

Механика

Механика - раздел физики, изучающий движение тел.

Механическое движение - изменение положения тела или его частей в пространстве относительно других тел с течением времени.

Механика

1. Кинематика
2. Динамика
3. Законы сохранения в механике
4. Статика. Гидростатика. Гидродинамика. Механические колебания и волны

Кинематика

1. Основные понятия и определения кинематики
2. Способы задания положения тела в пространстве
3. Перемещение и путь
4. Скорость
5. Равномерное движение
6. Закон сложения скоростей
7. Ускорение
8. Равнопеременное движение
9. Равномерное движение по окружности

Кинематика

1. Основные понятия и определения кинематики

Кинематика - раздел механики, изучающий движение тел без учета причин, вызвавших это движение.

Описать движение тела значит указать способ определения его положения в пространстве в любой момент времени.

Материальная точка - тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с размерами других тел в рассматриваемой задаче.

Тело отсчета - тело, относительно которого рассматривается движение других тел.

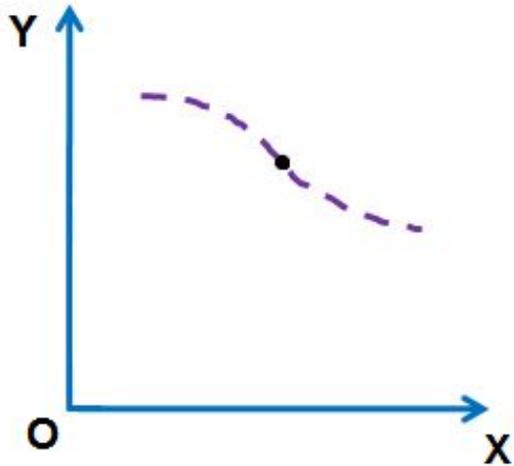
Система отсчета - совокупность тела отсчета, системы координат, связанной с телом отсчета, и часов, неподвижных относительно тела отсчета.

Траектория - линия, по которой движется материальная точка.

Кинематика

2. Способы задания положения тела в пространстве

1) Координатный



Уравнения движения в координатном виде

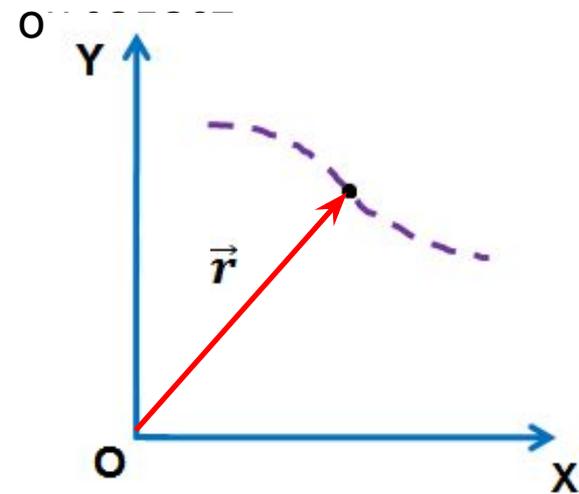
$$\begin{cases} x(t) = \dots \\ y(t) = \dots \\ z(t) = \dots \end{cases}$$

Кинематика

2. Способы задания положения тела в пространстве

2) Векторный

Радиус-вектор - вектор, проведенный из начала координат в точку, расположение которой



Уравнение движения в векторном виде

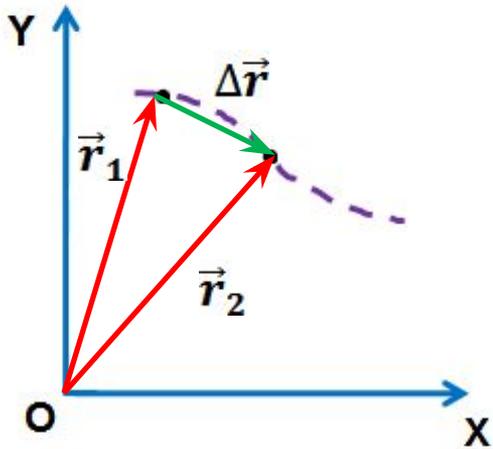
$$\vec{r}(t) = \dots$$

Кинематика

3. Перемещение и путь

Перемещение - векторная физическая величина, равная вектору, проведенному из начального в конечное положение тела.

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



Путь - скалярная физическая величина, равная длине траектории, пройденной телом.

Кинематика

4. Скорость

Скорость - векторная физическая величина, равная пределу отношения перемещения ко времени, за которое это перемещение было совершено, при стремлении этого времени к нулю.

Или $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \vec{r}'(t)$ есть производная радиус-вектора по времени.

Средняя скорость перемещения - векторная физическая величина, равная отношению перемещения ко времени, за которое это перемещение совершено.

Ср. $\vec{v} = \frac{S}{t}$ путевая скорость - скалярная физическая величина, равная отношению времени, за который этот путь пройден

Кинематика

5. Равномерное движение

Равномерное движение - движение, при котором тело за любые равные промежутки времени проходит одинаковые пути.

Путь при равномерном движении

$$S = v \cdot t$$

Равномерное прямолинейное движение - движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.

При равномерном прямолинейном движении модуль перемещения и путь совпадают.

Для $\Delta \vec{r} = \vec{v} \cdot t$ ие для равномерного прямолинейного движения

Координата при равномерном прямолинейном движении вдоль оси X:

$$x(t) = x_0 + v_x \cdot t$$

Кинематика

6. Закон сложения скоростей

Скорость тела относительно системы отсчета K_1 равна геометрической сумме скорости

этого тела относительно системы отсчета K_2 и скорости, с которой система отсчета K_2

движется относительно системы отсчета K_1 .

Относительная скорость первой точки относительно второй равна геометрической разности скоростей первой и второй точки относительно некоторой системы отсчета K .

$$\vec{v}_{1/2} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

Кинематика

7. Ускорение

Ускорение - векторная физическая величина, равная пределу отношения изменения скорости ко времени, за которое это изменение было совершено, при стремлении этого времени к нулю.

Иначе говоря, ускорение есть первая производная скорости по времени и вторая производная радиус-вектора по времени.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \vec{v}'(t) = \vec{r}''(t)$$

Кинематика

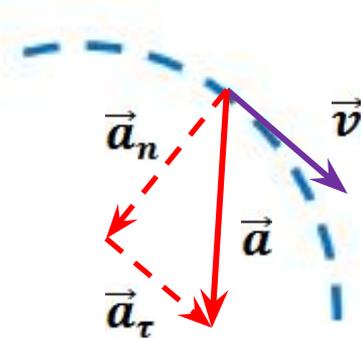
7. Ускорение

Рассмотрим движение с ускорением по некоторой криволинейной траектории.

Вектор скорости при этом всегда направлен по касательной к траектории.

Вектор ускорения же можно представить как геометрическую сумму двух векторов: тангенциального и нормального ускорений.

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



Кинематика

7. Ускорение

Нормальное (центростремительное) ускорение - составляющая полного ускорения, направленная перпендикулярно вектору скорости и характеризующая быстроту изменения вектора скорости.

Модуль нормального ускорения равен отношению квадрата модуля скорости к радиусу кривизны траектории в данной точке.

$$|\vec{a}_n| = \frac{|\vec{v}|^2}{r}$$

Тангенциальное ускорение - составляющая полного ускорения, направленная параллельно

вектору скорости и характеризующая быстроту изменения модуля вектора скорости.

$$|\vec{a}_\tau| = \left| \frac{d|\vec{v}|}{dt} \right|$$

Кинематика

7. Ускорение

Важным частным случаем движения с ускорением является свободное падение.

Свободное падение - движение тела только под влиянием притяжения его к Земле.

Ускорение, сообщаемое Землей телу, постоянно, всегда направлено вниз и называется ускорением свободного падения.

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

Кинематика

8. Равнопеременное движение

Равнопеременное движение - движение тела с постоянным ускорением.

Если направление вектора ускорения и скорости совпадают на всем рассматриваемом участке пути, такое движение называют равноускоренным прямолинейным.

Если же направление вектора ускорения и скорости направлены противоположно на всем рассматриваемом участке пути, то такое движение называют равнозамедленным прямолинейным.

Кинематика

8. Равнопеременное движение

Перемещение при равнопеременном движении:

$$\Delta \vec{r} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$$

Скорость при равнопеременном движении:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$$

Координата и проекция скорости при равнопеременном движении вдоль оси X:

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2} \qquad v_x(t) = v_{0x} + a_x \cdot t$$

Для равноускоренного и равнозамедленного прямолинейных движений (для этой формулы проекция ускорения положительна при равноускоренном и отрицательна при равнозамедленном движениях)

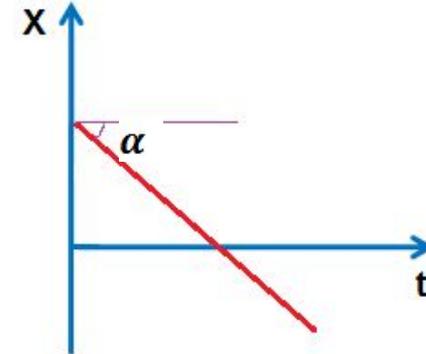
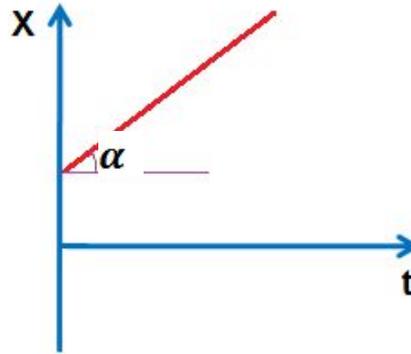
$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_x}$$

Кинематика

5. Равномерное движение

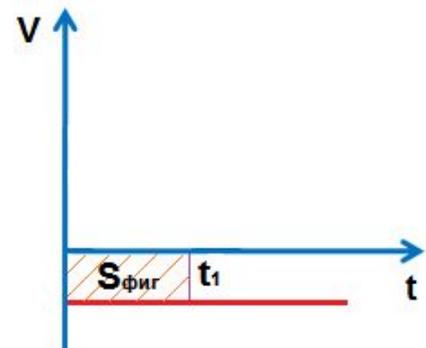
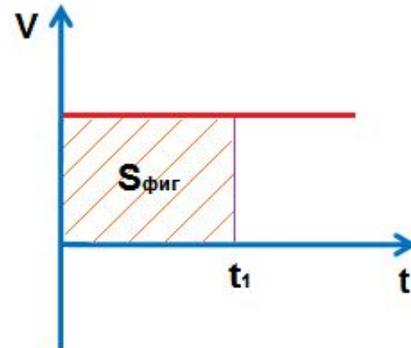
Координата от времени

$$\operatorname{tg} \alpha = |v|$$

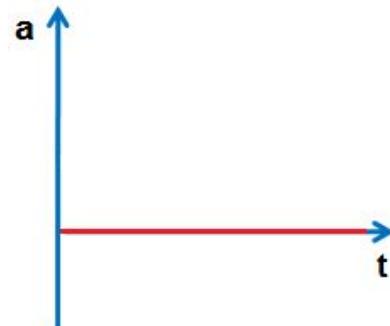


Скорость от времени

$$S_{\text{фиг}} = S$$



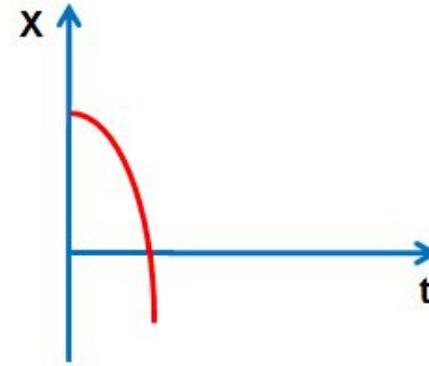
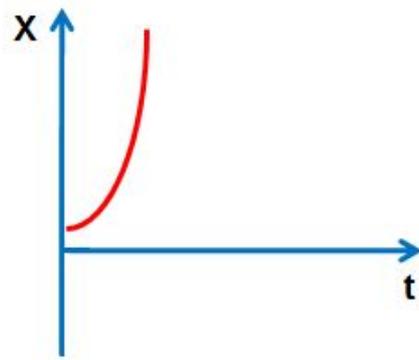
Ускорение от времени



Кинематика

8. Равнопеременное движение

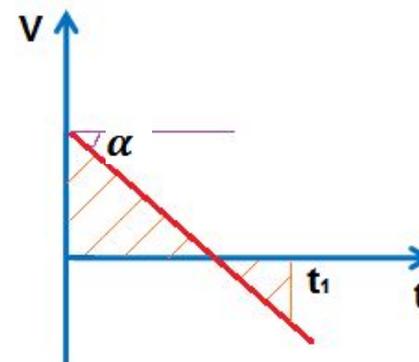
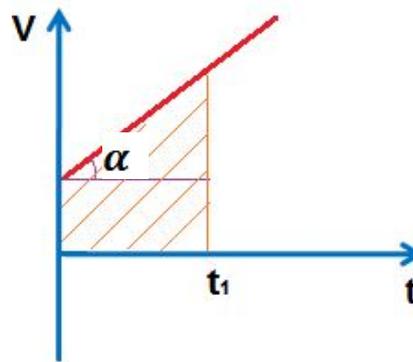
Координата от времени



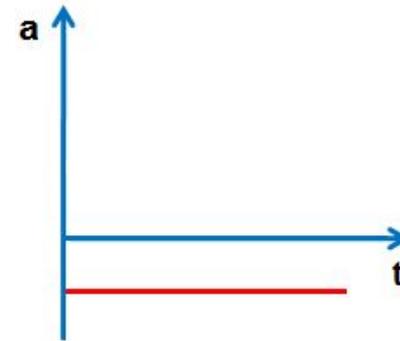
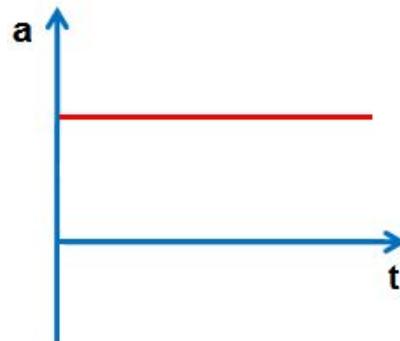
Скорость от времени

$$S_{\text{фиг}} = S$$

$$\text{tg}\alpha = |a|$$



Ускорение от времени



Кинематика

9. Равномерное движение по окружности

Равномерным движением материальной точки по окружности называется движение, при котором точка при движении по окружности за любые равные промежутки времени поворачивается на одинаковые углы.

Угловое перемещение - угол, на который поворачивается точка.

Угловая скорость - отношение углового перемещения ко времени за которое это перемещение было совершено.

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

Кинематика

9. Равномерное движение по окружности

Период вращения - время, за которое точка совершает один полный оборот.

$$T = \frac{t}{N}$$

где t - время, за которое происходит N оборотов.

Частота вращения - число оборотов, совершаемых за единицу времени.

$$\nu = \frac{1}{T}$$

Кинематика

9. Равномерное движение по окружности

Связь угловой скорости с периодом вращения и частотой

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$$

Связь угловой скорости с линейной

$$v = \omega \cdot r$$

При равномерном движении по окружности тангенциальное ускорение равно нулю.

Точка

обладает только нормальным (центростремительным) ускорением, которое в любой

момент времени направлено к центру окружности.

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{r}$$