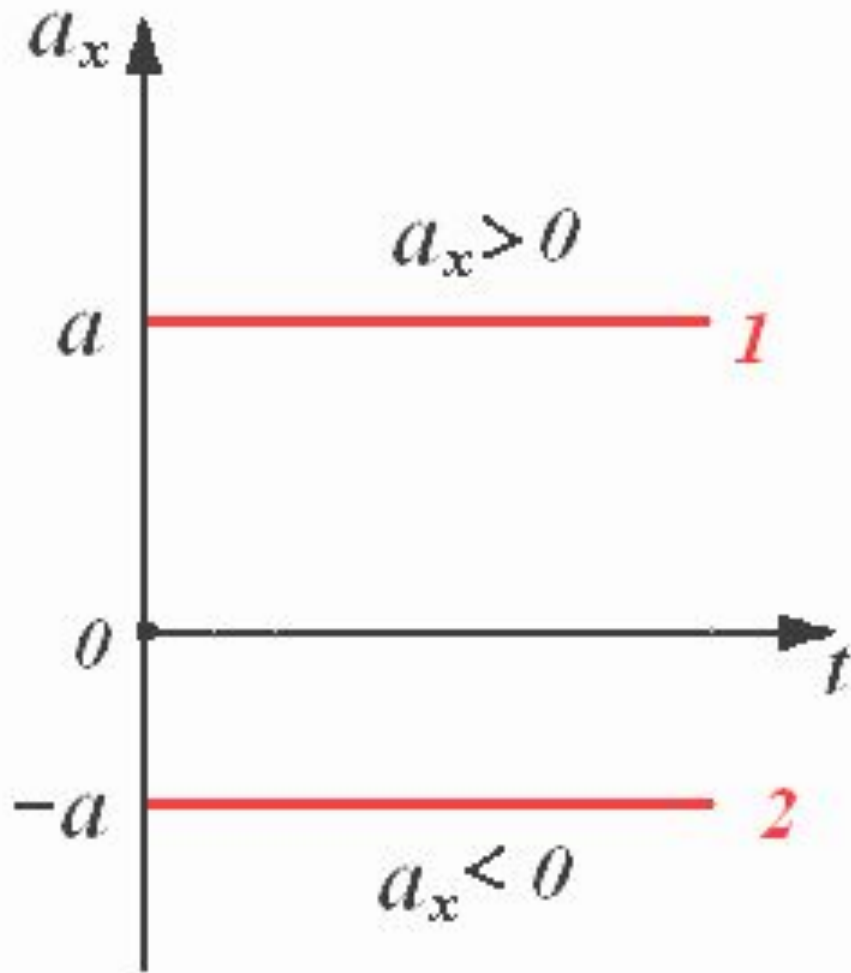
$$\overline{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \overline{v}}{\Delta t}$$

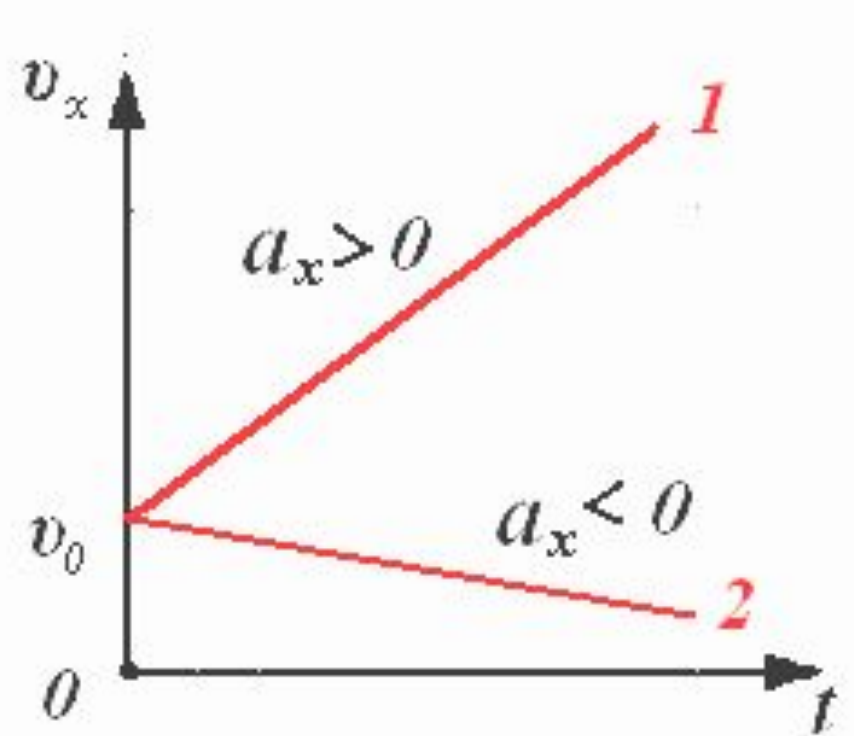
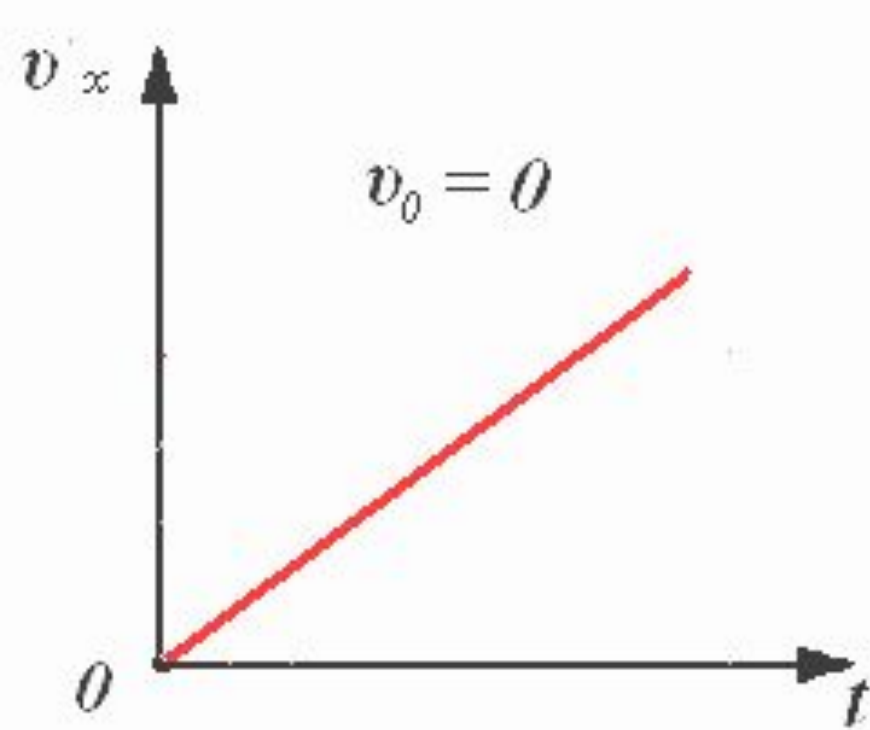
Үдеу – жылдамдықтың уақытқа байланысты бірінші туындысы

$$\overline{a} = \frac{d\overline{v}}{dt} = \frac{d^2 S}{dt^2}$$

$$\overline{a} = \overline{v}' = S''$$

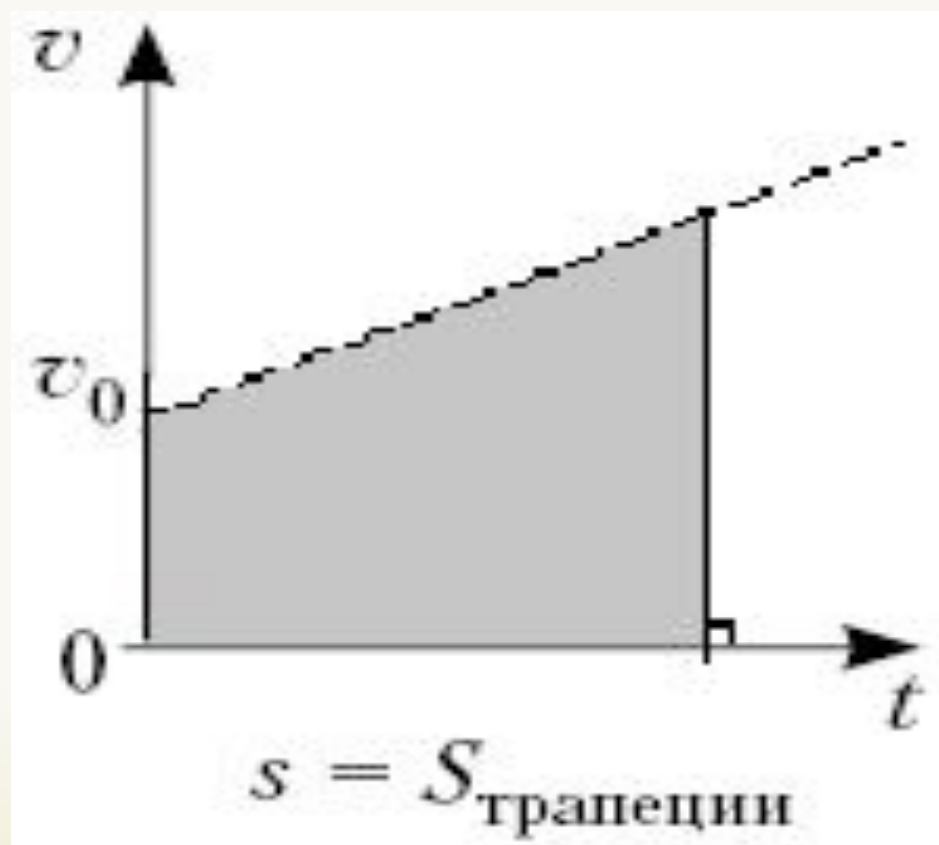
$$a = \text{const}$$





$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

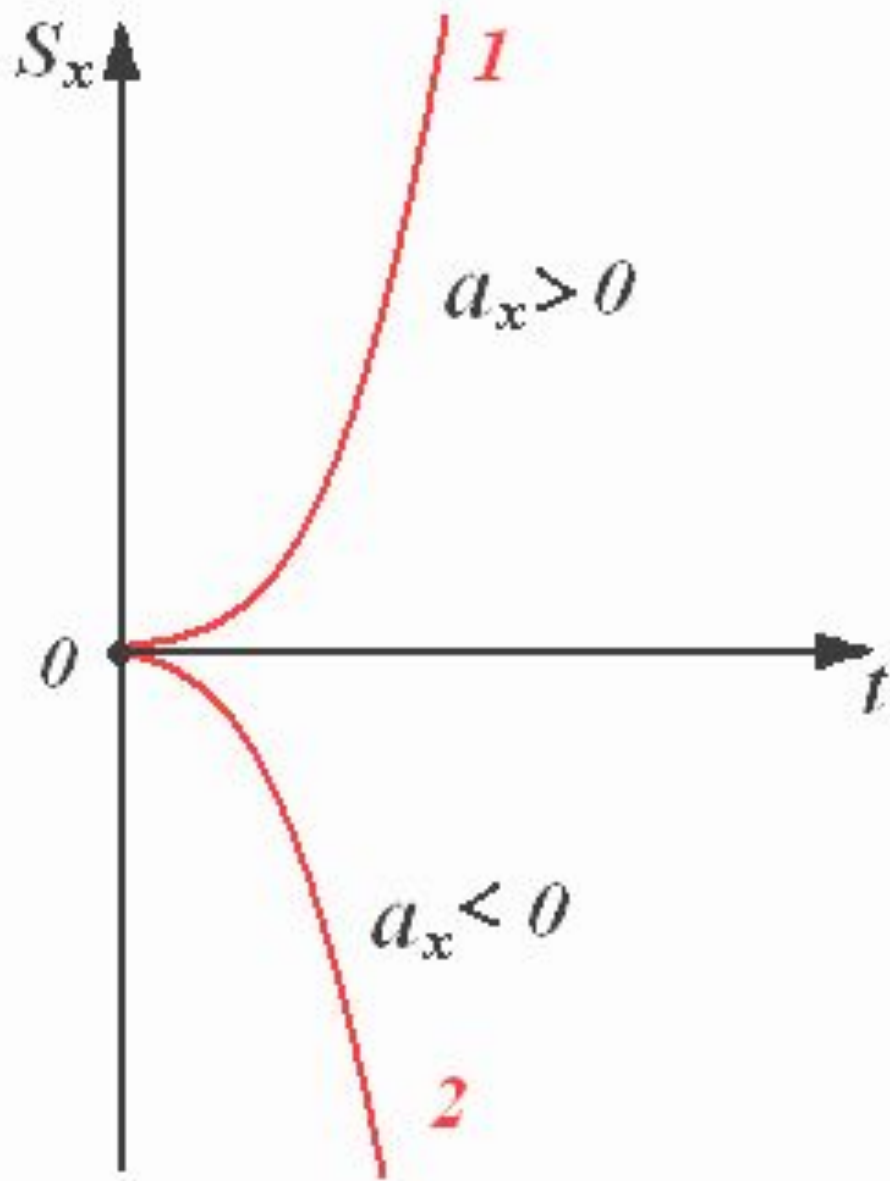
$$v = v_0 + at$$



$$S = \int_0^t v dt = \int_0^t (v_0 + at) dt = \int_0^t v_0 dt + \int_0^t at dt =$$

$$= v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

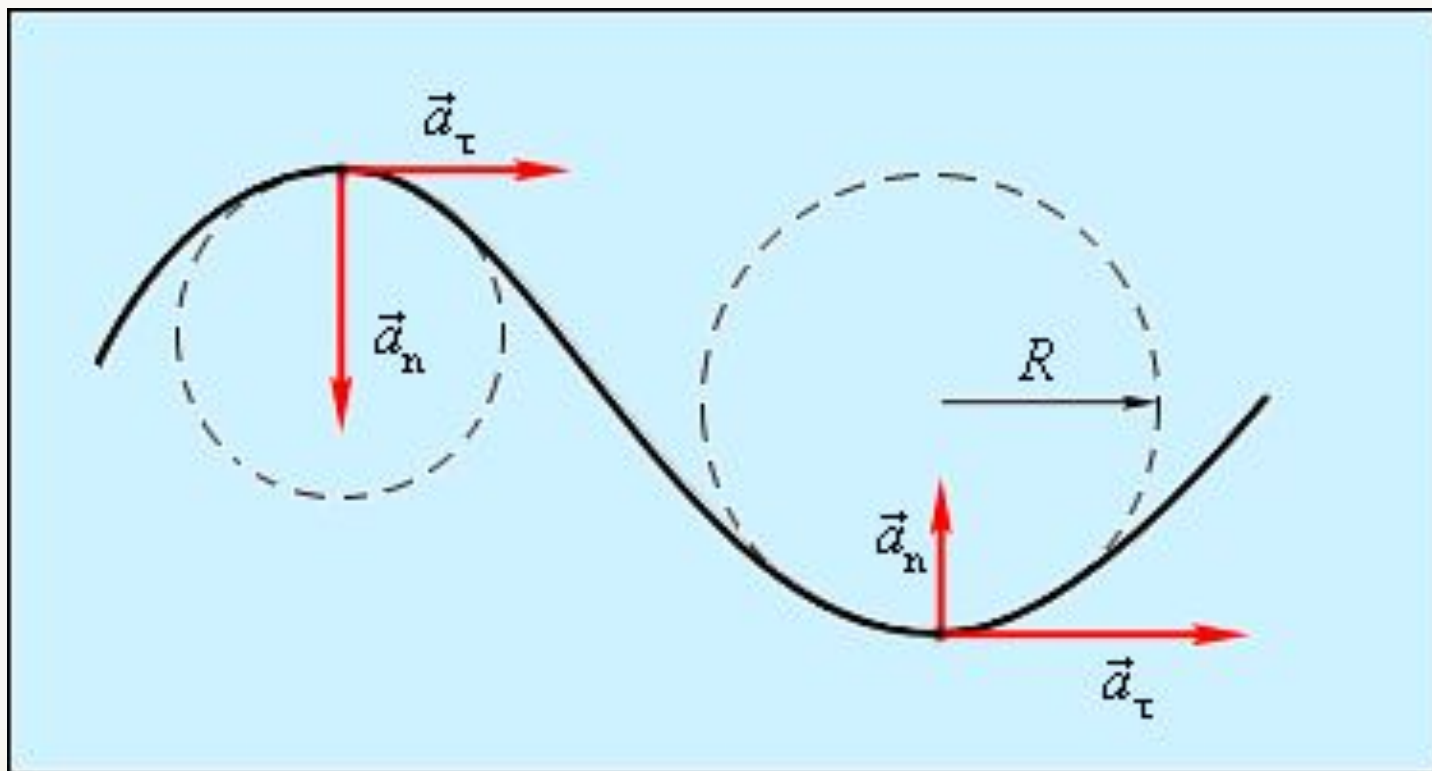
$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$



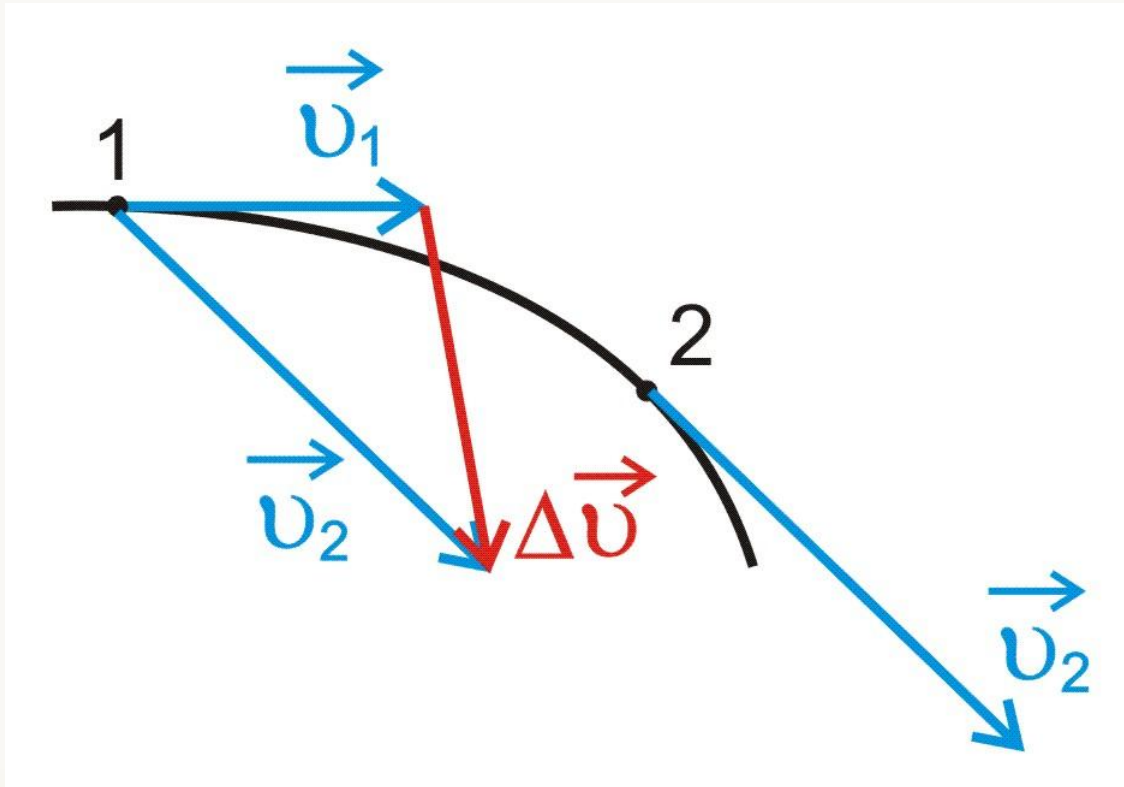
$$S = \frac{v^2 - g_0^2}{2a}$$

$$a = \frac{v^2 - g_0^2}{2S}$$

Қисық сызықты қозғалыс

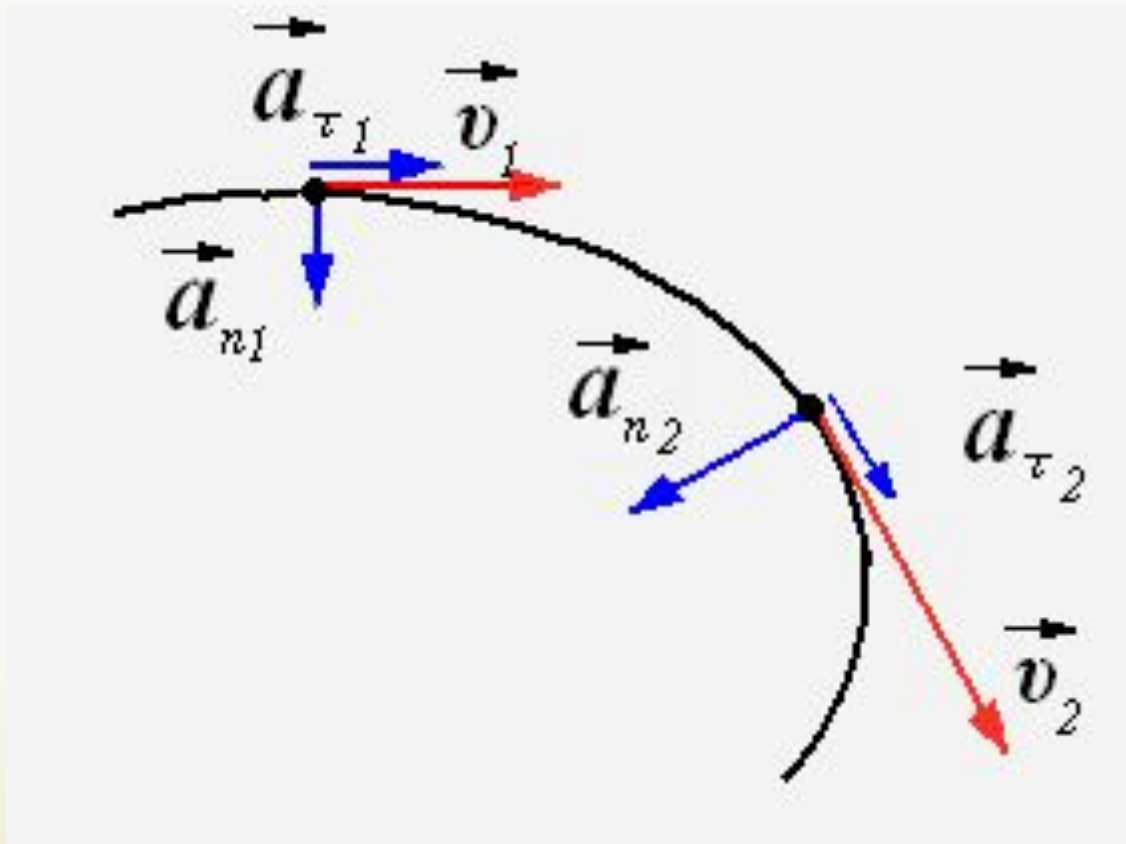


Берілген нүктедегі траекторияның қисықтық радиусы R — шеңбер радиусы, жазық сызықтың кез-келген бір нүктесіндегі қисықтық оның шектеусіз аз учаскесінде қисықтықпен берілген орынды беттесіп кететін шеңбер қисықтығына тең.

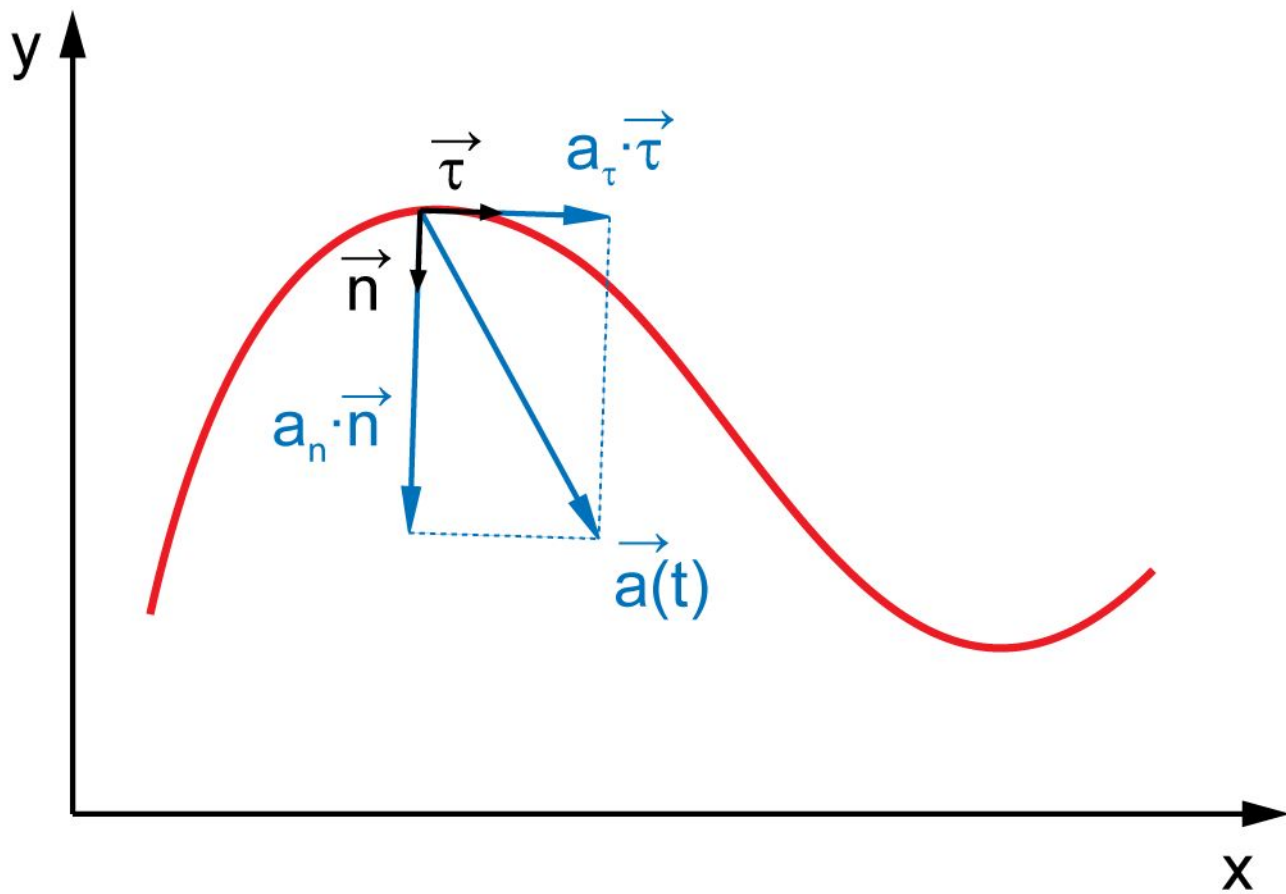


$$\Delta v = v_2 - v_1$$

Үдеудің құраушылары



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



Тангенциаль үдеу a_τ жылдамдықтың модулінің және бағытының өзгеру шапшандығын сипаттайды, әрі траектория жанамасының бойымен бағытталады:

$$a_\tau = v'$$

Нормаль үдеу a_n жылдамдықтың бағыты бойынша өзгерісін сипаттайды, жылдамдық векторына перпендикуляр, әрі траекторияның қисықтық центріне бағытталған:

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

Толық үдеу модулі

$$a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2} = \sqrt{v'^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2}$$

Кез келген бірдей уақыт аралығында қозғалыс жылдамдығы сәйкес бірдей шамаға өзгеріп отыратын қозғалысты **бір қалыпты айнымалы қозғалыс** деп атайды.



Түзу сызықты қозғалыс

$$a_{\tau} = 0 \qquad a_n = 0$$

Бір қалыпты үдемелі қозғалыс

$$a_{\tau} = \textit{const} > 0$$

Бір қалыпты кемімелі қозғалыс

$$a_{\tau} = \textit{const} < 0$$

Бір қалыпты шеңбер бойымен

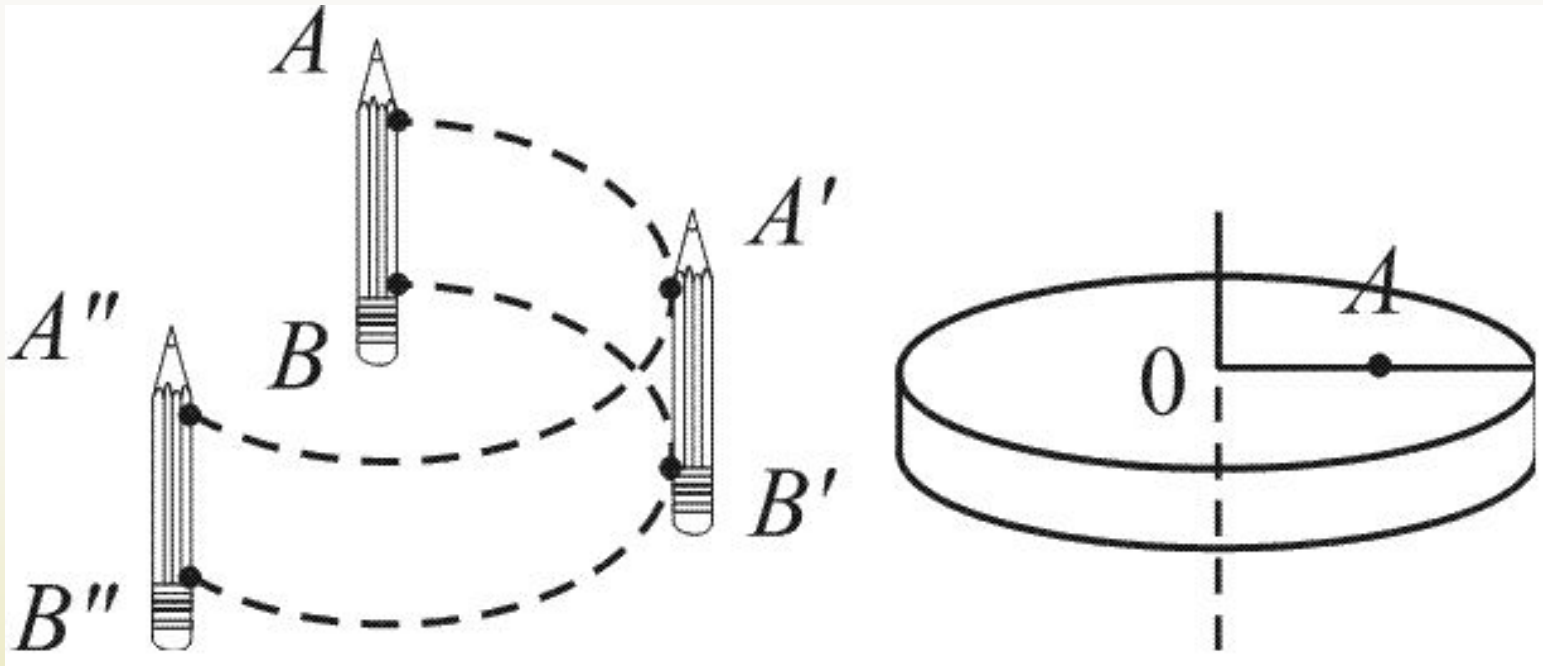
$$a_{\tau} = 0 \qquad a_n = \textit{const}$$

Түзу сызық бойымен бір қалыпты айнымалы қозғалыс

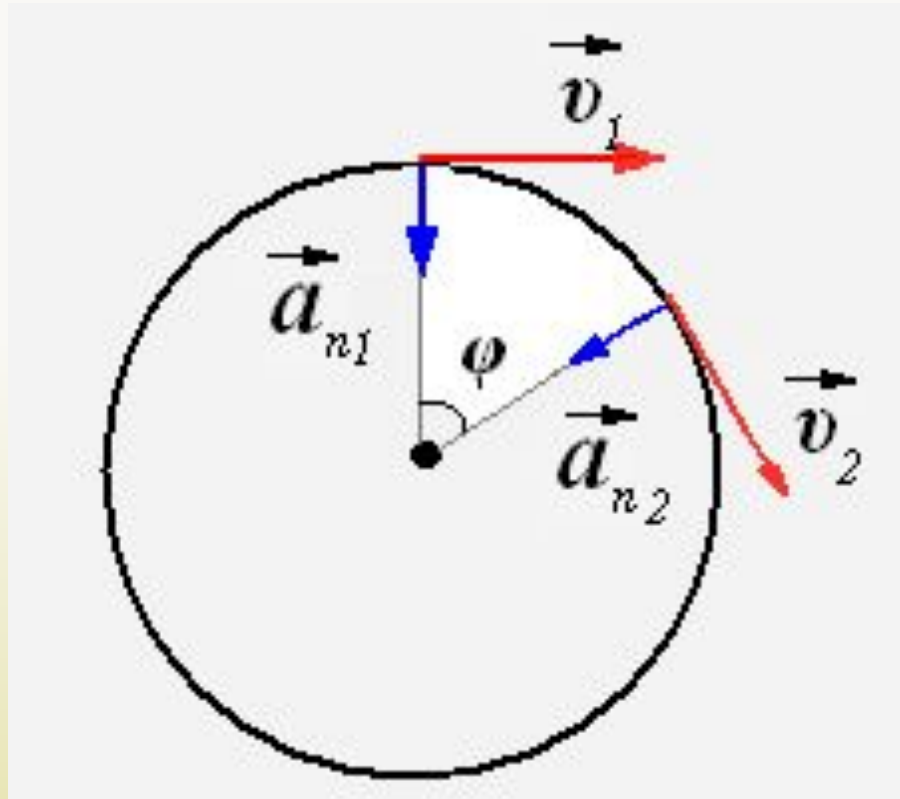
$$\left\{ \begin{array}{l} a = a_{\tau} = \text{const}, \\ v = v_0 + at, \\ s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}. \end{array} \right.$$

Ілгерілемелі қозғалыс

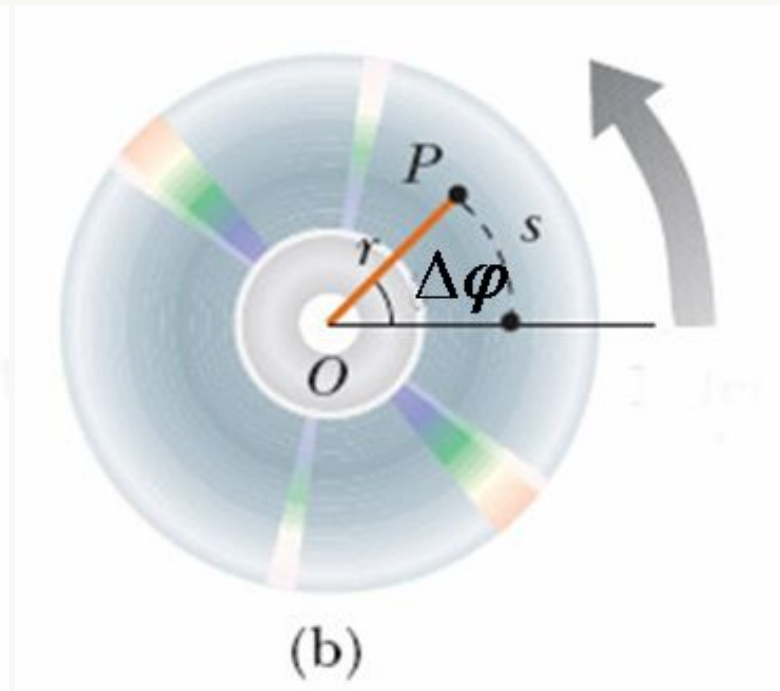
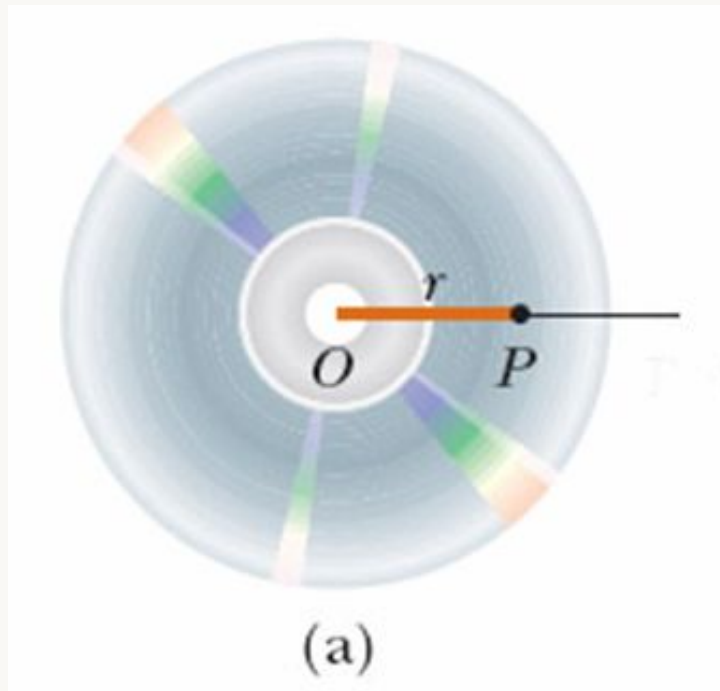
Ілгерілемелі қозғалыс - дене қозғалғанда, кез келген сызық өз өзіне параллель қалады



Айналмалы қозғалыс деп абсолютті қатты дененің барлық нүктелерінің шеңбер бойымен бір қалыпты қозғалысын айтады.



Бұрыштық жылдамдық

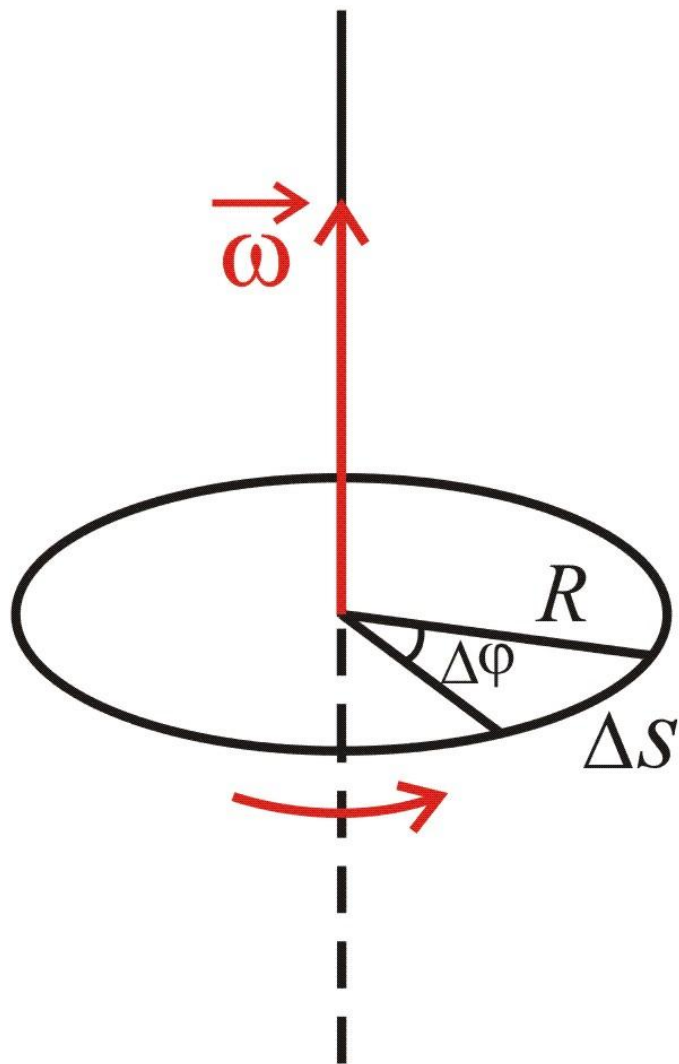


$$\varphi = \frac{\Delta S}{R}$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$\omega = \text{const}$$

Бұрыштық жылдамдық

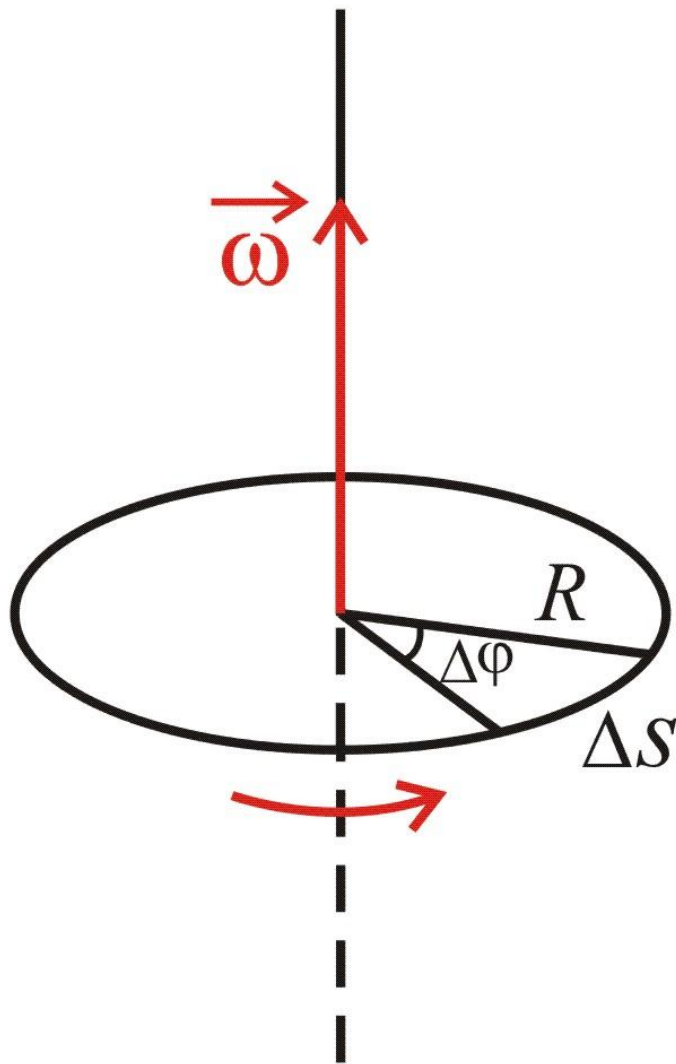


Бір қалыпты айналу

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

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

Бұрыштық жылдамдық модулі

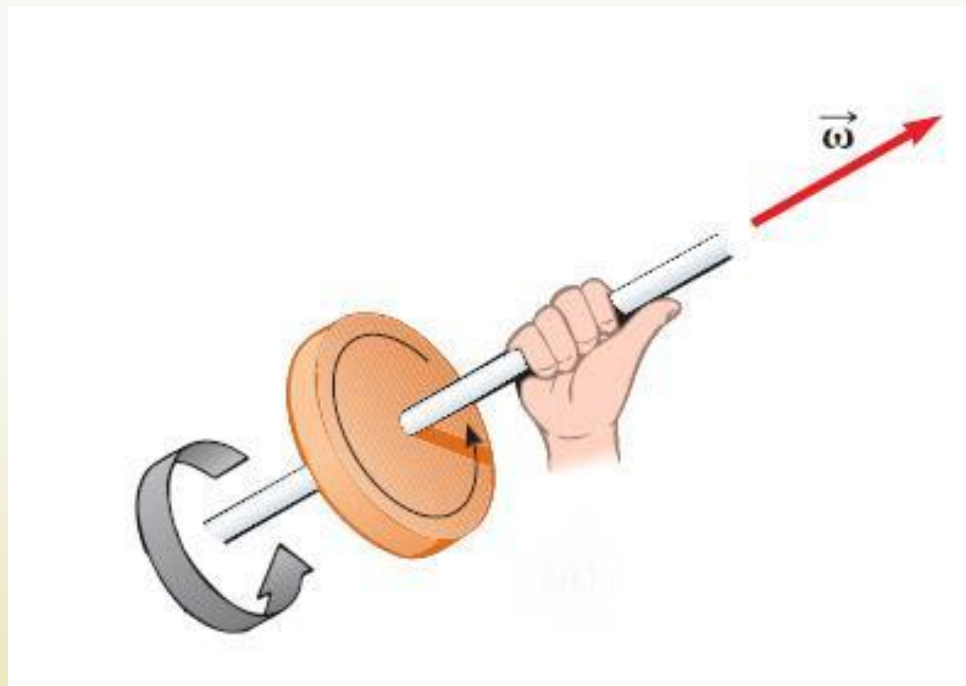


Бір қалыпты үдемелі
айналу

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'.$$

$$\varphi = \omega_0 \cdot t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

Бұрыштық жылдамдық - бұрылу бұрышының уақытқа байланысты өзгерісі және оң бұрғы ережесімен анықталады (буравчик)



Сызықтық жылдамдық пен бұрыштық жылдамдық арасындағы байланыс

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

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

$$\Delta S = \varphi R$$

$$v = \frac{\varphi R}{\Delta t}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

$$v = \omega R$$

Сызықтық жылдамдық пен бұрыштық жылдамдық арасындағы байланыс

$$v = \omega R$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

Нормаль үдеу

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

Бұрыштық үдеу

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$$

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\overset{\square}{\omega}}{\Delta t} = \frac{d\overset{\square}{\omega}}{dt} = \overset{\square}{\omega}'.$$

Тангенциальды үдеу

$$a_{\tau} = \frac{dv}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} = R\varepsilon$$

Толық үдеу модулі

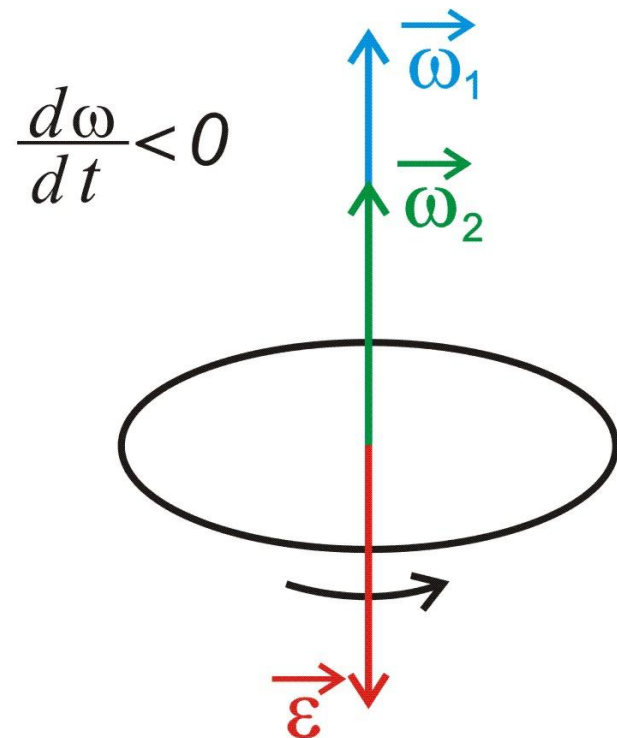
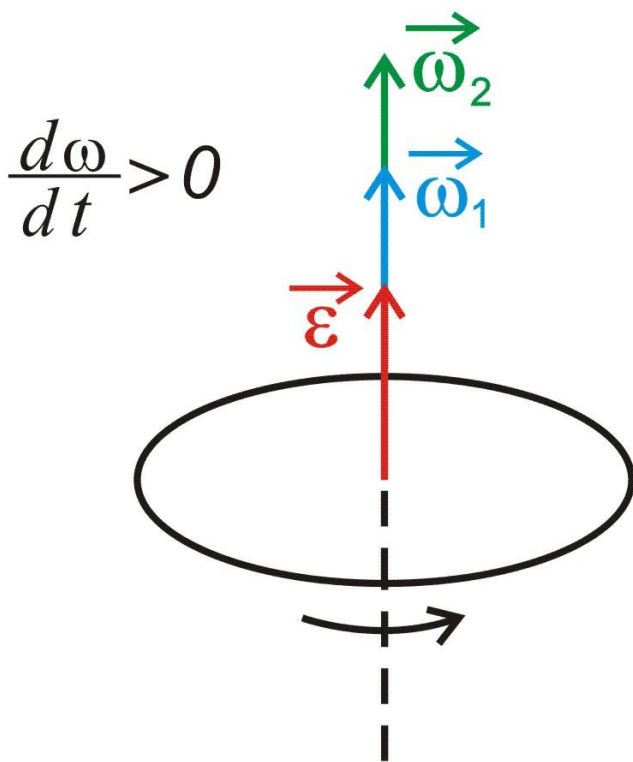
$$a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2} = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$$

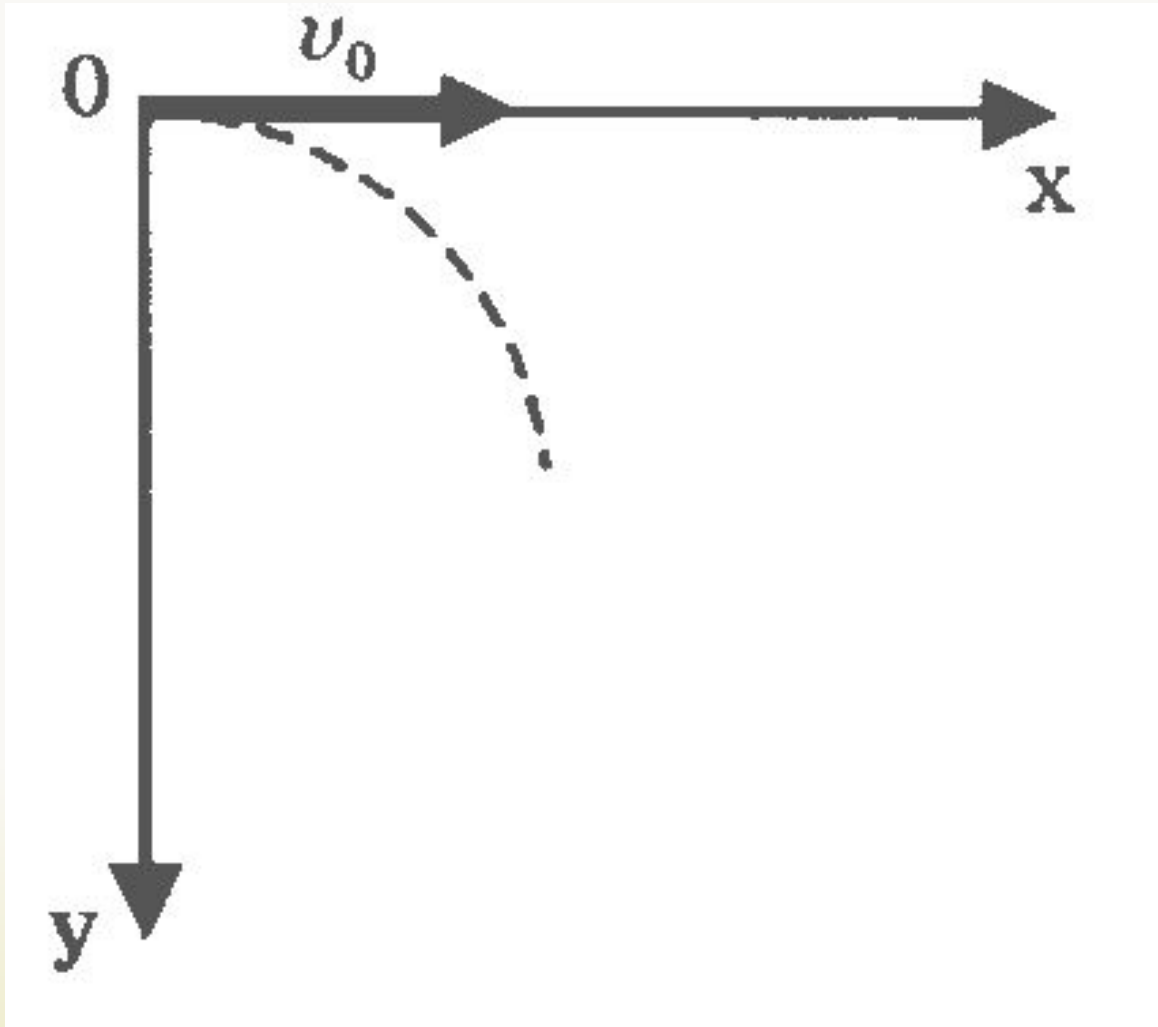
Бір қалыпты үдемелі айналу

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

Үдемелі қозғалыс кезінде вектор және вектор айналу осімен бағыттас, ал кемімелі қозғалыс кезінде қарама-қарсы болады.





$$v = v_0 + gt$$

$$v_0 = 0$$

$$v = gt$$

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

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

