ФИЗИКА

ЛИТЕРАТУРА:

Иродов И.Е. Общая физика

Матвеев А.Н. Курс физики

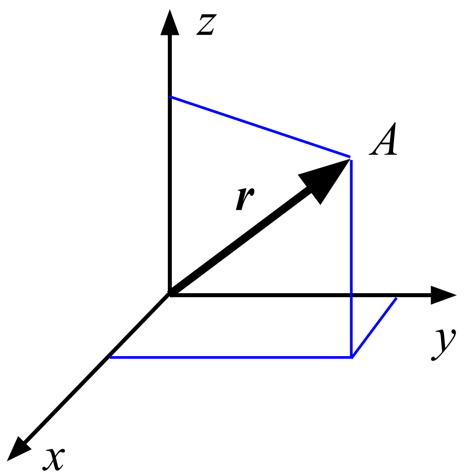
Джанколи Д. Физика

Савельев И.А. Курс общей физики

Трофимова Т.И. Курс физики

Сивухин Д.В. Общий курс физики

Декартовая система координат



x, y, z – *координаты* $(\cdot)A$

$\boldsymbol{r}$ – *радиус-вектор*

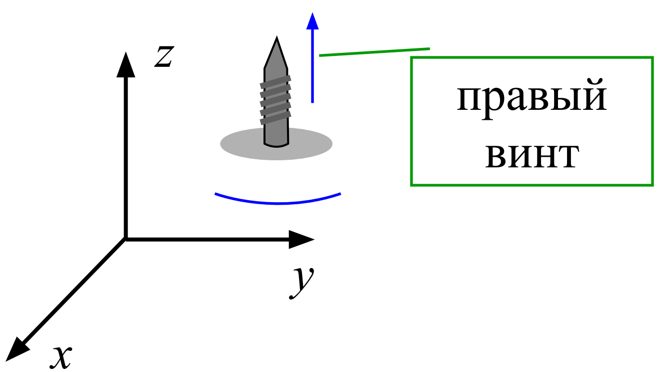
$\boldsymbol{r} = x \cdot \boldsymbol{i} + y \cdot \boldsymbol{j} + z \cdot \boldsymbol{k}$

$\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$ – *координатные орты*

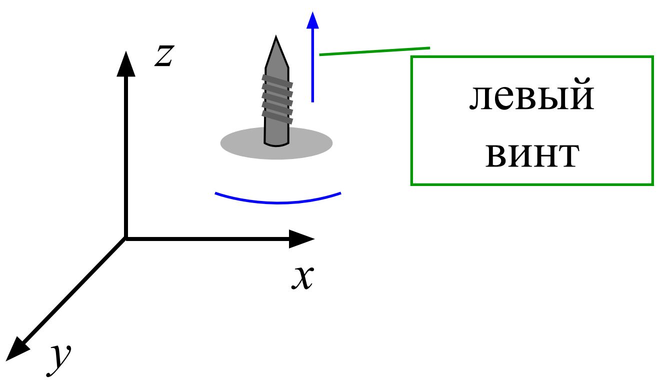
$$|\boldsymbol{i}| = |\boldsymbol{j}| = |\boldsymbol{k}| = 1$$

$$\boldsymbol{i} \perp \boldsymbol{j} \perp \boldsymbol{k}$$

Правая система координат



Левая система координат



Обозначение вектора: $\begin{cases} \boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}, \boldsymbol{C} \\ \vec{A}, \vec{B}, \vec{C} \end{cases}$

Определение вектора: *вектор* – упорядоченный набор чисел.

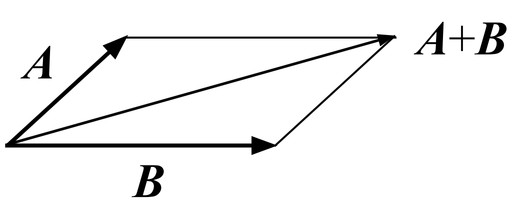
$\boldsymbol{A} \equiv (A_x, A_y, A_z)$, A_i $(i = x, y, z)$ – составляющие (компоненты) вектора

Сложение векторов и умножение вектора на число

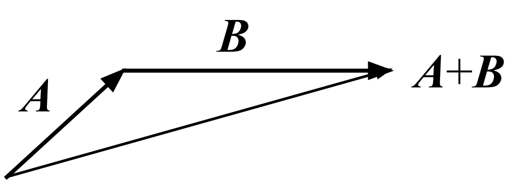
$\boldsymbol{C} = \boldsymbol{A} + \boldsymbol{B}$, где $C_i = A_i + B_i$, $i = x, y, z$

$\alpha\boldsymbol{A} \equiv (\alpha A_x, \alpha A_y, \alpha A_z)$

Сложение по правилу параллелограмма

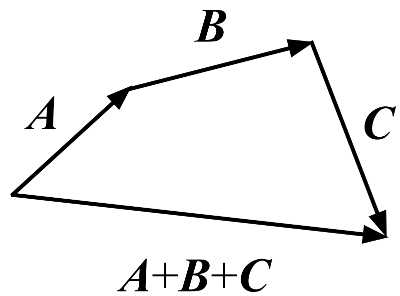


Сложение по правилу треугольника

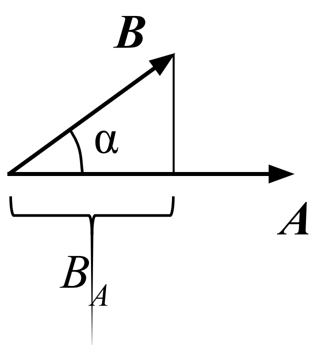


Элементы векторной алгебры

Сложение нескольких векторов



Скалярное произведение



$$(\mathbf{A},\mathbf{B}) = A\cdot B\cdot\cos\alpha = A\cdot B_A$$

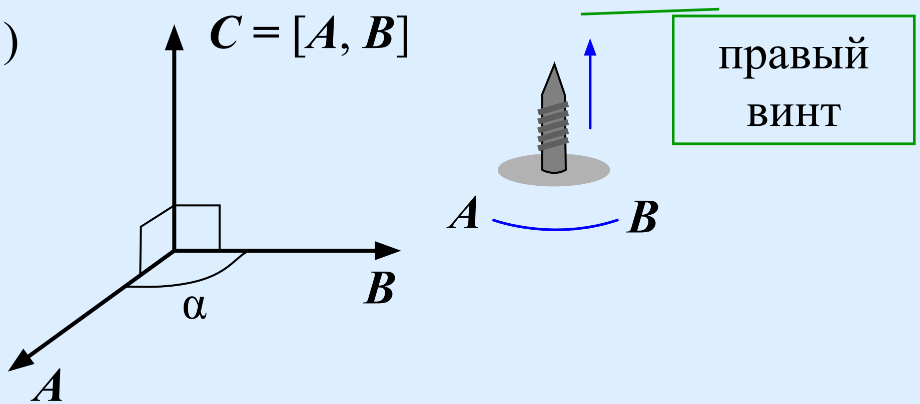
другое обозначение $(\mathbf{A},\mathbf{B}) = \mathbf{A}\cdot\mathbf{B}$

В декартовой системе координат

$$(\mathbf{A},\mathbf{B}) = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

Векторное произведение

1)



2)

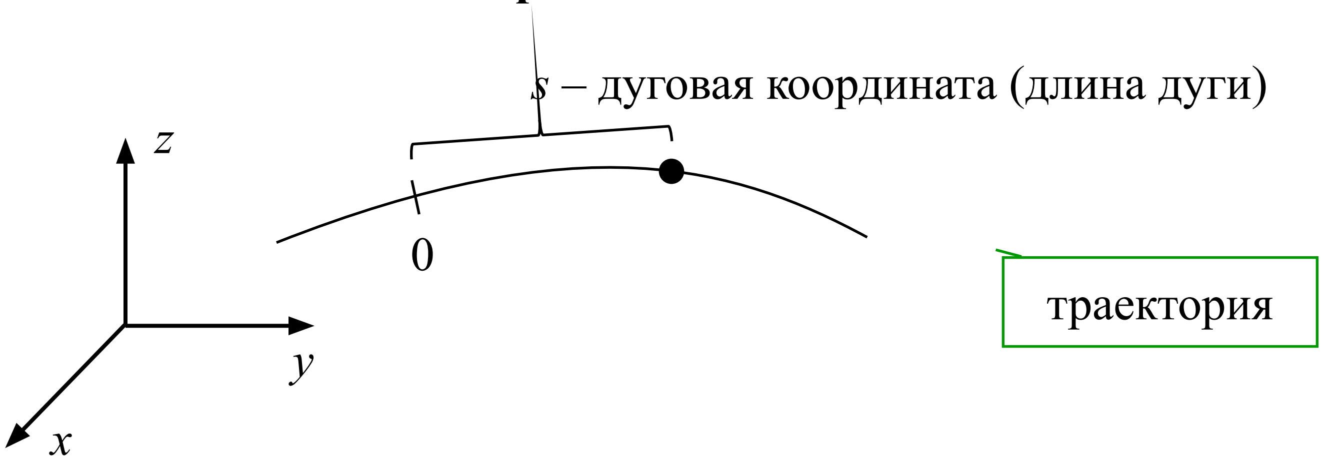
$$C = A \cdot B \cdot \sin\alpha$$

В декартовой системе координат
$$[\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}] = \begin{vmatrix} \boldsymbol{i} & \boldsymbol{j} & \boldsymbol{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$[\boldsymbol{A}, \boldsymbol{B}] = (A_y B_z - A_z B_y)\boldsymbol{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\boldsymbol{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\boldsymbol{k}$$

Кинематика материальной точки

Описание движения материальной точки



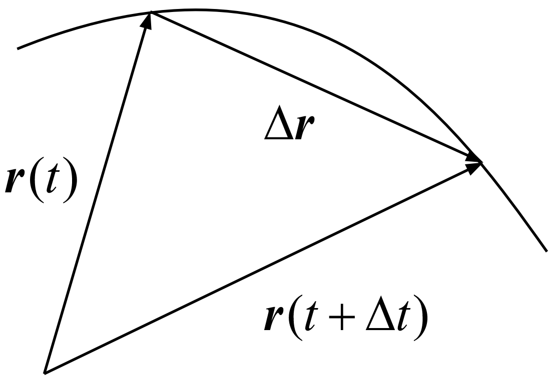
1) *Координатный способ* $x = x(t),\ \ y = y(t),\ \ z = z(t)$

2) *Векторный способ* $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t)$

3) *Траекторный способ*
$$\begin{cases} \boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(s) \text{ — уравнение траектории} \\ s = s(t) \text{ — дуговая координата} \end{cases}$$

Скорость и ускорение материальной точки

Скорость



$$\boxed{\Delta\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t+\Delta t) - \boldsymbol{r}(t)}$$ – *смещение*

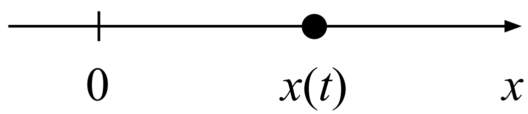
$$\boxed{\boldsymbol{v}_{\text{ср}} = \frac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}}$$ – *средняя скорость*

$$\boxed{\boldsymbol{v} = \dot{\boldsymbol{r}} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\boldsymbol{r}}{\Delta t}}$$ – (*мгновенная*) *скорость*

Ускорение

$$\boldsymbol{a} = \dot{\boldsymbol{v}} = \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} \qquad \boldsymbol{a} = \ddot{\boldsymbol{r}} = \frac{d^2\boldsymbol{r}}{dt^2}$$

Прямолинейное движение



$$x = x(t)$$

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

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

1) Равномерное движение, $v = \text{const}$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \Longrightarrow \quad a = 0$$

$$\frac{dx}{dt} = v \quad \Longrightarrow \quad x = x_0 + vt$$

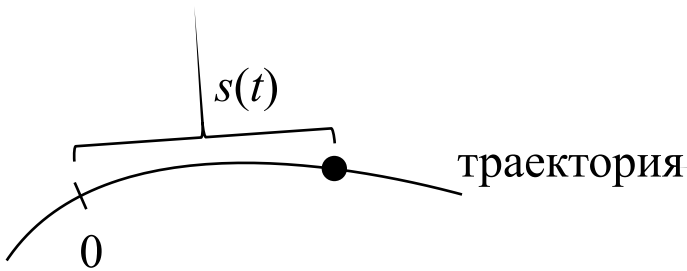
2) Равноускоренное движение, $a = \text{const}$

$$\frac{dv}{dt} = a \quad \Longrightarrow \quad v = v_0 + at$$

$$\frac{dx}{dt} = v \quad \Longrightarrow \quad x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

x_0 – начальные координата
v_0 – начальная скорость

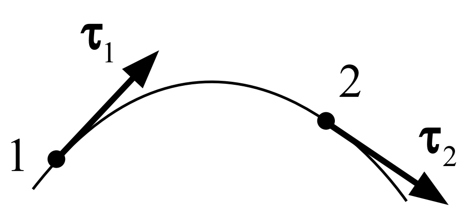
Движение по криволинейной траектории



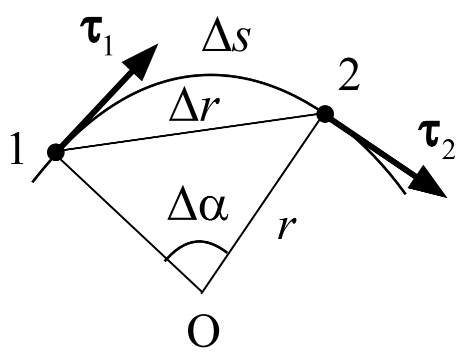
$$\begin{cases} \boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(s) - \text{уравнение траектории} \\ s = s(t) - \text{дуговая координата} \end{cases}$$

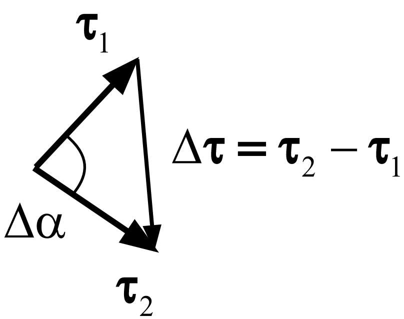
1) $\boldsymbol{\tau} = \dfrac{d\boldsymbol{r}}{ds}$ – касательный вектор

$$\lim_{\Delta s \to 0} \frac{\Delta r \text{ (корда)}}{\Delta s \text{ (дуга)}} = 1 \quad \Rightarrow \quad |\boldsymbol{\tau}| = 1$$



Движение по криволинейной траектории



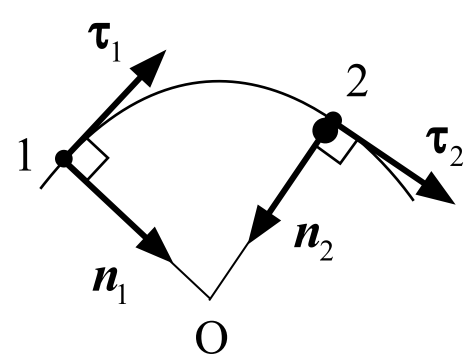


$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha &= \frac{\Delta s}{r} \\ \Delta\alpha &= \frac{\Delta\tau}{\tau} = 1 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \quad r\frac{\Delta\tau}{\Delta s} = 1$$

2) $\quad \boldsymbol{n} = r\dfrac{d\boldsymbol{\tau}}{ds}$ – главная нормаль, $|\boldsymbol{n}| = 1$

r – радиус кривизны траектории

$\boldsymbol{n} \perp \boldsymbol{\tau}$



Движение по криволинейной траектории

$$\boldsymbol{v} = \frac{d\boldsymbol{r}}{dt} = \frac{d\boldsymbol{r}}{ds}\frac{ds}{dt} \qquad \left(\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(s(t)) \right) \Rightarrow$$

$$\boxed{\boldsymbol{v}(t) = \frac{ds}{dt}\boldsymbol{\tau}} \Rightarrow \quad \boldsymbol{v} \parallel \boldsymbol{\tau}, \quad v = \frac{ds}{dt}$$

$$\boldsymbol{a}(t) = \frac{d\boldsymbol{v}(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{ds}{dt}\boldsymbol{\tau}\right) = \frac{d^2 s}{dt^2}\boldsymbol{\tau} + \frac{ds}{dt}\left(\frac{d\boldsymbol{\tau}}{ds}\frac{ds}{dt}\right) = \frac{d^2 s}{dt^2}\boldsymbol{\tau} + v^2\frac{d\boldsymbol{\tau}}{ds} \Rightarrow$$

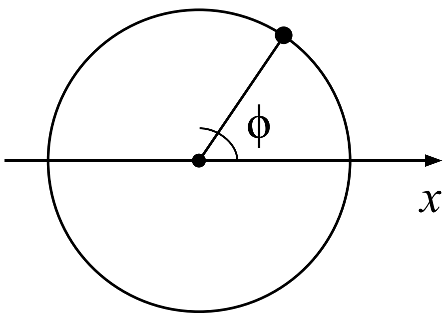
$$\boxed{\boldsymbol{a}(t) = \frac{d^2 s}{dt^2}\boldsymbol{\tau} + \frac{v^2}{r}\boldsymbol{n}} \Rightarrow$$

$a_\tau = \dfrac{d^2 s}{dt^2} = \dfrac{dv}{dt}$ тангенциальное ускорение

$a_n = \dfrac{v^2}{r}$ нормальное ускорение

$a = |\boldsymbol{a}| = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$ полное ускорение

Движение по окружности



Определения:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad – \textit{угловая скорость}$$

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} \quad – \textit{угловое ускорение}$$

1) Равномерное вращение, $\omega = \text{const}$

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} \quad \Rightarrow \quad \beta = 0$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega \quad \Rightarrow \quad \varphi = \varphi_0 + \omega t$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} \quad – \textit{частота} \qquad\qquad T = \frac{1}{\nu} \quad – \textit{период}$$

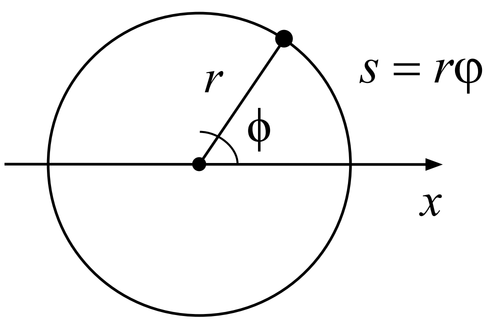
Движение по окружности

2) Равноускоренное вращение, $\beta = \mathrm{const}$

$$\frac{d\omega}{dt} = \beta \quad \Longrightarrow \quad \omega = \omega_0 + \beta t$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega \quad \Longrightarrow \quad \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\beta t^2}{2}$$

Связь линейный и угловых величин



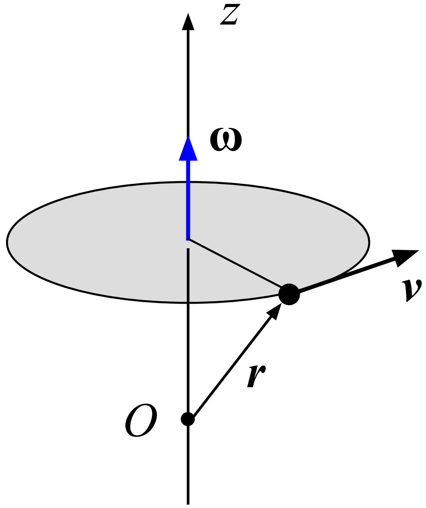
$$v = \frac{ds}{dt} = r\frac{d\varphi}{dt} = r\omega$$

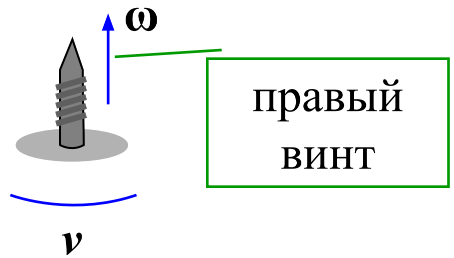
$$a_\tau = \frac{d^2 s}{dt^2} = r\frac{d^2\varphi}{dt^2} = r\beta$$

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

Движение по окружности

Положение окружности в пространстве и направление вращения задается *вектором угловой скорости* $\boldsymbol{\omega}$.





z – ось вращения ($\perp$ плоскости окружности)

$\boldsymbol{\omega}$ – *вектор угловой скорости*, $|\boldsymbol{\omega}| = \omega$, $\boldsymbol{\omega} \parallel \boldsymbol{z}$

$$\boxed{\boldsymbol{v} = \boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r}}$$