

# Содержание

1	9 класс.	3
2	10 класс.	4

**Плотность.**  $\rho = \frac{m}{V}$ .  $[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

**Вес.**  $P = mg$ .  $[P] = \text{Н}$ .

**Внутренняя энергия.**  $\sum E_{\text{к. мол.}} + E_{\text{п. взаим.}}$ .

**Количество теплоты через теплоемкость.**  $Q = C\Delta t$ .

**Количество теплоты через удельную теплоемкость.**  $Q = cm\Delta t$ .

**Закон Ньютона-Рихмана.**  $P = \alpha(t_{\text{тела}} - t_{\text{окр}})$ .

**Закон Фурье.**  $P = \frac{\alpha(t_1 - t_2)}{l}$ .

**Закон Кулона.**  $F = \frac{k \cdot |q_1 \cdot q_2|}{\varepsilon \cdot R^2}$ .  $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ ,  $\varepsilon$  - диэлектрическая проницаемость (в вакууме 1).

**Напряженность.**  $E = \frac{F}{q} = \frac{k \cdot q}{r^2}$ .  $[E] = \frac{\text{В}}{\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ .

**Потенциальная энергия в электрическом поле, действующий на точку.**  $W = q\varphi$ .  $[\varphi] = \text{В}$ .

**Напряжение.**  $U = \varphi_1 - \varphi_2 = I \cdot R = \frac{A}{q}$ .  $[U] = \text{В}$ .

**Сила тока.**  $I = \frac{q}{t} = \frac{U}{R}$ .  $[I] = A = \frac{\text{Кл}}{\text{с}}$ .

**Сопротивление.**  $R = \frac{U}{I} = \frac{\rho \cdot l}{S}$ .  $[R] = \frac{\text{В}}{\text{А}} = \text{Ом}$ .

**Закон Ома.**  $I \sim U$ ;  $I = \frac{U}{R}$ .

**Последовательное соединение резисторов.**  $I_{\text{о6}} = I_1 = I_2 = \dots$ ;  $U_{\text{о6}} = U_1 + U_2 + \dots$ ;  $R_{\text{о6}} = R_1 + R_2 + \dots$ .

**Параллельное соединение резисторов.**  $I_{\text{о6}} = I_1 + I_2 + \dots$ ;  $U_{\text{о6}} = U_1 = U_2 = \dots$ ;  $\frac{1}{R_{\text{о6}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ .

**Закон Джоуля-Ленца.**  $Q = I^2 R t = \frac{U^2 t}{R} = I U t$ .

**Мощность электрического тока.**  $P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = I U$ .

**ЭДС (Электро-движущая сила).**  $\varepsilon = \frac{A_{\text{ст}}}{q}$ .  $[\varepsilon] = \text{В}$ .

**Закон Ома для участка цепи с источником.**  $\Phi_A - \Phi_B + \varepsilon = I \cdot (R + r)$ .

**Законы Кирхгофа:**

1.  $\sum_i \pm I_i = 0$ .
2.  $\sum_i \pm \varepsilon_i = \sum_i \pm I_i \cdot R_i + \sum_i \pm I_i \cdot r_i$ .

**Шунты:**

- Амперметр.  $R = \frac{R_A}{n-1}$ .
- Вольтметр.  $R = (n-1) \cdot R_V$ .

**Емкость конденсатора.**  $c = \frac{q}{U} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{d}$ .  $[c] = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \text{Ф}$ ;  $\varepsilon_0$  - электрическая постоянная;  $\varepsilon$  - диэлектрическая проницаемость, величина, которая показывает во сколько раз диэлектрик ослабевает электрическое поле.  $\varepsilon_0 = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot k} = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$ .

**Сила Ампера.**  $F_A = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$ .  $\alpha$  - угол между линиями индукции магнитного поля и направлением тока.

**Сила Лоренца.**  $F_L = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \alpha$ .  $\alpha$  - угол между линиями индукции магнитного поля и направлением скорости заряда.

**Поток вектора магнитной индукции.**  $\Phi_B = B S \cos \alpha$ .  $[\Phi_B] = \text{Вб}$ .

**Индукция магнитного поля.**  $B = \frac{F_{\text{маг}}}{I \cdot l}$ .  $[B] = \text{Тл}$ .

**Закон радиоактивного распада.**  $N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$ .  $T$  - время полураспада,  $N_0$  - изначальное число атомов,  $t$  - прошедшее время.

**Дефект масс.**  $\Delta m = M_{\text{н}} + M_{\text{н}} - M_{\text{я}}$ .

**Формула фокусного расстояния линз.**  $\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$ ;

$F$  — фокусное расстояние,  $d$  — расстояние от объекта до линзы,  $f$  — расстояние от изображения до линзы.

$\pm$  перед  $\frac{1}{F}$  — собирающая/рассеивающая линза,  $\pm$  перед  $\frac{1}{d}$  — действительный/мнимый предмет,  $\pm$  перед  $\frac{1}{f}$  — действительное/мнимое изображение.

**Диоптрия.**  $D = \frac{1}{F}$ .  $[D] = \text{Дптр}$ .  $D_{\text{об}} = D_1 + D_2 + \dots$ .  
**Закон Снелиуса.**  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$ .

## 1 9 класс.

**Скорость.**  $V = \frac{S}{t}$ .  $[V] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .  
**Ускорение.**  $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ .  $[a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

**Формулы с ускорением:**

- $V_x = V_{0x} + a_x t$ .
- $S_x = V_{0x} t \pm \frac{a_x t^2}{2}$ .
- $x = x_0 + V_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ .

**Нормальное ускорение.**  $a_n = \frac{V^2}{R}$ .

**Углова скорость.**  $\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$ .  $[\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ .

**Период.**  $T = \frac{2\pi R}{V} = \frac{2\pi}{\omega}$ .  $[T] = \text{с}$ .

**Формула связи линейной скорости с угловой.**  $V = \omega R$ .

**Частота.**  $\nu = \frac{1}{T}$ .  $[\nu] = \text{Гц}$ .

**Преобразование Галилея.**  $\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_{\text{относ}} + \vec{V}_{\text{пер}}$ .

**Второй закон Ньютона.**  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ .

**Сила трения.**  $F_{\text{тр}} = N\mu$ .

**Закон Гука.**  $F_{\text{упр}} = -k\Delta x$ .

**Параллельное соединение пружин.**  $k_{\text{об}} = k_1 + k_2 + \dots$

**Последовательное соединение пружин.**  $\frac{1}{k_{\text{об}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots$

**Кинетическая энергия.**  $E_k = \frac{mV^2}{2}$ .

**Потенциальная энергия.**  $E_p = mgh$ .

**Потенциальная энергия пружины.**  $E_p = -\frac{k\Delta x^2}{2}$ .

**Механическое напряжение.**  $\sigma = \frac{F}{S} = \varepsilon \cdot \frac{kl_0}{S} = E \cdot |\varepsilon|$ .  $[\sigma] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$ .

**Модуль Юнга.**  $E = \frac{kl_0}{S}$ .  $[E] = \text{Па}$ .

**Закон всемирного тяготения.**  $F_{\text{грав}} = \frac{GM_1 M_2}{R^2}$ .

**Ускорение свободного падения.**  $F = G \frac{Mm}{R^2} \rightarrow G \frac{M}{R^2} = g = 9.8$ .  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ .

**Сила инерции.**  $\vec{F}_i = -m \cdot \vec{a}_{\text{пер}}$ .

**Импульс.**  $p = m \cdot V$ ;  $[p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

**Второй закон Ньютона в импульсной форме.**  $\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p} \rightarrow \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ .

**Закон изменения импульса системы.**  $\Delta \vec{p}_{\text{сис}} = \vec{F}_{\text{внеш}} \cdot \Delta t$ .

**Уравнение Мещерского.**  $\vec{F}_p = -\mu \vec{u}$ .

**Механическая работа.**  $A = Fl \cdot \cos \alpha = \vec{F} \cdot \vec{l}$ .  $\alpha$  — угол между силой и вектором перемещения.  $[A] = \text{Дж}$ .

**Мощность.**  $P = \frac{A}{t} = FV \cdot \cos \alpha = \vec{F} \cdot \vec{V}$ .  $[P] = \text{Вт}$ .

**Работа силы упругости.**  $A = -\Delta E_p = \frac{k(\Delta x)^2}{2}$ .

**Потенциальная энергия силы тяготения.**  $E_p = \frac{GM_1 M_2}{R}$ .

**Формула координаты центра масс.**  $x_c = \frac{\sum_i m_i x_i}{m} = \frac{\sum_i m_i x_i}{\sum_i m_i}$ .  $y_c = \frac{\sum_i m_i y_i}{m} = \frac{\sum_i m_i y_i}{\sum_i m_i}$ .  $z_c = \frac{\sum_i m_i z_i}{m} = \frac{\sum_i m_i z_i}{\sum_i m_i}$ .

$\vec{r}_c = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{m} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$ .

**КПД.**  $\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100\%$ .

Теорема о движении центра масс.  $m\vec{a}_c = \vec{F}_{\text{внеш.}}$

Момент.  $M = Fl$ .

Основное уравнение динамики вращательного движения.  $I(\text{кг} \cdot \text{м}^2) \cdot \beta(\frac{\text{рад}}{\text{с}^2}) = \sum M(\text{Н} \cdot \text{м})$ .

Энергия вращательного движения тела.  $E = \frac{I\omega^2}{2}$ .

Гармонические колебания. Толкнули:  $x = A \sin(\frac{2\pi}{T}t)$ ; отпустили:  $x = A \cos(\frac{2\pi}{T}t)$ .

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

Период для пружинного маятника.  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Длина волны.  $\lambda = VT$ .

Давление.  $p = \frac{F}{S}$ .  $[p] = \text{Па}$ .

Давление столба жидкости.  $p = \rho gh$ .

Сила Архимеда.  $F_{\text{арх}} = \rho gV$ .

Уравнение неразрывности струи (для несжимаемой жидкости).  $S_1V_1 = S_2V_2$ .

Закон Бернулли.  $p_1 + \frac{\rho V_1^2}{2} + \rho gh_1 = p_2 + \frac{\rho V_2^2}{2} + \rho gh_2 = \text{const.}$

Скорость воды с помощью двух сапожков.  $V = \sqrt{\frac{2(p_2 - p_1)}{\rho}}$ .

Вязкое трение.  $F = \frac{\eta VS}{h}$ ,  $[\eta] = \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}}$ .

## 2 10 класс.

Относительная молекулярная масса.  $M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{0C}} = \text{а.е.м.}$

Количество вещества.  $\nu = \frac{N}{N_a}$ ,  $N_a = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .

Основное уравнение МКТ.  $p = \frac{1}{3}m_0n\overline{v^2}$ ,  $[n] = \text{м}^{-3}$ .

Следствие из основного уравнения МКТ (основное уравнение МКТ в энергетической форме).  $p = \frac{2}{3}n\overline{E}$ .

Формула связи средней кинетической энергии молекулы с температурой.  $\overline{E} = \frac{3}{2}kT$ ,  $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ .

Формула среднеквадратичной скорости молекул.  $\overline{v^2} = \frac{3kT}{m}$ .

Уравнением состояния идеального газа в молекулярной форме.  $p = nkT$ .

Уравнение Менделеева-Клапейрона.  $pV = \nu RT$ ,  $R = 8.314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ .

Функция распределения Максвелла.  $\Delta N = N \cdot f(v_x, v_y, v_z) \cdot \Delta v_x \Delta v_y \Delta v_z$ .

Функция распределения по вектору скорости.  $f(v_x, v_y, v_z) = \left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{m_0(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}{2kT}}$ .

Распределение по модулю скорости.  $\Delta N = N \cdot 4\pi v^2 \left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} \cdot \Delta v$ .

Наиболее вероятная скорость.  $v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$ .

Уравнение Ван дер Вальса.  $(p + \frac{a}{V^2})(V - b) = \nu RT$ .

Абсолютная плотность воздуха.  $\rho_{\text{абс}} = \frac{m_{H_2O}}{V}$ .

Относительная влажность.  $\varphi = \frac{\rho_{\text{абс}}}{\rho_{\text{нп}}(t)} \cdot 100\% = \frac{p_{H_2O}}{p_{\text{нп}}(t)} \cdot 100\%$ .

Внутренняя энергия газа.  $U = \frac{i}{2}\nu RT$ .

Работа газа.  $A = p\Delta V$ .

**Первое начало термодинамики.**  $Q = A_{\text{тела}} + \Delta U$ .

**Теплоемкости.**

1.  $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ .

2. Изохорный процесс.

$$c = \frac{\frac{i}{2}R}{M}.$$

$$c_{M_V} = c \cdot M = \frac{iR}{2}.$$

3. Изобарный процесс.

$$c = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \frac{R}{M}.$$

$$c_{M_p} = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R = c_{M_V} + R \text{ — соотношение Майера.}$$

4. Изотермический процесс.

$$c \rightarrow \infty.$$

5. Адиабатный процесс.

$$c = 0.$$

**Коэффициент Пуассона.**  $\gamma = \frac{c_{M_p}}{c_{M_V}} = \frac{i+2}{i}$ .

**Константные соотношения.**

1.  $pV^\gamma = \text{const.}$

2.  $Tr^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const.}$

3.  $TV^{\gamma-1} = \text{const.}$

**КПД.**  $\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}.$

**Теорема Карно.**  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$

**Холодильный коэффициент.**  $\xi = \frac{Q_{\text{х}}}{A} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}.$

**Коэффициент поверхностного натяжения.**  $\sigma = \frac{W_{\text{пов}}}{S}, \frac{Д_{\text{ж}}}{\text{м}^2}.$

**Сила поверхностного натяжения.**  $F = \sigma P.$

**Формула Жюрена** (определяет высоту, на которую поднимается жидкость в капилляре).  $h = \frac{2\sigma}{\rho g r}.$

**Избыточное давление Лапласа под искривленной поверхностью.**  $p = \frac{2\sigma}{r}.$

**Закон линейного теплового расширения.**  $l = l_0(1 + \alpha\Delta t), [\alpha] = \frac{1}{^\circ C}.$

**Механическое напряжение.**  $\sigma = \frac{F}{S} = \varepsilon \cdot \frac{kl_0}{S} = E \cdot |\varepsilon|. [\sigma] = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}.$

**Относительная деформация.**  $|\varepsilon| = \frac{|\Delta l|}{l_0}.$

**Модуль Юнга.**  $E = \frac{kl_0}{S}. [E] = \text{Па}.$

**Закон Кулона.**  $F = \frac{k|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}, k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$

**Напряженность,  $E \frac{\text{В}}{\text{м}}$ .**  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ . Для точечного заряда напряженность равна  $\frac{kQ}{\varepsilon r^2}.$

Поток вектора напряженности электрического поля,  $\Phi_E$  В · м.  $\Delta\Phi_E = E \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$ , где  $\theta$  — угол между  $\vec{E}$  и  $\vec{n}$ .

Телесный угол,  $\Omega$  стерадианы (ср).  $\Omega = \frac{S}{R^2}$ .

Поверхностная плотность заряда,  $\sigma$   $\frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$ .  $\sigma = \frac{q}{S}$ .

Напряженность электрического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости.  
 $E = 2\pi k\sigma = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ .

Работа,  $A$  Дж.  $A = Fl \cos \alpha = qEl \cos \alpha$ .

Потенциал,  $\varphi$  В.  $\varphi = \frac{W}{q}$ .

Связь между напряженностью однородного электрического поля и разностью потенциалов (напряжением).  $\underbrace{\varphi_1 - \varphi_2}_U = El$ .

Потенциал электрического поля точечного заряда.  $\varphi = \frac{kQ}{r}$ .

Энергия взаимодействия,  $W$  Дж.  $W = \frac{kQq}{r}$ .

Емкость конденсатора,  $c$  Ф.  $c = \frac{q}{U} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$ ;  $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$ .

Энергия конденсатора.  $W = \frac{cU^2}{2}$ .

Последовательное соединение.

$$\frac{1}{c_{\text{об}}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \dots$$

$$q_{\text{об}} = q_1 = q_2 = \dots$$

$$U_{\text{об}} = U_1 + U_2 + \dots$$

Параллельное соединение.

$$c_{\text{об}} = c_1 + c_2 + \dots$$

$$q_{\text{об}} = q_1 + q_2 + \dots$$

$$U_{\text{об}} = U_1 = U_2 = \dots$$