

Список основных формул по механике

Специальная теория относительности

Преобразования Лоренца $x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$; $t' = \frac{t - Vx/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$; $x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$; $t = \frac{t' + Vx'/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$;

Инвариант $S^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 - c^2(t_1 - t_2)^2$

Преобразование скоростей $V'_x = \frac{V_x - V}{1 - VV_x/c^2}$; $V'_y = \frac{V_y \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 - VV_x/c^2}$; $V'_z = \frac{V_z \sqrt{1 - V^2/c^2}}{1 - VV_x/c^2}$;

Сокращение длины $l = l_0 \sqrt{1 - V^2/c^2}$. Замедление времени $t = t_0 / \sqrt{1 - V^2/c^2}$

Энергия, импульс $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$; $\mathbf{p} = \frac{m\mathbf{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$; $\mathbf{p} = E\mathbf{v}/c^2$; $E = K + mc^2$; $p^2 c^2 = K(K + 2mc^2)$; $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$

Преобразование энергии и импульса $p'_x = \frac{p_x - EV/c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$; $p'_y = p_y$; $E' = \frac{E - p_x V}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$

Инвариант энергии импульса $m^2 c^4 = E^2 - p^2 c^2 = E'^2 - p'^2 c^2$

Уравнение движения $\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}$

Механика (Кинематика)

Преобразования Галилея $x' = x - Vt$; $t = t'$; $\mathbf{v}' = \mathbf{v} - V$

Радиус- вектор точки $\mathbf{r}(t) = i x(t) + j y(t) + k z(t)$ и его модуль $r = \sqrt{[x(t)]^2 + [y(t)]^2 + [z(t)]^2}$

Мгновенная скорость точки $\mathbf{V} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = i \frac{dx}{dt} + j \frac{dy}{dt} + k \frac{dz}{dt} = iV_x + jV_y + kV_z$ и ее величина (модуль) $V = |\mathbf{V}| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$

Ускорение точки $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{V}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$; $\mathbf{a} = i \frac{dV_x}{dt} + j \frac{dV_y}{dt} + k \frac{dV_z}{dt} = ia_x + ja_y + ka_z$; $a = |\mathbf{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

Перемещение точки и путь за время t_0 $\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}(t_0) - \mathbf{r}(0) = \int_0^{t_0} \mathbf{V}(t) dt$; $S = \int_0^{t_0} |\mathbf{V}(t)| dt$

Средние значения скорости и ускорения: $\langle \mathbf{V} \rangle = \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t}$; $\langle |\mathbf{V}| \rangle = \frac{S}{\Delta t}$; $\langle \mathbf{a} \rangle = \frac{\Delta\mathbf{V}}{\Delta t}$

Ускорение при криволинейном движении $\mathbf{a} = \frac{d|\mathbf{V}|}{dt} \frac{\mathbf{V}}{V} + \frac{V^2}{R} \mathbf{n} = a_t \frac{\mathbf{V}}{V} + a_n \mathbf{n}$

Угловая скорость $\mathbf{w} = \frac{d\mathbf{j}}{dt}$; Угловое ускорение $\mathbf{e} = \frac{d\mathbf{w}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{j}}{dt^2}$;

Связь линейных и угловых величин $\mathbf{V} = [\mathbf{wR}]$; $a_n = w^2 R$; $a_t = eR$

Постоянное ускорение $V = V_0 + at$; $x = x_0 + V_0 t + \frac{at^2}{2}$; $w = w_0 + et$; $\mathbf{j} = \mathbf{j}_0 + w_0 t + \frac{et^2}{2}$

Механика (Динамика)

Второй закон Ньютона $\frac{d\mathbf{p}}{dt} = \mathbf{F}$; $m\mathbf{a} = \mathbf{F}$;

Работа $A = \int \mathbf{F} d\mathbf{r} = \int FV dt$

$\frac{dL}{dt} = \mathbf{N} \equiv [\mathbf{r} \times \mathbf{F}]$; $L = Jw$; $\mathbf{J}e = \mathbf{N}$

Работа момента силы $A = \int \mathbf{N} d\mathbf{j} = \int \mathbf{N} \mathbf{w} dt$

Радиус- вектор центра масс системы частиц $\mathbf{R}_c = \frac{\sum m_i \mathbf{r}_i}{\sum m_i}$

Скорость центра масс системы $\mathbf{V}_c = \frac{\mathbf{P}}{M} = \frac{\sum m_i \mathbf{v}_i}{\sum m_i}$

Импульс системы точечных масс $\mathbf{P} = M\mathbf{V}_c = \sum m_i \mathbf{v}_i$

Момент импульса точечного тела $\mathbf{L} = [\mathbf{r} \times m\mathbf{v}]; \dot{\mathbf{L}} = [\dot{\mathbf{r}}\mathbf{p}]$

Момент импульса системы точечных масс $\mathbf{L} = \sum [\mathbf{r}_i \times m_i \mathbf{v}_i]$

Преобразование момент импульса системы тел при изменении начала отсчета $\dot{\mathbf{L}} = \dot{\mathbf{L}}' + [\dot{\mathbf{R}}_c \dot{\mathbf{P}}]$

Момент инерции точечного тела $J = mr^2$

Теорема Штейнера $J = J_0 + ma^2$

Кинетическая энергия твердого тела $K = \frac{mV_c^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} = \frac{mV_c^2}{2} + \frac{L^2}{2J}$

Движение в потенциальном поле $A_{ab} = \int \mathbf{F} d\mathbf{r} = U_a - U_b; \mathbf{F} = -\frac{\partial U}{\partial x} \mathbf{i} - \frac{\partial U}{\partial y} \mathbf{j} - \frac{\partial U}{\partial z} \mathbf{k};$

Полная энергия частицы в потенциальном поле $E = K + U = \frac{mv_r^2}{2} + \frac{mv_j^2}{2} + U(r) = \frac{mv_r^2}{2} + \frac{L^2}{2mr^2} + U(r)$

Полная механическая энергия тела в гравитационном поле Земли: $E = \frac{mv^2}{2} - \frac{mgR^2}{r} = \frac{mv_r^2}{2} + \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{mgR^2}{r}$

Закон всемирного тяготения $F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{mgR^2}{r^2}$