

Раздел I. МЕХАНИКА.

Глава 1. Кинематика материальной точки.

1. Введение.

Механика изучает законы механического движения.

Механическое движение – изменение взаимного расположения тел с течением времени.

Классическая механика изучает законы механического движения для случаев:

$$v \ll c$$

$$\langle r \rangle \gg \lambda$$

v – скорость тела, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света,

$\langle r \rangle$ – характерные расстояния,

$\lambda = \frac{h}{mv}$ – длина волны де Бройля,

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка,

m – масса тела.

Пример: $m = 1$ кг, $v = 1$ м/с $\rightarrow \lambda \sim 10^{-33}$ м.

Система единиц СИ: масса – кг, время – с, расстояние – м.

Разделы механики: кинематика, динамика, статика.

Кинематика – математическое описание движения тела безотносительно причин его вызывающих.

Динамика – изучает влияние взаимодействия между телами на их механическое движение.

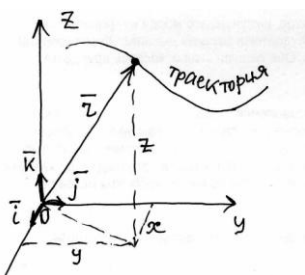
Статика – частный случай динамики, когда тела находятся в покое.

В зависимости от объекта движения различают механику материальной точки, твердого тела, жидкости...

2. Кинематика материальной точки.

Материальная точка – тело размеры и форма которого несущественны в условиях данной задачи.

Система отсчета – тело отсчета, система координат, привязанная к телу отсчета и часы.



Декартова система координат

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – орты, $|\vec{i}| = |\vec{j}| = |\vec{k}| = 1$

Положение материальной точки задается радиусом вектором \vec{r} :

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

Движение материальной точки полностью определено, если известны зависимости от времени $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$.

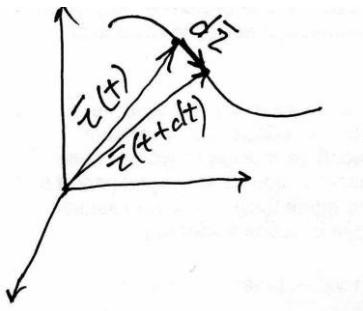
Величина (модуль) вектора часто будет обозначаться как r без значка вектора:

$$r = |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Траектория – линия, описываемая в пространстве движущейся материальной точкой.

Мгновенная скорость:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}} = \vec{r}'$$



$d\vec{r}$ - вектор перемещения, вектор скорости \vec{v} направлен по $d\vec{r}$ то есть по касательной к траектории.

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

$$v = |\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

Ускорение:
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}} = \vec{v}'$$

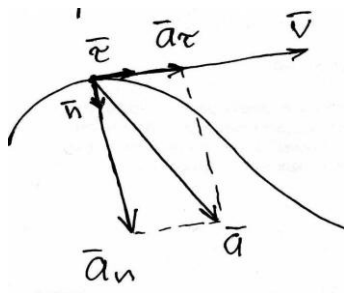
$$\vec{a} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

$$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

Нормальное и тангенциальное ускорения.

Нормальное ускорение a_n - проекция полного ускорения на нормаль к траектории.

Тангенциальное ускорение a_τ – проекция полного ускорения на касательную к траектории.



$\vec{\tau}$ - единичный вектор, направленный по касательной к траектории в сторону скорости,
 \vec{n} - единичный вектор нормали, направленный перпендикулярно касательной под кривизну траектории

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

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

(Д1)

R – радиус кривизны траектории

$$\vec{a} = a_n \vec{n} + a_\tau \vec{\tau}$$

$$a = |\vec{a}| = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

Путь – сумма длин всех участков траектории.

$$dS = v dt$$

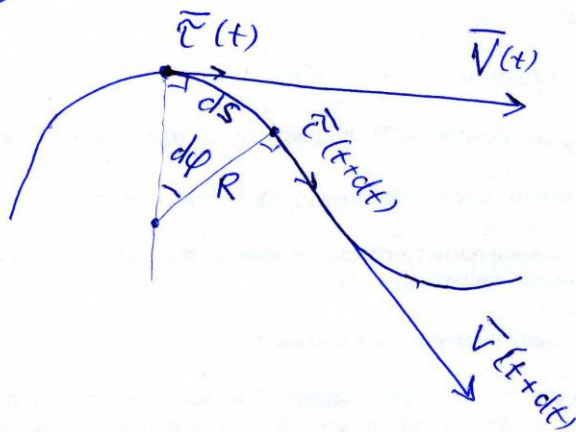
$$S = \int_{t_1}^{t_2} v dt = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} dt$$

Вопросы

1. Область применимости классической механики.
2. Что такое материальная точка.
3. Что такое скорость, величина скорости, путь.
4. Что такое ускорение, нормальное ускорение, тангенциальное ускорение.
5. Что включает в себя система отсчета.

④

⑥



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

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \underbrace{\frac{dV}{dt}}_{\vec{a}_r} \vec{r} + V \underbrace{\frac{d\vec{r}}{dt}}_{\vec{a}_n}$$

$$\vec{a}_r = \frac{dV}{dt} \vec{r}$$

$$\vec{a}_n = V \frac{d\vec{r}}{dt} = V \frac{d\varphi}{dt} \vec{n} = V \frac{ds}{R \cdot dt} \vec{n} = \frac{V^2}{R} \vec{n}$$

$$\left. \begin{array}{l} \vec{r}(t) \\ \vec{r}(t+dt) \end{array} \right\} \begin{array}{l} d\vec{r} \rightarrow d\vec{r} = 1 \cdot d\varphi \cdot \vec{n} \end{array}$$

$$|\vec{n}| = |\vec{r}| = 1$$