

Основные формулы по физике: 9 класс

Краткий школьный справочник

Кинематика, динамика, импульс, энергия, колебания, волны и атомная физика

1. Равномерное движение

Средняя скорость:

$$v_{\text{ср}} = \frac{s_{\text{общ}}}{t_{\text{общ}}}.$$

При равномерном прямолинейном движении:

$$x = x_0 + v_x t.$$

Перемещение вдоль оси x :

$$s_x = v_x t.$$

Если рассматривается только модуль скорости и пройденный путь:

$$s = vt.$$

2. Ускорение

Проекция ускорения на ось x :

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}.$$

Отсюда:

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

Здесь v_{0x} — начальная проекция скорости, v_x — проекция скорости через время t .

Единица ускорения:

$$[a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

3. Движение с постоянным ускорением

Проекция перемещения на ось x :

$$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Через начальную и конечную проекции скорости:

$$s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} t.$$

Связь скорости и перемещения:

$$v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x s_x.$$

Координата тела:

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Здесь x_0 — начальная координата, x — координата тела через время t .

4. Свободное падение

При отсутствии сопротивления воздуха тело движется с ускорением свободного падения g .

Если тело начинает падать без начальной скорости:

$$v = gt,$$

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

$$v^2 = 2gh.$$

При движении вверх или при наличии начальной скорости сначала выберите направление оси, а затем последовательно учитывайте знаки проекций скорости и ускорения.

5. Движение по окружности

Линейная скорость:

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu.$$

Частота и период связаны соотношением:

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

Угловая скорость:

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

Центростремительное ускорение:

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R.$$

6. Первый и второй законы Ньютона

Первый закон Ньютона.

В инерциальной системе отсчёта, если равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю:

$$\vec{F}_{\text{рез}} = 0,$$

то ускорение тела равно нулю:

$$\vec{a} = 0.$$

Следовательно, тело сохраняет состояние покоя или движется равномерно и прямолинейно.

Второй закон Ньютона.

В инерциальной системе отсчёта ускорение тела определяется равнодействующей сил:

$$\vec{F}_{\text{рез}} = m\vec{a}.$$

В проекции на ось x :

$$\sum F_x = ma_x.$$

Таким образом, первый закон описывает случай нулевой равнодействующей сил, а второй закон связывает силу и ускорение в общем случае.

7. Сила тяжести и всемирное тяготение

Сила тяжести вблизи поверхности Земли:

$$F_{\text{тяж}} = mg.$$

Закон всемирного тяготения:

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

Ускорение свободного падения у поверхности небесного тела:

$$g = G \frac{M}{R^2}.$$

8. Сила трения

Для силы трения скольжения:

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Здесь μ — коэффициент трения, N — сила нормальной реакции опоры.

На горизонтальной поверхности при отсутствии других вертикальных сил:

$$N = mg.$$

Сила трения покоя изменяется от нуля до некоторого максимального значения, необходимого для предотвращения скольжения.

9. Импульс

Импульс тела:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Импульс силы:

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}.$$

В замкнутой системе выполняется закон сохранения импульса:

$$\sum \vec{p}_{\text{до}} = \sum \vec{p}_{\text{после}}.$$

10. Работа и энергия

Механическая работа:

$$A = F s \cos \alpha.$$

Кинетическая энергия:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Потенциальная энергия тела в поле тяжести:

$$E_p = mgh.$$

Работа равнодействующей сил равна изменению кинетической энергии:

$$A_{\text{рез}} = \Delta E_k.$$

При действии только консервативных сил механическая энергия сохраняется:

$$E_k + E_p = \text{const.}$$

11. Мощность

Средняя мощность:

$$P = \frac{A}{t}.$$

При движении в направлении действия силы:

$$P = Fv.$$

12. Гармонические колебания

Координата при гармонических колебаниях:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0).$$

Здесь A — амплитуда колебаний, φ_0 — начальная фаза.

Период и частота:

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

Циклическая частота:

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

Период колебаний пружинного маятника:

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

Период математического маятника при малых колебаниях:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

13. Волны

Связь скорости волны, длины волны и частоты:

$$v = \lambda\nu.$$

Так как

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

то:

$$v = \frac{\lambda}{T}.$$

За один период волна распространяется на одну длину волны:

$$\lambda = vT.$$

14. Электромагнитная индукция

Магнитный поток:

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Здесь α — угол между вектором магнитной индукции и нормалью к поверхности.

ЭДС электромагнитной индукции:

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

Знак «минус» выражает правило Ленца: индукционный ток направлен так, чтобы противодействовать изменению магнитного потока, которое его вызвало.

15. Трансформатор

Для идеального трансформатора:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}.$$

Здесь N_1 и N_2 — числа витков первичной и вторичной обмоток.

Для идеального трансформатора мощности на входе и выходе равны:

$$U_1 I_1 = U_2 I_2.$$

Для реального трансформатора это равенство выполняется приближённо из-за потерь энергии.

16. Фотоны

Энергия фотона:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

Импульс фотона:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

Здесь h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме.

17. Радиоактивный распад

Пусть T — период полураспада.

Через n периодов полураспада число нераспавшихся ядер:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n.$$

При этом:

$$n = \frac{t}{T}.$$

Поэтому через время t :

$$N = N_0 2^{-t/T}.$$

Здесь N_0 — начальное число ядер, N — число нераспавшихся ядер через время t .

18. Энергия покоя и энергия связи

Энергия покоя тела:

$$E_0 = mc^2.$$

Здесь m — масса тела, c — скорость света в вакууме.

Энергия связи ядра:

$$E_{\text{св}} = \Delta m c^2.$$

Здесь Δm — дефект массы.

Графики движения

Наклон графика координаты $x(t)$ показывает проекцию скорости:

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

Наклон графика скорости $v_x(t)$ показывает проекцию ускорения:

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}.$$

Площадь под графиком $v_x(t)$ за выбранный интервал времени соответствует проекции перемещения s_x .