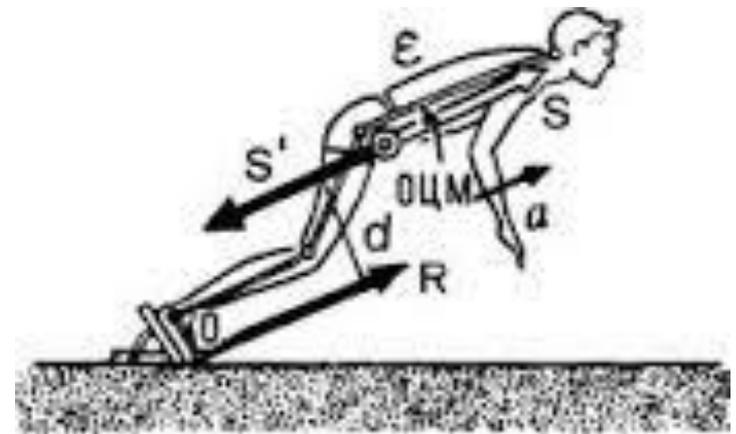


Кинематика поступательного движения



Лекция 1.1.

План лекции

1. Предмет физики как основы естественнонаучных знаний. Единицы измерения физических величин. Механика. Кинематика. Динамика.
2. Движение, способы описания движения.
3. Скорость и ускорение как производные.
4. Составляющие ускорения. Тангенциальное и нормальное ускорение.

***Предмет физики как
основы
естественнонаучных
знаний.***

Слова **механика, физика, кинематика** появилась в древней Греции в 7-6 вв. до н.э. Еще в древней Греции говорилось о первичности и о материальности окружающего нас мира.

Задача физиков не только объяснить те или иные явления, но и создать целостное представление о мире.

Энштейн писал: *«Высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов из которых возможно получить картину мира».*

Физика – это наука, изучающая наиболее общие законы, которым подчиняется окружающий нас внешний мир.

Роль физики в естествознании очень велика. Например: закон сохранения и изменения энергии, законы термодинамики и др. справедливы и для живой природы.

Вследствие всеобщности физических законов возникло много смежных с физикой дисциплин: биофизика, физическая химия, астрофизика и т. д.

Физика рассматривает следующие формы движения материи:

- Электромагнитная
- Тепловая
- Механическая
- Внутриатомная
- Гравитационная

Существует два вида измерений:

1. Прямое – результат получается из опытных данных сравнения измеряемой величины с эталоном (измерение длины – линейкой, штангенциркулем, микрометром; времени – часами, секундомером).

2. Косвенное – результат получается на основании опытных данных прямых измерений нескольких величин, связанных между собой функциональной зависимостью. Например: $V = S / t$.

Совокупность основных единиц и выраженных через них производных, называется системой единиц СИ, принятой Международной конвенцией.

Основные единицы: *длина – метр (м), масса – килограмм (кг), время – секунда (с), сила тока – Ампер (А), температура – Кельвин (К), количество вещества – моль (масса изотопа C12 0,012 кг), сила света – Кандела.*

Дополнительные единицы: *радиан, стерадиан (плоский и объемный угол).*

Широко используются другие системы, например, *физическая СГС*. Название системы складывается из названий основных единиц – сантиметр, грамм, секунда.

Первым известным физиком механиком в истории человечества был Архимед. Который уделял большое внимание созданию различных приборов в том числе и военного оборудования.

Механика- «механе»-орудие, приспособление.

Механика изучает самый простой вид движения перемещение тел в пространстве.

В механике рассматривается движение тел.

Кинематика - изучает движение тел, но не рассматривает причины, вызывающие это движение.

Динамика - изучает законы движения тел и причины, которые вызывают или изменяют это движение.

Статика - изучает законы равновесия системы тел. Если известны законы движения тел, то из них можно установить и законы равновесия.

***Движение. Способы описания
движения.***

Механическое движение – изменение положения тела или частей тела в пространстве с течением времени.

Существует два вида механического движения:

- *поступательное;*
- *вращательное.*

При **поступательном движении** *все точки тела движутся одинаково, имеют одинаковые скорости и ускорения.*

Наиболее простым случаем движения является движение материальной точки.

Материальной точкой *называется тело, формой и размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстоянием, на котором оно рассматривается (спутник, лампочка).*

Выбираем систему отсчета, относительно которой будем рассматривать движение материальной точки. Например: прямоугольная система координат XYZ. Положение материальной точки можно задать тремя скалярными уравнениями

$$x = f_1(t);$$

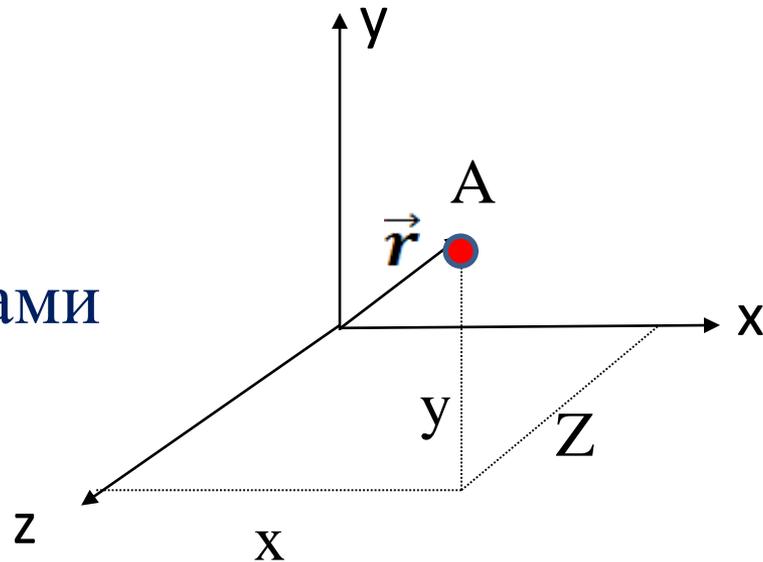
$$y = f_2(t);$$

$$z = f_3(t)$$

одним векторным

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

А также тремя координатами (X, Y, Z).



Траектория- это линия вдоль которой движется тело.

Рассмотрим перемещение точки из положения А в положение В за промежуток времени Δt

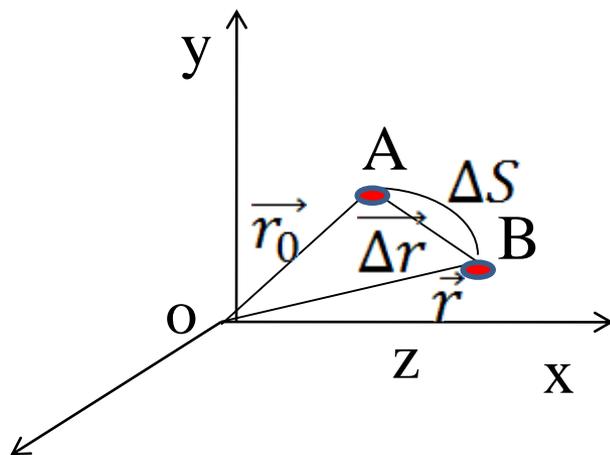
В зависимости от формы траектории различают:

□ *Прямолинейное движение (траектория - прямая линия)*

□ *Криволинейное движение (траектория - кривая линия)*

Путь- расстояние, измеренное вдоль траектории.

$AB = \Delta S$ — путь или длина пути, длина траектории.



ΔS - скалярная величина (положительная, отрицательная). Измеряется в м.

Перемещение - *направленный отрезок, соединяющий начальную точку с конечной. Это векторная величина.*

$\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r} - \vec{r}_0$ - перемещение,

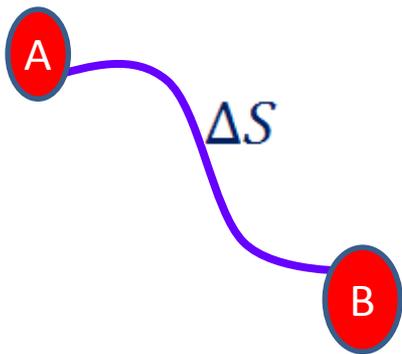
$\Delta \vec{r}$ - вектор, характеризуется численным значением и направлением

***Скорость и ускорение как
производные.***

Для характеристики движения вводим понятие скорости.

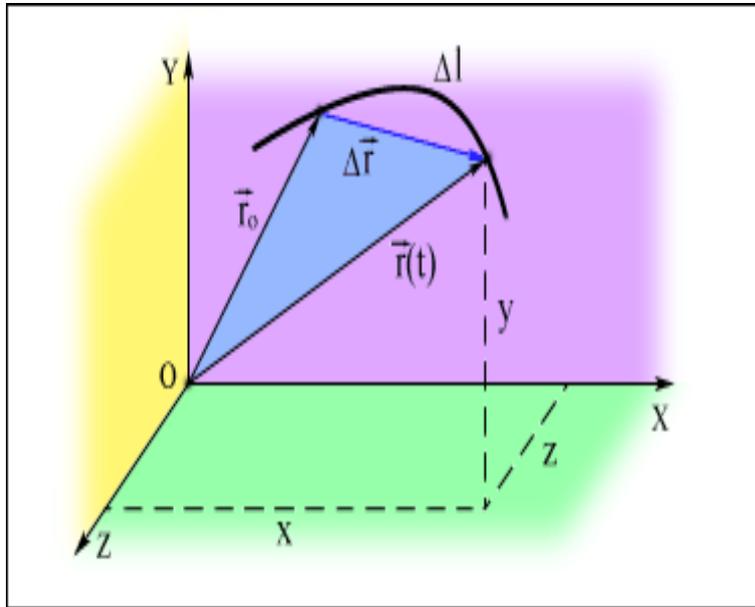
Скорость- это физическая величина, которая определяет как быстроту движения, так и его направление в данный момент времени.

Пусть материальная точка, двигаясь по криволинейной траектории, прошла за промежуток времени Δt путь ΔS .
Отношение пути, пройденного материальной точкой, к промежутку времени, за который этот путь пройден, называется средней скоростью движения

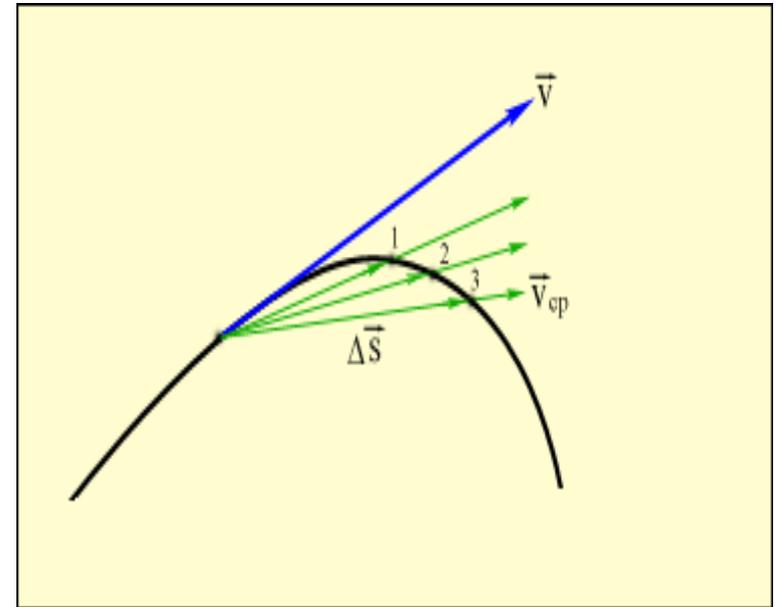


$$\langle \vec{V} \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \langle \vec{V} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

Скорость точки при криволинейном движении



$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$



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

Предел этого отклонения при $\Delta t \rightarrow 0$ назовем скоростью в данный момент времени или мгновенной скоростью

$$\bar{V} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} \quad \rightarrow \quad \vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

Мгновенная скорость движения в любой точке траектории есть вектор, направленный по касательной к траектории, а по модулю равный пределу средней скорости при стремлении промежутка времени к нулю.

Скорость – первая производная пути по времени.

При $\Delta t \rightarrow 0$ численное значение скорости

$$\bar{V} = \frac{dS}{dt} \quad \text{откуда} \quad dS = \bar{V} dt$$

Проинтегрируем это выражение в интервале от t до $t+\Delta t$

$$S = \int_t^{t+\Delta t} V dt$$

Если движение равномерное

$$S = V \Delta t$$

где $S=[м]$; $V=[м/с]$; $t=[с]$.

Равномерным называется движение -с неизменной скоростью.

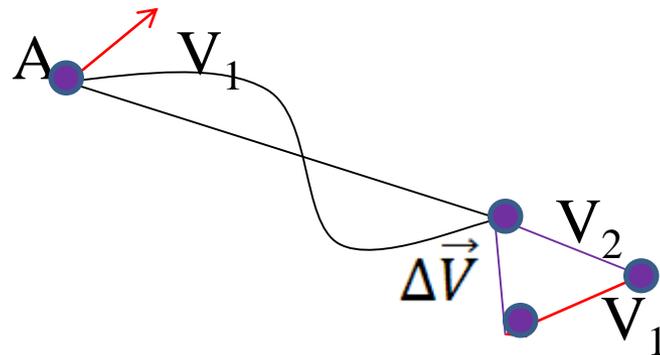
Если движение не равномерное, то вводится понятие ускорения.

Ускорение – физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости по величине и направлению.

Пусть материальная точка переместилась за малый промежуток времени Δt из точки “А”, где она имела скорость V_1 , в точку “В”, где она имеет скорость V_2 .

Изменение скорости движения точки есть вектор ΔV , равный разности векторов конечной и начальной скоростей.

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



Среднее ускорение – это отношение изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло.

$$\langle \bar{a} \rangle = \frac{\Delta \bar{V}}{\Delta t}$$

Ускорение направлено в ту же сторону, что и вектор изменения скорости $\overline{\Delta V}$

Предел этого отношения при $\Delta t \rightarrow 0$ есть *1-я производная скорости по времени* и называется мгновенным ускорением

$$\bar{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{V}}{\Delta t} = \frac{d\bar{V}}{dt}$$

Так как

$$V = \frac{dS}{dt} \rightarrow \bar{a} = \frac{\left(\frac{dS}{dt}\right)}{dt} = \frac{d^2S}{dt^2}$$

Ускорение - это вторая производная пути по времени.

Измеряется $a = [м/с^2]$.

Ускорение, как и скорость, имеет направление.

В общем случае ускорение зависит от времени
(движение с переменным ускорением).

Если направление ускорения совпадает с направлением скорости – **движение равноускоренное.**

Если противоположно – **равнозамедленное.**

Рассмотрим случай, когда пройденный путь определяется выражением.

$$S = A + Bt + Ct^2$$

Возьмем первую и вторую производные пути по времени

$$V = \frac{dS}{dt} = B + 2Ct$$

$$a = \frac{d^2S}{dt^2} = 2C = \text{const}$$

случай равноускоренное движение

$$\text{Значит, } C = \frac{a}{2}$$

$$\text{Введем обозначения: } A = S_0; B = V_0; C = \frac{a}{2}$$

Получаем формулу пути при равноускоренном движении без учета времени

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

а скорость

$$V = V_0 + at$$

выразим из формулы скорости ускорение

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$

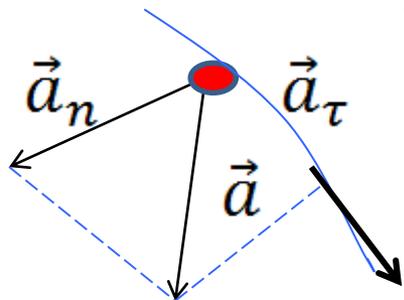
-ускорение при равноускоренном движении.

Составляющие ускорения:

Разложим вектор ускорения на 2 составляющие: *тангенциальную* и *нормальную*. Первая составляющая направлена по касательной к траектории, вторая по нормали.

Численное значение полного ускорения равно: $a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$

Тангенциальное ускорение - характеризует *быстроту изменения скорости.*



$$a_\tau = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{dV}{dt}$$

Нормальное ускорение - характеризует *изменение скорости по направлению.*

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