

# Физика

Размерность всех величин указана в единицах СИ.

## 7 класс.

$$v = \frac{S}{t} \quad [v] = \frac{M}{c}$$

скорость равномерного движения

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\rho] = \frac{кг}{м^3}$$

плотность

$$F = mg \quad [F] = H$$

сила тяжести

$$P = mg \quad [P] = H$$

вес тела

$$p = \frac{F}{S} \quad [p] = \frac{H}{м^2} = Па$$

давление

$$p = \rho gh \quad [p] = Па$$

давление столба жидкости

$$F_A = \rho_{ж} v_T g \quad [F_A] = H$$

выталкивающая сила

$$A = Fl \quad [A] = H \cdot м = Дж$$

механическая работа

$$N = \frac{A}{t} \quad [N] = \frac{Дж}{c} = Вт$$

мощность

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} \quad \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

выигрыш в силе гидравлической машины

$$M = Fl \quad [M] = H \cdot м$$

момент сил

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

условие равновесия рычага

$$F_1 = \frac{l_2 F_2}{l_1} \quad F_2 = \frac{l_2}{l_1 F_1} \quad l_1 = \frac{F_2 l_2}{F_1} \quad l_2 = \frac{F_2}{F_1 l_1}$$

## 8 класс.

### Тепловые явления.

$$Q = cm\Delta t \quad Q = qm \quad Q = \lambda m \quad Q = Lm \quad [Q] = \text{Дж}$$

$$\text{КПД} = \frac{Q_n}{Q_s} \cdot 100\% \quad - \quad \text{коэффициент полезного действия} \quad Q - \text{количество теплоты}$$

### Электричество.

$$I = \frac{q}{t} \quad [I] = \frac{\text{Кл}}{\text{с}} = \text{А}$$

сила тока

$$U = \frac{A}{q} \quad [U] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}$$

напряжение

$$I = \frac{U}{R} \quad [R] = \text{Ом}$$

закон Ома для участка цепи

$$P = UI \quad [P] = \text{В} \cdot \text{А} = \text{Вт}$$

мощность тока

$$A = UIt \quad [A] = \text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} = \text{Дж}$$

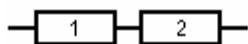
работа тока

$$Q = I^2 Rt \quad [Q] = \text{Дж}$$

закон Джоуля – Ленца

### Соединение проводников

последовательное

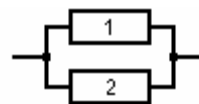


$$I = I_1 = I_2$$
$$U = U_1 + U_2$$

$$R = R_1 + R_2$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

параллельное



$$I = I_1 + I_2$$
$$U = U_1 = U_2$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$C = C_1 + C_2$$

параллельное соединение проводников

$$k = \frac{1}{R} = R^{-1} \qquad k = k_1 + k_2 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} = R^{-1}$$

$$I = \frac{U}{R} \qquad R = \frac{U}{I} \qquad U = IR$$

$$U_1 = U_2 \quad \Rightarrow \quad I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{R_2 I_2}{R_1} \quad I_2 = \frac{R_1 I_1}{R_2} \quad R_1 = \frac{I_2 R_2}{I_1} \quad R_2 = \frac{I_1 R_1}{I_2} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\text{при } R \neq R_1 \neq R_2 \neq \dots \neq R_n \quad \Rightarrow \hat{=}$$

$$\text{при } R = R_1 = R_2 = \dots = R_n \quad \Rightarrow \quad R = \frac{R_n}{n} = \frac{r}{n}$$

## 9 класс.

### Кинематика.

$$\vec{v} = \frac{\vec{S}}{t} \quad v = \frac{x - x_0}{t} \quad [v] = \frac{m}{c}$$

скорость прямолинейного равномерного движения

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad [a] = \frac{m}{c^2}$$

ускорение

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad [S] = m$$

перемещение при прямолинейном равноускоренном движении

$$x = x_0 + vt$$

уравнение равномерного движения

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

уравнение равноускоренного движения

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

уравнение скорости

$$v_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

средняя скорость на всём пути

Движение по окружности.

$$\omega = \frac{\varphi - \varphi_0}{t} \quad [\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

угловая скорость

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

центростремительное ускорение

$$n = \frac{N}{t} \quad [n] = \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

частота обращения

$$T = \frac{1}{n} = n^{-1} \quad [T] = \text{с}$$

период обращения

Динамика.

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad [F] = \kappa \frac{\mathcal{M}}{\text{с}^2} = \text{Н}$$

сила

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{R} = m \vec{a}$$

II закон Ньютона

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

закон всемирного тяготения

$$g = \gamma \frac{M}{(R+h)^2}$$

ускорение свободного падения

$$F = \mu N$$

сила трения

$N$  – сила реакции опоры

$$F = kx$$

сила упругости

$$\vec{p} = m \vec{v} \quad [p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

импульс тела (количество движения)

$$\sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i'$$

закон сохранения импульса

Энергия.

$$A = \left| \vec{F} \right| \cdot \left| \vec{S} \right| \cdot \cos \alpha \quad [A] = \text{Дж}$$

механическая работа

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \quad [E_k] = \text{Дж}$$

кинетическая энергия

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad E_p = mgh \quad [E_p] = \text{Дж}$$

потенциальная энергия

$$N = Fv \quad [N] = \text{Вт}$$

мощность при равномерном движении

$$\eta = \frac{A_n}{A_3} \cdot 100\%$$

коэффициент полезного действия

$$E = E_p + E_k = const$$

закон сохранения механической энергии

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \quad \sum_{i=1}^n M_i = 0$$

Статика  
условия равновесия тел

# 10 класс.

## Молекулярная физика.

$$\mu_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{oc}}$$

относительная молекулярная масса

$$\mu = \mu_r \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$$

молярная масса

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} \quad [\nu] = \text{моль}$$

количество вещества

$$n = \frac{N}{V} \quad [n] = м^{-3}$$

концентрация частиц

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

средняя кинетическая энергия частиц

$$T = t + 273,15 \quad [T] = K$$

абсолютная температура

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} \quad p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} \quad p = \frac{2}{3} n \overline{E_k} \quad p = nkT$$

основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ)

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

уравнение газового состояния (Менделеева-Клайперона)

$$\overline{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

среднеквадратичная скорость частиц



$$\sigma = \frac{F}{l} \quad [\sigma] = \frac{H}{m}$$

коэффициент поверхностного натяжения

$$F = \frac{ES}{l_0} \Delta l$$

закон Гука

Термодинамика.

$$A = p \Delta v$$

работа в термодинамике

$$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T$$

изменение внутренней энергии

$$\Delta U = Q + A$$

I закон термодинамики

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \eta_{уд} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

КПД

Электростатика.

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{R^2} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

закон Кулона

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad [E] = \frac{H}{Кл} = \frac{В}{м}$$

напряжённость - силовая характеристика поля

$$E = k \frac{|q|}{R^2}$$

напряжённость поля точечного заряда

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

принцип суперпозиции

$$\varphi = \frac{W_p}{q} \quad [\varphi] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}$$

потенциал - энергетическая характеристика поля

$$W_p = k \frac{q_1 q_2}{R}$$

потенциальная энергия взаимодействия двух зарядов

$$\varphi = k \frac{q}{R}$$

потенциал поля точечного заряда

$$U = E \Delta d \quad [E] = \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

связь напряжения и напряжённости

$$U = \frac{\Delta A}{q} = \varphi_1 - \varphi_2$$

напряжение

$$C = \frac{q}{U} \quad [C] = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} = \text{Ф}$$

электрическая ёмкость

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} (n-1)$$

ёмкость плоского конденсатора

$$W_p = A = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{qU}{2}$$

потенциальная энергия электрического поля

Законы постоянного тока.

$$\varepsilon = \frac{A_{ст}}{q} \quad [\varepsilon] = B$$

ЭДС - электродвижущая сила

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$

закон Ома для цепи, содержащей ЭДС

$$U = \varepsilon + (\varphi_1 - \varphi_2)$$

падение напряжения

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

мощность

Соединение проводников  
последовательное

$$I = const \quad U = \sum_{i=1}^n U_i \quad R = \sum_{i=1}^n R_i \quad \frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

параллельное

$$I = \sum_{i=1}^n I_i \quad U = const \quad \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad C = \sum_{i=1}^n C_i$$

Электрический ток.

в жидкостях

$$m = kq = kIt$$

I закон Фарадея

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{\mu}{n}$$

II закон Фарадея

в металлах

$$R_0 = \rho_0 \frac{l}{S}$$

сопротивление

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

зависимость удельного сопротивления от температуры

Магнитное поле.

$$B = \frac{F_{\max}}{Il} \quad [B] = \frac{H}{A \cdot m} = Tл$$

магнитная индукция

$$F_A = IBl \cdot \sin \alpha$$

сила Ампера

$$F_L = qvB \cdot \sin \alpha$$

сила Лоренца

$$\Phi = BS \cdot \cos \alpha \quad [\Phi] = Tл \cdot м^2 = Вб \quad \Phi = LI \quad [\Phi] = Гн \cdot А = Вб$$

магнитный поток

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\Phi'$$

ЭДС индукции

$$\varepsilon_i = BvL \cdot \cos \alpha$$

ЭДС индукции в движущихся проводниках

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 S}{l} \quad [L] = Гн$$

индуктивность соленоида

$$W_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{\Phi^2}{2L}$$

энергия магнитного поля

# 11 класс.

Механические колебания и волны.

$$x = x_m \cdot \cos \Phi$$

уравнение механических колебаний

$$\Phi = \omega t + \varphi_0$$

фаза колебаний

$$\nu = \frac{N}{t} \quad \nu = \frac{1}{T} \quad [\nu] = c^{-1} = Гц$$

частота колебаний

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi \frac{1}{T}$$

циклическая частота

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

циклическая частота и период колебаний пружинного маятника

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

циклическая частота и период колебаний математического маятника

$$v = x' \quad a = v' = x''$$

$$\lambda = vT \quad v = \lambda \nu$$

длина волны

Переменный ток.

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

формула Томсона

$$X_L = L\omega \quad X_C = \frac{1}{C\omega}$$

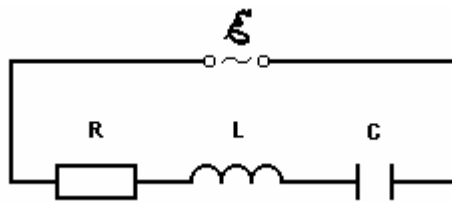
индуктивное и ёмкостное сопротивление

$$I_q = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad U_q = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad \varepsilon_q = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}}$$

действующие (эффективные) значения I, U, ε

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

коэффициент трансформации



$$I = \frac{\varepsilon}{z} \quad \varepsilon = U_R + U_L + U_C \quad z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

закон Ома для цепи переменного тока

Оптика.

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

закон преломления

$$n_{абс} = \frac{c}{v} \quad n_{отно} = \frac{v_1}{v_2}$$

абсолютный и относительный показатели преломления

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

закон полного внутреннего отражения

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{F} = D \quad [D] = m^{-1} = \text{дптр}$$

формула тонкой линзы

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{h}$$

линейное увеличение линзы

$$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad \Delta d = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

условия максимума и минимума интерференции

$$d \cdot \sin \varphi = k\lambda \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

уравнение дифракционной решётки

$$c = \lambda \nu \quad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

скорость света в вакууме

Квантовая оптика.

$$E = h\nu \quad p = \frac{h\nu}{c}$$

энергия и импульс фотона

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$$

уравнение Эйнштейна для фотоэффекта



$$A_{\text{вых}} = h \nu_{\text{кр}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{кр}}}$$

работа выхода и красная граница фотоэффекта

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

связь массы и энергии

Атомная и ядерная физика.

$$A = Z + N$$

массовое число

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_{\text{я}}$$

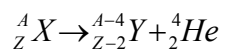
дефект массы

$${}^1_1P \quad \text{протон}$$

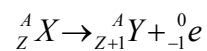
$${}^1_0n \quad \text{нейтрон}$$

$${}^0_{-1}e \quad \text{электрон}$$

$${}^0_{+1}e \quad \text{позитрон}$$



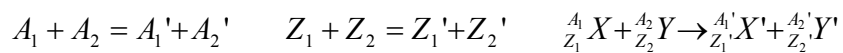
уравнение  $\alpha$ -распада



уравнение  $\beta$ -распада

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

закон полураспада



уравнение ядерной реакции

## Постоянные величины.

$$\gamma = G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{Н \cdot м^2}{кг^2} \quad \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м} \quad h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot с^{-1}$$

$$g = 9,81 \frac{м}{с^2} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м} \quad F = 9,65 \cdot 10^4 \frac{Кл}{моль}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \quad q_p = |q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \quad \text{нормальные условия}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{К} \quad m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \quad t = 0^\circ \text{ С} \quad T = 273,15 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{К \cdot \text{моль}} \quad c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с} \quad p = 760 \text{ мм рт. ст.} = 101325 \text{ Па}$$

Расчёт оптики телескопов.

$$\tau = \frac{1}{\nu} \quad \lambda = c\tau = \frac{c}{\nu}$$

период одного электромагнитного колебания и длина волны

$$l = 2F \cdot \operatorname{tg} \frac{\rho}{2}$$

линейные размеры объекта в фокальной плоскости в мм, где  $\rho$  – угловые размеры этого объекта

$$1 \text{ радиан} \approx 57,33333333333333^\circ$$

$$1 \text{ радиан} = 3440' = 206265''$$

$$\operatorname{tg} \frac{\rho}{2} = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{рад}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho'}{3440'} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho''}{206265''}$$

$$l = 2F \frac{1}{2} \cdot \frac{\rho'}{3440'} = F \frac{\rho''}{206265''}$$

$$u = \frac{\rho'}{l} = \frac{3440'}{F} = \frac{206265''}{F}$$

масштаб фотонегатива или фотоснимка

$$A = \frac{D}{F} = 1 : (F/D) = \left( \frac{F}{D} \right)^{-1}$$

относительное отверстие объектива, где  $D$  – его диаметр, а  $F$  – его фокусное расстояние

$$\forall = A^{-1} = \frac{F}{D}$$

светосила объектива – величина обратная его относительному отверстию

$$W = \frac{F}{f}$$

увеличение телескопа, где  $f$  – фокусное расстояние окуляра

$$W_{\max} = 2D$$

максимальное увеличение телескопа,  $D$  – диаметр объектива в мм

$$g = 251640'' \cdot \frac{\lambda}{D}$$

разрешающая способность объектива или его разрешение, для данной длины волны

$$\text{при } \lambda = 550 \text{ нм} = 5500 \text{ \AA}$$

$$g = 251640'' \cdot \frac{5500 \cdot 10^{-7}}{D} = \frac{140''}{D}$$

$$m_{\max} = 2,1 + 5 \lg D = 2,1 + 5 \cdot \log_{10} D$$

максимальное значение звёздной величины для данного объектива

$$N = \frac{2000'}{W}$$

поле зрения при конкретном увеличении  $W^x$

Пример

$$D = 20 \text{ см}, F = 3 \text{ м}, f_1 = 7,5 \text{ мм} \text{ и } f_2 = 50 \text{ мм}.$$

$$A = \frac{D}{F} = 1 / \left( \frac{F}{D} \right) = 1 / \left( \frac{3000}{200} \right) = 1/15 \quad \forall = 15$$

$$W_{\max} = 2 \cdot D = 2 \cdot 200 = 400^x \quad (\text{крат})$$

$$W_1 = \frac{F}{f_1} = \frac{3000}{7,5} = 400^x$$

$$W_2 = \frac{F}{f_2} = \frac{3000}{50} = 60^x$$

$$g = \frac{140''}{D} = \frac{140''}{200} = 0,7''$$

$$m_{\max} = 2,1 + 5 \lg D = 2,1 + 5 \lg 200 = 2,1 + 5 \cdot 2,3 = 13,6^m$$

$$N_1 = \frac{2000'}{W_1} = \frac{2000'}{400^x} = 5' \quad N_2 = \frac{2000'}{W_2} = \frac{2000'}{60^x} = 33'$$

$$l = d = F \cdot \frac{\rho'}{3440'} = 3000_{\text{MM}} \times \frac{30'}{3440'} = 26_{\text{MM}}$$

$$u = \frac{3440'}{F} = \frac{3440'}{3000_{\text{MM}}} = 1,15' / \text{MM} = 69'' / \text{MM}$$