ДИНАМИКА

11. ВВЕДЕНИЕ В ДИНАМИКУ

11.1. Основные понятия и определения

Динамикой *называется раздел теоретической механики, в котором рассматривается движение материальных тел, как результат воздействия на них сил*

Материальной точкой *называется тело, угловыми перемещениями которого можно пренебречь в сравнении с его поступательным движением*

Сила – величина переменная и зависит от:

а) времени - $\overline{F} = f(t),$

б) положения точки приложения силы - $\overline{F} = f(\overline{r}),$

в) скорости перемещения точки приложения силы - $\overline{F} = f(\overline{V}).$

Материальная точка может быть **свободной**, **если на ее перемещение не наложены ограничения.** В противном случае, материальная точка называется **несвободной**

***Инертность** - это свойство материального тела быстрее или медленнее изменять скорость своего движения под действием приложенных к нему сил*

11.2. Законы механики

В основе классической механики лежат законы, впервые изложенные И. Ньютоном в работе «Математические начала натуральной философии» (1687г.).

.Закон инерции: ***изолированная от внешних воздействий материальная точка сохраняет свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока приложенные силы не заставят ее изменить это состояние***

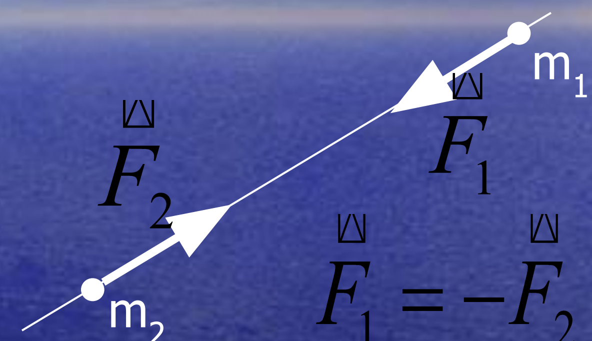
Инерциальными** системами отсчета являются такие системы, где выполняется закон инерции; в противном случае, системы отсчета являются **неинерциальными

2. Основной закон динамики: ***произведение массы материальной точки на ее ускорение, которое она получает под действием силы, равно модулю этой силы, и направление ускорения совпадает с направлением вектора силы***

$$m\overline{a} = \overline{F}$$

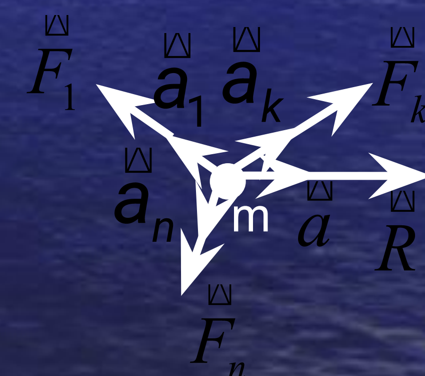
$$m\overline{a} = \sum_{n} \overline{F}_k$$

3. Закон равенства действия и противодействия: ***две материальные точки взаимодействуют друг с другом с силами, равными по модулю и направленными вдоль одной линии действия, проходящей через эти точки, в противоположные стороны***



$$\overline{F}_1 = -\overline{F}_2$$

4. Закон независимости действия сил: ***материальная точка под действием системы сил получает ускорение, равное геометрической сумме ускорений, которые она имела бы при действии каждой силы в отдельности***



$$\overline{a} = \overline{a}_1 + \ldots + \overline{a}_k + \ldots + \overline{a}_n = \sum_{n} \overline{a}_k$$

12. ДИНАМИКА ТОЧКИ

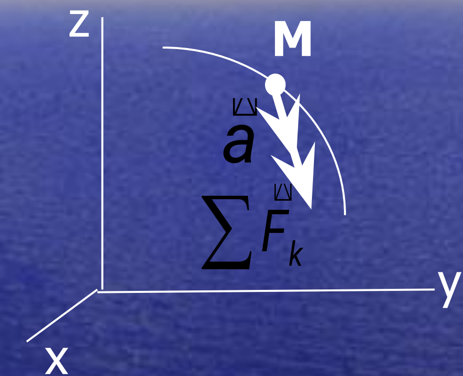
12.1. Уравнения движения точки

Координатная форма записи уравнений движения точки

$$m\vec{a} = \sum \vec{F}_k \Rightarrow \quad ma_x = \sum F_{kx}$$

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2},\ a_y = \frac{d^2y}{dt^2},\ a_z = \frac{d^2z}{dt^2}$$

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= \sum_n F_{kx} \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= \sum_n F_{ky} \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= \sum_n F_{kz} \end{aligned}\right\}$$



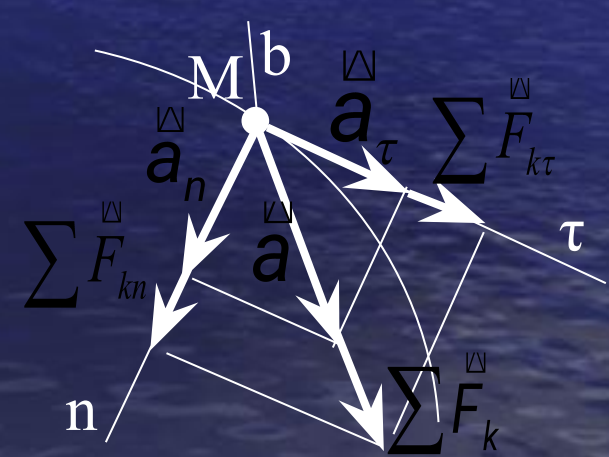
Естественная форма записи уравнений движения точки

$$a_\tau = dV/dt,$$

$$a_n = V^2/\rho,$$

$$a_b = 0.$$

$$\left.\begin{aligned} m\frac{dV}{dt} &= \sum_n F_{k\tau} \\ m\frac{V^2}{\rho} &= \sum_n F_{kn} \\ 0 &= \sum_n F_{kb} \end{aligned}\right\}$$



12.2. Задачи динамики

В прямых задачах: ***по известным уравнениям движения точки определяют силы, вызывающие движение***

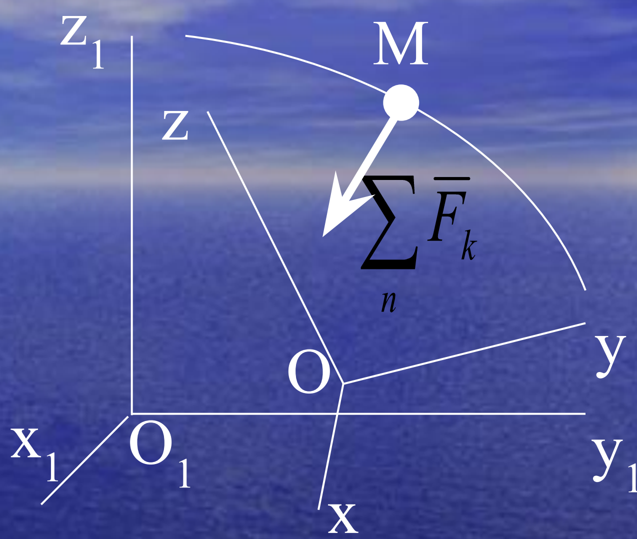
$$\left.\begin{aligned} x &= f_1(t) \\ y &= f_2(t) \\ z &= f_3(t) \end{aligned}\right\} \xRightarrow{\frac{d^2}{dt^2}} \left.\begin{aligned} &d^2x/dt^2 \\ &d^2y/dt^2 \\ &d^2z/dt^2 \end{aligned}\right\} \xRightarrow{\times m} \left.\begin{aligned} \sum_n F_{kx} &= R_x \\ \sum_n F_{ky} &= R_y \\ \sum_n F_{kz} &= R_z \end{aligned}\right\} \Rightarrow \left.\begin{aligned} R &= \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} \\ \cos\alpha &= R_x/R \\ \cos\beta &= R_y/R \\ \cos\gamma &= R_z/R \end{aligned}\right\}$$

В обратных задачах:

по известным силам, действующим на точку, и начальным условиям движения определяют уравнения ее движения

$$\left.\begin{aligned} m\frac{d^2x}{dt^2} &= \sum_n F_{kx} \\ m\frac{d^2y}{dt^2} &= \sum_n F_{ky} \\ m\frac{d^2z}{dt^2} &= \sum_n F_{kz} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \left.\begin{aligned} dx/dt &= f_1(C_1,\ldots,t) \\ x &= f_2(C_1, C_2,\ldots,t) \\ dy/dt &= f_3(C_3,\ldots,t) \\ y &= f_4(C_3, C_4,\ldots,t) \\ dz/dt &= f_5(C_5,\ldots,t) \\ z &= f_6(C_5, C_6,\ldots,t) \end{aligned}\right\} \xrightarrow{\begin{bmatrix} t_0, x_0, y_0, z_0 \\ V_{x0}, V_{y0}, V_{z0} \end{bmatrix}} \left.\begin{aligned} x &= f_1(t) \\ y &= f_2(t) \\ z &= f_3(t) \end{aligned}\right\}$$

12.3. Уравнение относительного движения точки



$$\bar{a}_a = \bar{a}_r + \bar{a}_e + \bar{a}_c$$

$$m(\bar{a}_r + \bar{a}_e + \bar{a}_c) = \sum_n \bar{F}_k$$

$$m\bar{a}_r = \sum_n \bar{F}_k + (-m\bar{a}_e) + (-m\bar{a}_c)$$

$$m\bar{a}_r = \sum_n \bar{F}_k + \bar{F}_e^u + \bar{F}_c^u$$

$$\bar{F}_e^u = -m\bar{a}_e, \quad \bar{F}_c^u = -m\bar{a}_c$$

$$F_e^u = ma_e, \quad F_c^u = ma_c$$

$$\left.\begin{array}{l} m\ddot{x} = \sum_n F_{kx} + F_{ex}^u + F_{cx}^u \\ m\ddot{y} = \sum_n F_{ky} + F_{ey}^u + F_{cy}^u \\ m\ddot{z} = \sum_n F_{kz} + F_{ez}^u + F_{cz}^u \end{array}\right\}$$