

Тема лекции:

Предмет физики. Пространство и время.

Физические модели. Кинематика

материальной точки

Предмет физики

Физика – наука, изучающая наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи, законы ее движения.

Физика тесно связана с медициной, биологией, геологией, географией, почвоведением – со всеми науками, изучающими законы неживой и живой природы.

Предмет физики

Закон сохранения энергии, закон всемирного тяготения, законы электродинамики, квантовой механики, *являются естественной основой* более сложных химических, биологических и других законов, *не исчерпывая*, однако их содержания. Кроме того, *физика является основой современной техники, информационных технологий*, которые, в свою очередь, дают ей все новые экспериментальные возможности в изучении природы.

Для таких наук, как геофизика, физика почв, биофизика общая физика является естественным фундаментом.

Основные разделы физики

Курс физики состоит из следующих разделов: **механика, механические колебания и волны, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, включая электромагнитные колебания и волны, оптика, элементы квантовой механики и строения вещества.** Мы начинаем курс физики с изучения *законов механики – законов, управляющих перемещением материальных тел в пространстве.*

Кинематика

В свою очередь **механика** состоит из следующих основных разделов:

Кинематика

Динамика

Статика

Механические колебания и волны

Мы начинаем изучать механику с кинематики.

Кинематика – раздел механики, изучающий движение тел, но не интересующийся причиной этого движения.

Физические модели. Материальная точка

Под **физической моделью** понимается некоторое *упрощенное представление реального объекта или процесса, достаточное, однако, для сохранения его индивидуальности и его наиболее существенных свойств.*

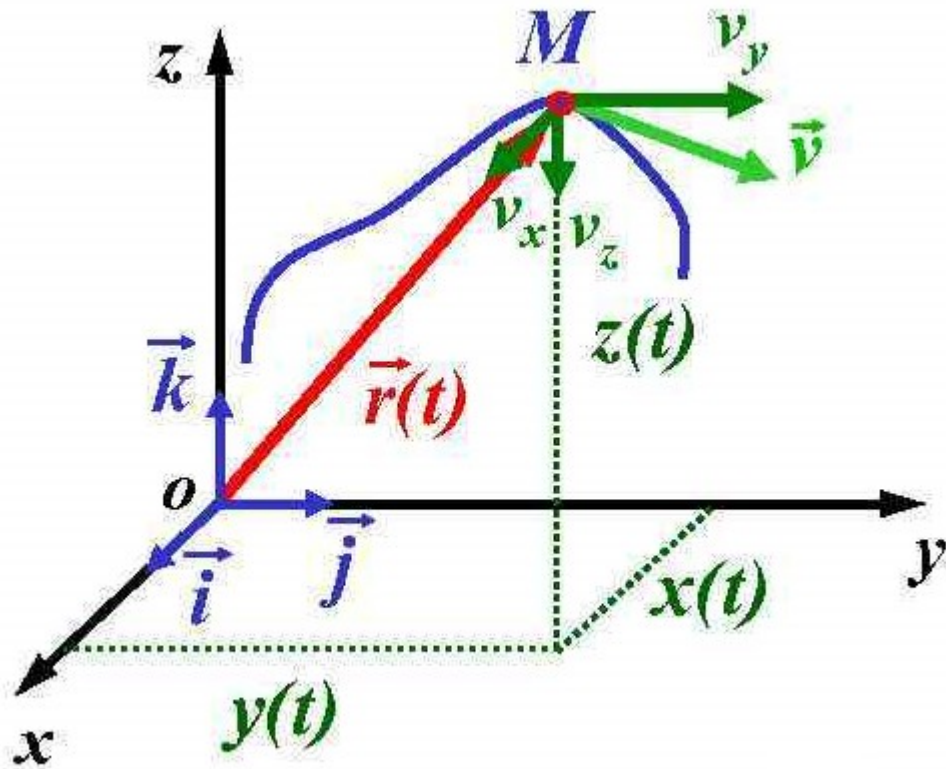
Прежде, чем переходить к обсуждению основных понятий кинематики, определим физическую модель, с которой будем иметь дело – материальную точку.

Материальная точка – тело, размерами которого в масштабах данной задачи можно пренебречь.

Основные понятия кинематики

- - закон движения точки,
- - траектория движения,
- - вектор перемещения,
- - вектор мгновенной скорости,
- - пройденный путь,
- - вектор ускорения.

Закон движения материальной точки



Пусть точка M движется по произвольной криволинейной траектории (см. рис.). В каждый момент времени положение точки определяется координатами x , y , z .

Закон движения определяется в координатной форме, как зависимость координат от времени

$$x=x(t), y=y(t), z=z(t),$$

либо в векторной форме

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

Закон движения материальной точки. Пример

Пример. Рассмотрим криволинейное движение в плоскости $X = 0$. Пусть зависимость от времени координат точки – закон ее движения – задается уравнениями

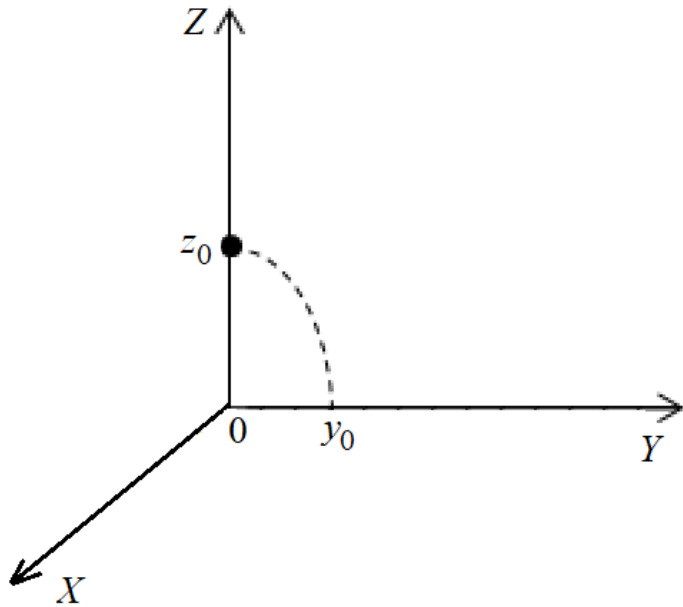
$$x = 0, \quad (1)$$

$$y = y(t) = bt, \quad (2)$$

$$z = z(t) = z_0 - at^2/2. \quad (3)$$

Здесь a , b , z_0 - постоянные величины, t – время. Видно, что в начальный момент времени ($t=0$) координаты точки $x=0$, $y=0$, $z=z_0$.

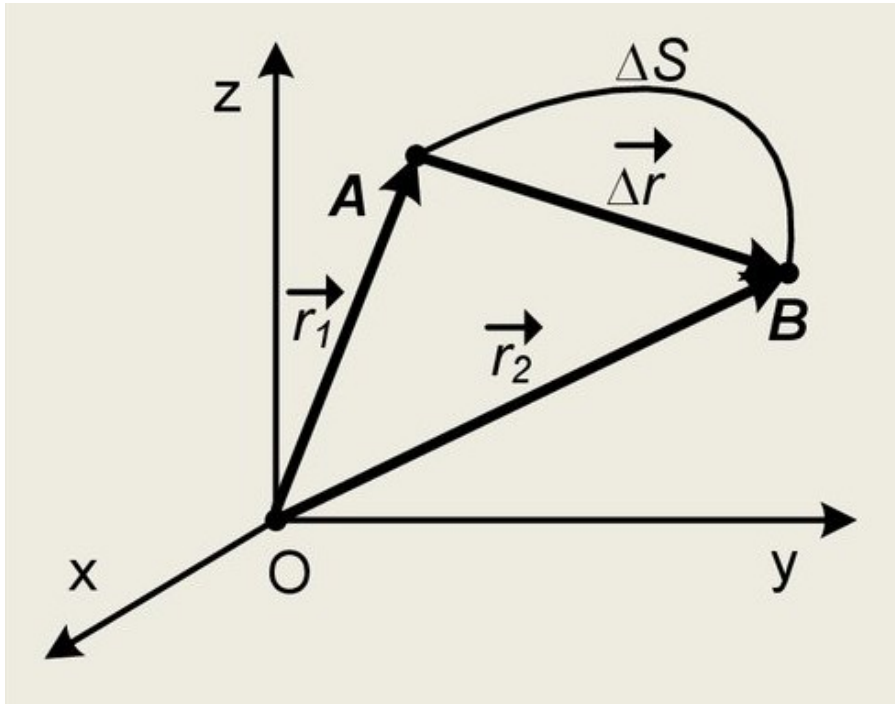
Из уравнения (2) имеем $t=y/b$; подставляя t в уравнение (3), получаем уравнение траектории в виде $z = z_0 - ay^2/2b^2$. Форма траектории показана на рис., $y_0^2 = \frac{2b^2}{a} z_0$



Мгновенная скорость

В быту скорость – это путь, который проходит тело, частица, точка в единицу времени. *Если за любые равные промежутки времени Δt точка проходит одинаковый по длине отрезок траектории Δs , то говорят о равномерном движении со скоростью $v = \Delta s / \Delta t$.*

Мгновенная скорость

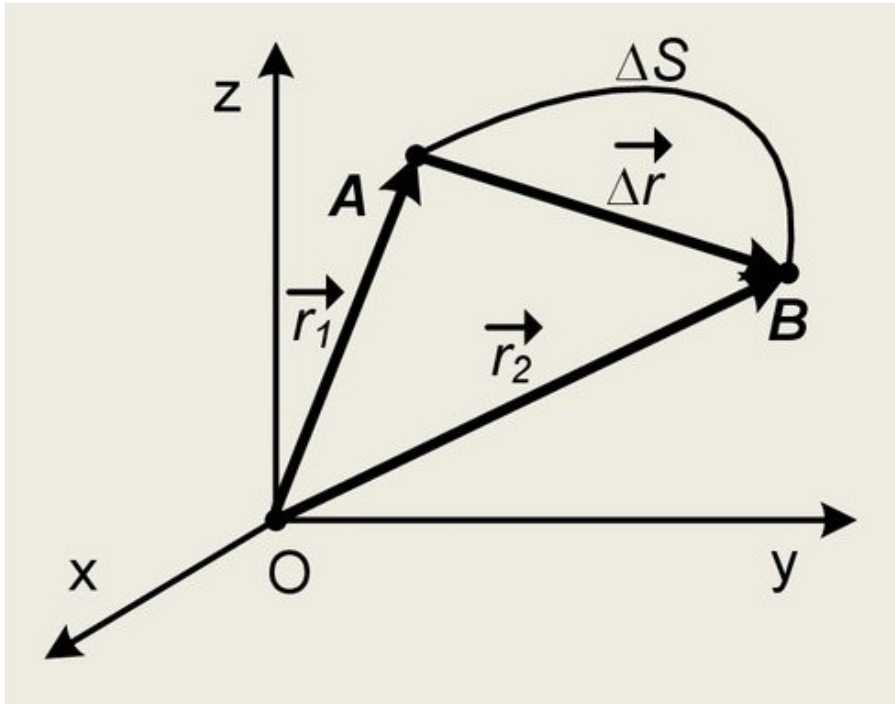


В физике скоростью называют векторную величину, характеризующую не только быстроту перемещения частицы, но и направление, по которому движется частица в каждый момент времени. Таким образом вводится понятие **вектора мгновенной скорости**.

Пусть в момент времени t_1 материальная точка находится в точке A , в момент времени t_2 – в точке B . За время $\Delta t = t_2 - t_1$ точка проходит отрезок траектории AB , точка получает перемещение

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

Мгновенная скорость



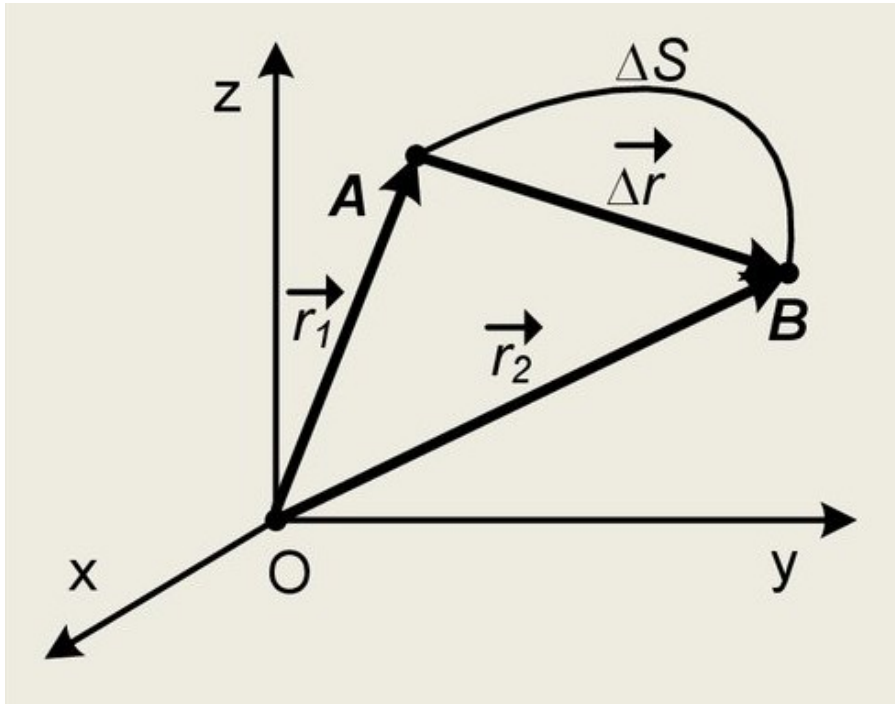
$\Delta\vec{r}$ - вектор перемещения точки (см. рис.).
Величина $\vec{v}_{\text{cp}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$

вектор средней скорости за время Δt . Если брать все меньшие промежутки времени Δt , это отношение в пределе даст значение мгновенной скорости в любой момент времени t :

$$\vec{v} = \lim_{\substack{\Delta t \rightarrow 0 \\ t_2 \rightarrow t_1}} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Мгновенная скорость – это вектор, равный производной радиус-вектора точки по времени.

Мгновенная скорость



Видно, что путь ΔS между точками A и B на криволинейной траектории отличен от $|\Delta \vec{r}|$ - модуля вектора перемещения. Однако при $\Delta t \rightarrow 0$ различие между ΔS и $|\Delta \vec{r}|$ будет убывать, и в конце концов для бесконечно малых величин $dS = |d\vec{r}|$, то есть

$$|\vec{v}| = \frac{|d\vec{r}|}{dt} = \frac{dS}{dt} \quad - \text{модуль мгновенной скорости}$$

равен производной пути по времени. Вектор \vec{v}

направлен так же, как и $d\vec{r}$, то есть по касательной к траектории.

Мгновенная скорость

Таким образом :

1. Вектор мгновенной скорости $\vec{v}(t)$ всегда направлен по касательной к траектории.

2. Для бесконечно малого перемещения вектор $d\vec{r}$ просто совпадает с элементом траектории. Для модуля мгновенной скорости

$$|\vec{v}| = v = \frac{dS}{dt}$$

Мгновенная скорость

Зная величину скорости в каждый момент времени, можно определить путь, пройденный частицей вдоль траектории от момента t_1 до момента t_2 по формуле

$$S = \lim_{\Delta t_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n v_i \Delta t_i = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

v – модуль мгновенной скорости.

Если, например, величина мгновенной скорости линейно возрастает с течением времени от $t = 0$ до t_1 как $v=at$ (a – постоянный коэффициент), то

$$S = \int_0^t at dt = \frac{at^2}{2}$$

формула, известная из школьного курса физики («равноускоренное движение»),

a – ускорение; точное определение этой величины будет дано в следующей лекции.

Мгновенная скорость

Мгновенная скорость точки определяется законом движения:

$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \vec{i} \frac{dx(t)}{dt} + \vec{j} \frac{dy(t)}{dt} + \vec{k} \frac{dz(t)}{dt} = \vec{i}v_x + \vec{j}v_y + \vec{k}v_z$$

$$|\vec{v}| = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}$$

Для рассмотренного выше примера (уравнения (1) – (3)) компоненты

вектора мгновенной скорости определяются как $v_x = 0$, $v_y = \frac{dy}{dt} = b$, $v_z = \frac{dz}{dt}$

$= -at$, модуль вектора скорости

$$|\vec{v}| = \sqrt{b^2 + a^2 t^2}$$

Литература

Б.А. Струков, Л.Г. Антошина, С.В. Павлов. Физика. М., 2011,
С. 5-13.

Тема следующей лекции:

Движение точки по окружности. Преобразования Галилея