Формулы по физике: механика

coddy.tech/physics/ru/formulas/mechanics

КИНЕМАТИКА

Равноускоренное движение (SUVAT)

БЕЗ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

$$v = u + at$$

БЕЗ УСКОРЕНИЯ

$$s = \tfrac{1}{2}(u + v)t$$

БЕЗ КОНЕЧНОЙ СКОРОСТИ

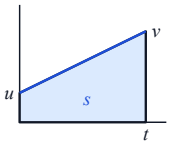
$$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2$$

БЕЗ ВРЕМЕНИ

$$v^2 = u^2 + 2as$$

БЕЗ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ

$$s = vt - \tfrac{1}{2}at^2$$



Только при постоянном ускорении.

s перемещение u начальная скорость
v конечная скорость a ускорение t время

Путевая скорость и скорость

СРЕДНЯЯ ПУТЕВАЯ СКОРОСТЬ

$$\bar{v} = \frac{d}{t}$$

СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

d путь Δx перемещение t, Δt время

Ускорение

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - u}{t}$$

$\bar{a}$ среднее ускорение Δv изменение скорости
t время

Бросок под углом

ПО ГОРИЗОНТАЛИ

$$x = (u\cos\theta)\,t$$

ПО ВЕРТИКАЛИ

$$y = (u\sin\theta)\,t - \tfrac{1}{2}gt^2$$

ВРЕМЯ ПОЛЁТА

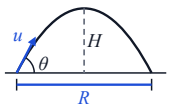
$$T = \frac{2u\sin\theta}{g}$$

МАКСИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА

$$H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$$

ДАЛЬНОСТЬ ПОЛЁТА

$$R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$$



Без сопротивления воздуха. T, H и R верны, только если тело падает на той же высоте, с которой его бросили.

u скорость броска θ угол броска
x, y расстояние от точки броска по горизонтали и по вертикали
t время g ускорение свободного падения

СИЛЫ

Второй закон Ньютона

РАВНОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИЛА

$$\Sigma F = ma$$

ВЕС

$$W = mg$$

ΣF равнодействующая сила m масса
a ускорение g ускорение свободного падения

Трение

ТРЕНИЕ ПОКОЯ

$$f_s \le \mu_s N$$

ТРЕНИЕ СКОЛЬЖЕНИЯ

$$f_k = \mu_k N$$

μ коэффициент трения
N сила реакции опоры

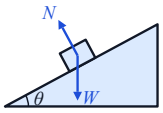
Наклонная плоскость

СИЛА ВДОЛЬ НАКЛОННОЙ

$$F_{\parallel} = mg\sin\theta$$

СИЛА РЕАКЦИИ ОПОРЫ

$$N = mg\cos\theta$$

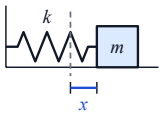


W вес
N сила реакции опоры
θ угол наклона

Закон Гука

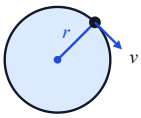
СИЛА УПРУГОСТИ

$$F = -kx$$



k жёсткость пружины
x удлинение

Движение по окружности



ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНАЯ СИЛА

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

СКОРОСТЬ НА ОКРУЖНОСТИ

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

v скорость r радиус T период
ω угловая скорость

ЭНЕРГИЯ, РАБОТА И МОЩНОСТЬ

Кинетическая энергия

$$KE = \tfrac{1}{2}mv^2$$

m масса v скорость

Потенциальная энергия

В ПОЛЕ ТЯЖЕСТИ

$$PE = mgh$$

УПРУГАЯ

$$PE = \tfrac{1}{2}kx^2$$

h высота k жёсткость пружины x удлинение

Работа

РАБОТА

$$W = Fd\cos\theta$$

РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

$$W_{\text{net}} = \Delta KE$$

F сила d перемещение
θ угол между силой и направлением движения

Мощность и КПД

СРЕДНЯЯ МОЩНОСТЬ

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$$

МГНОВЕННАЯ МОЩНОСТЬ

$$P = Fv\cos\theta$$

КПД

$$\eta = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} \times 100\%$$

W работа Δt время
θ угол между силой и направлением движения

Закон сохранения энергии

$$\tfrac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \tfrac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

Для механической энергии, когда работу совершает только сила тяжести: без трения, сопротивления среды и других сил, которые добавляют или отнимают энергию.

ИМПУЛЬС

Импульс тела и импульс силы

ИМПУЛЬС ТЕЛА

$$p = mv$$

ИМПУЛЬС СИЛЫ

$$J = \bar{F}\Delta t = \Delta p$$

p импульс J импульс силы $\bar{F}$ средняя сила

Столкновения

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

ТЕЛА СЛИПАЮТСЯ

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$$

u скорость до v скорость после

Центр масс

$$x_{\text{cm}} = \frac{\Sigma mx}{\Sigma m}$$

m масса x координата

ВРАЩЕНИЕ

Вращательное движение

УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ

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

ЛИНЕЙНАЯ И УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ

$$v = r\omega$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\Delta\theta = \omega_0 t + \tfrac{1}{2}\alpha t^2$$

Две последние формулы: только при постоянном угловом ускорении.

ω угловая скорость α угловое ускорение $\Delta\theta$ угол в радианах

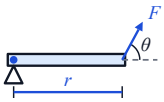
Момент силы

МОМЕНТ СИЛЫ

$$\tau = rF\sin\theta$$

ВТОРОЙ ЗАКОН ДЛЯ ВРАЩЕНИЯ

$$\Sigma\tau = I\alpha$$



МОМЕНТ ИНЕРЦИИ

$$I = \Sigma m r^2$$

ТЕОРЕМА ШТЕЙНЕРА

$$I = I_{\text{cm}} + Md^2$$

r расстояние до оси вращения
I момент инерции M масса
d расстояние между двумя параллельными осями

Энергия вращения и момент импульса

КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ВРАЩЕНИЯ

$$KE = \tfrac{1}{2}I\omega^2$$

МОМЕНТ ИМПУЛЬСА

$$L = I\omega$$

I момент инерции ω угловая скорость
L момент импульса

КОЛЕБАНИЯ

Пружинный маятник

ПЕРИОД

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

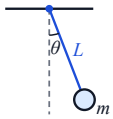
m масса k жёсткость пружины

Математический маятник

ПЕРИОД

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Только для малых колебаний, примерно до 15°.



L длина g ускорение свободного падения

Гармонические колебания

ЧАСТОТА

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

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА

$$\omega = 2\pi f$$

КООРДИНАТА

$$x = A\cos(\omega t)$$

A амплитуда T период

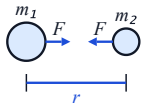
ТЯГОТЕНИЕ

Закон всемирного тяготения

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

НАПРЯЖЁННОСТЬ ПОЛЯ

$$g = \frac{GM}{r^2}$$



G гравитационная постоянная
r расстояние между центрами
M масса планеты

Орбиты

ОРБИТАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

ПЕРИОД ОБРАЩЕНИЯ

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$$

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ТЯГОТЕНИЯ

$$U = -\frac{GMm}{r}$$

Для круговой орбиты.

M масса планеты r радиус орбиты

МЕХАНИКА ЖИДКОСТЕЙ

Плотность

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ плотность m масса V объём

Давление и сила Архимеда

ДАВЛЕНИЕ

$$P = \frac{F}{A}$$

ДАВЛЕНИЕ НА ГЛУБИНЕ

$$P = P_0 + \rho g h$$

СИЛА АРХИМЕДА

$$F_b = \rho V g$$

A площадь ρ плотность жидкости h глубина
V объём погружённой части

Течение жидкости

УРАВНЕНИЕ НЕРАЗРЫВНОСТИ

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

УРАВНЕНИЕ БЕРНУЛЛИ

$$P_1 + \rho g y_1 + \tfrac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \tfrac{1}{2}\rho v_2^2$$

Установившееся течение несжимаемой жидкости без трения.

A площадь v скорость течения y высота

ПОСТОЯННЫЕ

Постоянные

УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ЗЕМЛЕ

$$g = 9.81\ \text{m/s}^2$$

ГРАВИТАЦИОННАЯ ПОСТОЯННАЯ

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2/\text{kg}^2$$

МАССА ЗЕМЛИ

$$M_E = 5.97 \times 10^{24}\ \text{kg}$$

РАДИУС ЗЕМЛИ

$$R_E = 6.37 \times 10^{6}\ \text{m}$$