

Учебники

Трофимова Т.И. «Курс физики». (любое издание)

Савельев И.В. «Курс физики» (3-тома) (любое издание)

Огурцов А.Н. Лекции по физике. **Механика.**

(P.S.есть брошюры по другим разделам физики)

Курс физики /под ред. Проф. Лозовского В.Н./ в 2-ух томах. Сб-П, 2000

Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики (любое издание)

Задачники

Трофимова Т.И. «Сборник задач по курсу ФИЗИКИ для втузов»

Задачники (решение некоторых задач есть в ответах)

Савельев И.В. «Сборник вопросов и задач по общей физики»

Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики»

Задачники с примерами решений задач.

Трофимова Т.И., Фирсов А.В. «Курс физики. Задачи и решения».

Антошина Л.Г., Павлов С.В., Скипетрова Л.А. «Общая физика: Сб. задач»

Чертов А.Г., Воробьев А.А. «Задачник по физике»

*Представляемый курс физики является
конспективным изложением фактического
материала, изложенного в учебниках.*

Если что-то непонятно – обращай тесь к учебникам

Понятие предмета – «физика»

Введено 4-6 веке до нашей эры (греческое слово «fizis» - природа), по тем временам объединяло животный и растительный мир.

Физика изучает закономерности явлений природы (простейшие и общие), свойства и строение **материи** и законы ее движения.

Известны два вида материи: вещество и поле.

Вещество - атомы, молекулы и все, построенные из них тела.

Поля - электромагнитные, гравитационные и другие поля.

Законы физики устанавливаются на основе обобщения опытных фактов и выражают объективные закономерности, существующие в природе.

Любые качественные и количественные изменения, происходящие с природными (физическими) объектами, телами – **движение**.

Простейшая форма движения – это механическое движение.

Законы физики формулируются в виде **количественных соотношений** между различными **физическими величинами**.

Физические величины

Физические величины – это характеристики определяющие состояние природного объект они определяются из измерений

Введены **основные величины**, остальные величины устанавливаются на их основе, это **производные** величины (от **основных величин**).

Совокупность единиц измерений **физ. величины** образует систему единиц. Основной системой единиц является Международная система единиц (СИ) (*System International – SI*), система является абсолютной в механике это : **метр (м), килограмм (кг), секунда (с).**

Наим. физ. велич.	Усл. обозн.	Наим. ед. изм.	Сокр. обозн.
Длина	l	метр	м
Масса	m	килограмм	кг
Время	t	секунда	с
Термодинамическая температура	T	кельвин	К
Сила электрического тока	I	ампер	А
Сила света	J	кандела	кд
Количество вещества	$\nu (n)$	моль	моль

Другая система единиц в механике – **СГС (сантиметр-грамм-секунда).**

МЕХАНИКА

изучает закономерности механического движения (кинематика) и причины, его вызывающие (динамика), положение тел в состоянии покоя (статика).

Механика, основанная на законах Ньютона, справедлива для макроскопических тел движущихся со скоростями во много раз меньшими скорости света. Она называется классической механикой.

Движение тел со скоростями, близкими к скорости света, изучается релятивистской механикой (механикой теории относительности); Закономерности движения микрочастиц (атомов и молекул рассматриваются квантовой механикой.

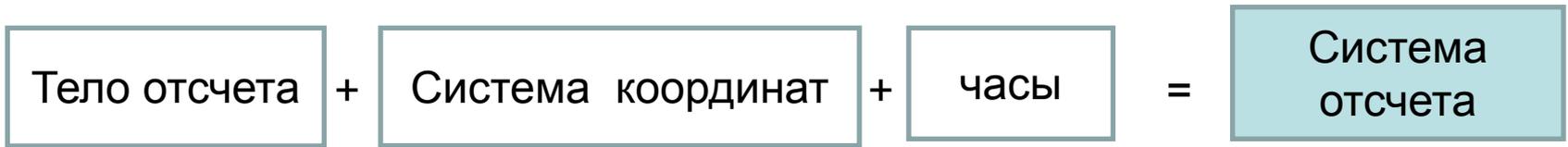
Положение тела в пространстве и во времени может быть определено только по отношению к каким-либо другим телам.

Тело, которое служит для определения положения интересующего нас тела (**тело А**), называется **телом отсчета**.

С ним связывают систему координат и относительно ее устанавливают положение **тела А** в пространстве.

Изменение его положения фиксируют с **помощью часов**.

Совокупность **тела отчета** и связанных с ним **координат и часов** образуют систему отсчета:



Реальные движения сложны и для решения конкретных задач используют **упрощенные физические модели:**

материальная точка

- это тело, размерами и формой которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

абсолютно твердое тело или твердое тело

- это система материальных точек, расстояние между которыми не меняется в процессе движения.

Кинематика материальной точки

Кинематика - раздел механики описывает движение тел, без выявления причин приводящих к этому движению

Кинематика поступательного движения материальной точки

Рассмотрим два способа задания положения материальной точки

1) **Координатный** - координаты материальной точки, зависящие от времени:

$$x = x(t) \quad y = y(t) \quad z = z(t)$$

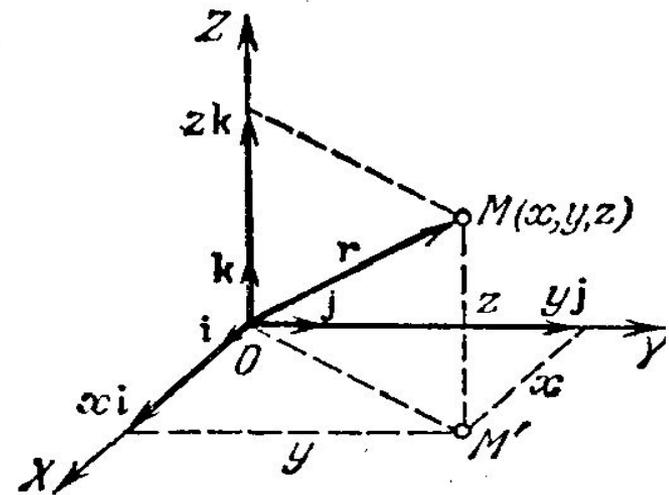
2) **Векторный** – положение точки определяется вектором, проведенным из начала в эту точку.

Положение точки определяется вектором:

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

$$\vec{r} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}, \quad \text{направление вектора}$$

$$|\vec{r}| = r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad \text{величина вектора (модуль)}$$

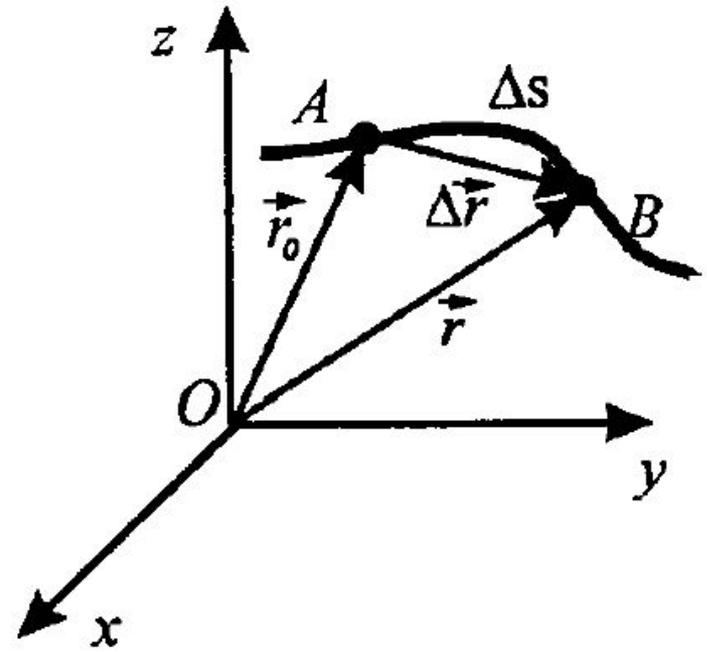


Перемещение точки задается как:

$$\Delta \vec{r} = \vec{r} - \vec{r}_0$$

При перемещении точка описывает **траекторию**, сумма всех участков траектории это длина пути Δs . Она скалярная величина

В общем случае $\Delta s \neq |\Delta \vec{r}|$
при $\Delta t \rightarrow 0$ $ds = |d\vec{r}|$



Быстрота изменения положения точки характеризуется скоростью.

Это векторная величина

Средняя скорость неравномерного движения:

$$\langle v \rangle = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Быстрота изменения положения и направления движения точки в момент времени dt – мгновенная **скорость**:

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

Быстрота изменения скорости **ускорение:**

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

Положение точки определяется **уравнениями движение точки.**

При **прямолинейном равноускоренном** движении скорость выражается как :

$$v(t) = v(t=0) + at \equiv v_0 + at \quad \text{является функцией времени}$$

Путь это интеграл скорости $s = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$ При данном типе движения $s(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

При **плоском криволинейном движении** ускорение - сумма двух слагаемых:

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

Первое - нормальное (центростремительное) ускорение характеризует быстроту изменения направления скорости:

его величина : $a_n = v^2 / R$

направление этого ускорения : нормаль к траектории, т.е . к центру ее кривизны.

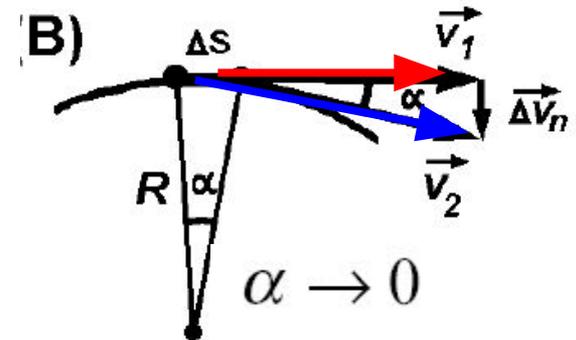
Второе - тангенциальное ускорение характеризует быстроту изменения скорости по модулю :

его величина: $a_\tau = \frac{dv}{dt}$ направление: совпадает с вектором скорости.

Модуль (величина) полного ускорения при плоском криволинейном движении:

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

НОРМАЛЬНОЕ (ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЕ) ускорение a_n
 Эта величина связана со скоростью движения по кругу и радиусом R :



Вывод уравнения для нормального ускорения

Допустим присутствует только нормальное ускорение, т.е. модуль скорости в двух фиксированных точках на рисунке одинакова: $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$

Но направление изменилось на угол α , который очень мал, т.е. $\alpha \rightarrow 0$

Изменение скорости по направлению можно представить как (см.рис.)

$$\Delta v_n = |\vec{v}| \cdot \sin \alpha = v \cdot \alpha \quad \sin \alpha = \alpha$$

С другой стороны: $\Delta s = v \cdot \Delta t = R \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{v \cdot \Delta t}{R}$

Тогда

$$\Delta v_n = \alpha = v \cdot \frac{v \cdot \Delta t}{R} = v^2 \frac{\Delta t}{R} \Rightarrow \frac{\Delta v_n}{\Delta t} = \frac{v^2}{R} = a_n$$

Виды движения

- 1) $\vec{a}_\tau = 0, \vec{a}_n = 0$ — **прямолинейное равномерное** движение: $\vec{a} = 0$.
- 2) $\vec{a}_\tau = a = const, \vec{a}_n = 0$ — **прямолинейное равнопеременное (равноускоренное)** движение. Если $t_0 = 0$, то

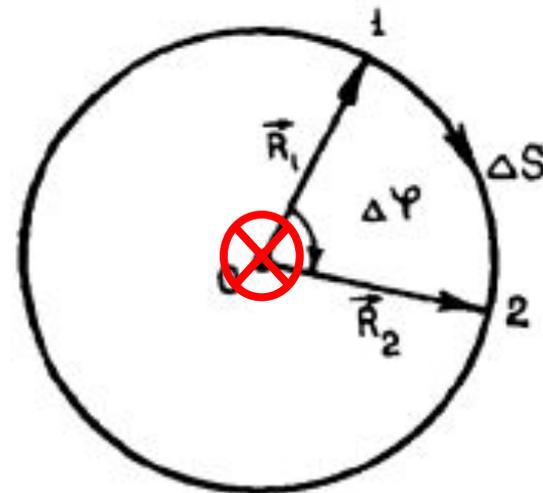
$$a_\tau = a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{v - v_0}{t};$$

$$v = v_0 + a \cdot t; \quad s = \int_0^t (v_0 + at) dt = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

- 3) $a_\tau = 0, a_n = const = \frac{v^2}{R}$ — **равномерное движение по окружности.**
- 4) $\vec{a}_\tau \neq 0, \vec{a}_n \neq 0$ — **криволинейное равнопеременное движение.**

Кинематика вращательного движения и связь с характеристиками линейного движения

Пусть точка движется по окружности и в момент времени t_1 , занимает положение 1, в момент времени t_2 — положение 2. За время $\Delta t = t_2 - t_1$, радиус-вектор точки повернулся на угол $\Delta\phi$.



Угол поворота $\Delta\phi$ радиуса-вектора точки – это **угловое перемещение**.

В системе СИ угловое перемещение измеряется в радианах.

Чтобы углом поворота задать и направление движения точки по окружности, угловое перемещение **$d\phi$** рассматривают как **вектор**.

$d\phi$ лежит на оси вращения и направлен в ту сторону, откуда вращение видно происходящим против часовой стрелки (правило буравчика).

Векторы, направление которых связывается с направлением вращения, называются аксиальными (псевдовекторами).

Угловое перемещение является именно таким вектором.

Если направление вектора определяется природой самой величины (например, \mathbf{r} , \mathbf{v} , \mathbf{a} , то вектор называется полярным (истинным). Эти векторы имеют вполне определенную точку приложения

Полярные векторы, аксиальные такой точки не имеют: они могут откладываться от любой точки прямой, вдоль которой они направлены.

Быстрота обращения (вращения) точки вокруг центра окружности O характеризуется угловой скоростью:

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

т.е. ее численное значение равно первой производной от угла поворота по времени, а направление совпадает с направлением вектора

$$d\varphi$$

Направление псевдо – векторов $d\varphi$ и $\boldsymbol{\omega}$ определяется по правилу правого буравчика.

Единица измерения угловой скорости в СИ:

$$\text{рад / с} \quad [\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}}, \quad \text{размерность} \quad \text{с}^{-1}$$

Если $\omega = \text{const}$, то движение точки по окружности равномерное (равномерное вращение).

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

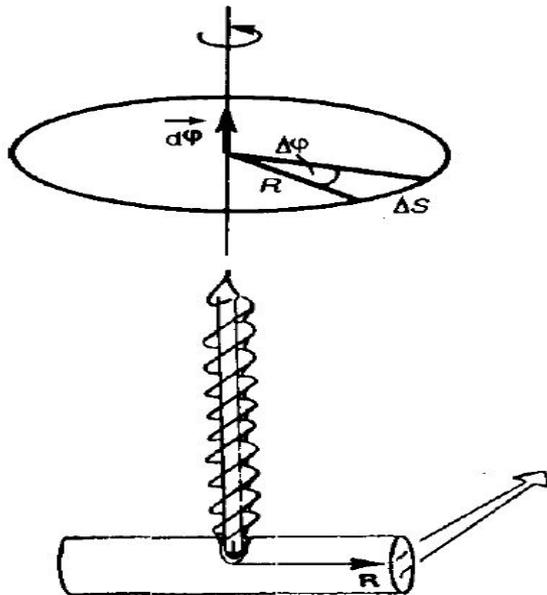
Время одного оборота называется **периодом вращения** T .. $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Число оборотов в единицу времени (частота вращения)

$$n = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \rightarrow \omega = 2\pi n$$

Если $\omega \neq \text{const}$, то быстрота ее изменения характеризуется угловым ускорением.

Векторная величина : $\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{d\omega}{dt}$ угловое ускорением.



Угловая скорости $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \dot{\varphi}$

Угловое ускорение $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \dot{\omega} = \ddot{\varphi}$

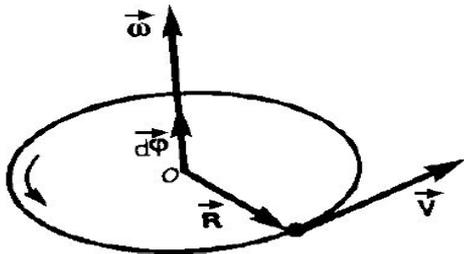
Связь угловых характеристик движения:

$$\omega(t) = \omega_0 + \varepsilon t \quad \varphi(t) = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

Связь угловых и линейных параметров

$$v = \left[\omega R \right] \quad v = \omega R \sin \alpha$$

$$s = \varphi R \quad v = \omega R \quad a_n = \omega^2 R \quad a_\tau = \beta R$$



Период вращения – время одного полного оборота: $T = 2\pi/\omega$

Частота вращения - число полных оборотов в единицу времени:

$$n = (1/T) = \omega/2\pi$$

Численное значение углового ускорения равно первой производной от угловой скорости по времени.

$$\frac{d\omega}{dt} > 0 \text{ ускоренное вращение;}$$

Угловое ускорение направлено в ту же сторону, что и угловая скорость

$$\frac{d\omega}{dt} < 0 \text{ замедленное вращение;}$$

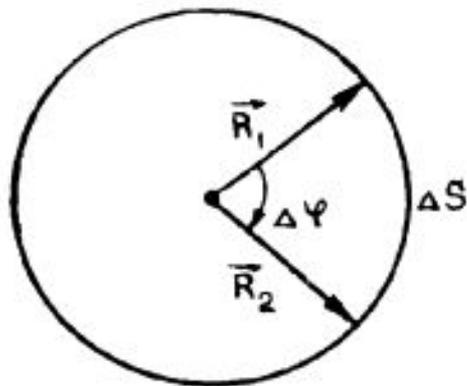
Угловое ускорение направлено противоположно угловой скорости

Связь линейных и угловых характеристик движения:

Путь $\Delta s = \lim_{t \rightarrow 0} (\Delta \varphi \cdot R)$

Модуль скорости $|\vec{v}| = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{(\Delta \varphi \cdot R)}{\Delta t} = R \lim_{t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right) = R \cdot \omega$

Направление линейной скорости определяется согласно векторного произведения: $\vec{v} = [\vec{\omega} \cdot \vec{R}]$



Ускорение тангенциальное $\left. \right\} a_{\tau} = \frac{d[\vec{\omega} \cdot \vec{R}]}{dt} = \left[\frac{d\vec{\omega}}{dt} \cdot \vec{R} \right] = [\vec{\varepsilon} \cdot \vec{R}]$

Ускорение нормальное $\left. \right\} |a_n| = \frac{v^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \omega^2 R$