

Формулы курса по разделам кодификатора ФИПИ 2027: механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика и оптика, квантовая физика. Константы, плотности, теплоёмкости и молярные массы есть в самом варианте ЕГЭ, на экзамене $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Кинематика

- Равномерное движение: $x = x_0 + u_x t$
- Равноускоренное: $u_x = u_{0x} + a_x t, x = x_0 + u_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$
- Без времени: $u_x^2 - u_{0x}^2 = 2 a_x \Delta x$; при движении в одну сторону $s = \frac{u_0 + u}{2} \cdot t$
- Свободное падение из покоя: $h = \frac{gt^2}{2}, u = \sqrt{2gh}$; бросок вверх: $H = \frac{u_0^2}{2g}$
- Бросок под углом: $u_{0x} = u_0 \cos \alpha, u_{0y} = u_0 \sin \alpha, t = \frac{2u_0 \sin \alpha}{g}, L = \frac{u_0^2 \sin 2\alpha}{g}$
- Окружность: $u = \omega R = \frac{2\pi R}{T}, \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu, a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R} = \omega^2 R$
- Сложение скоростей: $\vec{u} = \vec{u}' + \vec{u}_0$

Динамика

- Второй закон Ньютона: $\vec{F} = m\vec{a}$; третий: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
- Тяготение: $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$; на высоте h : $g = \frac{GM}{(R_0 + h)^2}$
- Спутник на круговой орбите: $G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mu^2}{r}$
- Закон Гука: $F_{\text{упр}} = k|x|$
- Трение скольжения: $F_{\text{тр}} = \mu N$; трение покоя: $F_{\text{тр}} \leq \mu N$
- Вес в лифте: $P = m(g + a)$ при ускорении вверх, $P = m(g - a)$ при ускорении вниз
- Плотность $\rho = \frac{m}{V}$, давление $p = \frac{F}{S}$

Статика и жидкости

- Момент силы: $M = Fl, l$ – плечо
- Равновесие тела: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0$ и $M_1 + M_2 + \dots = 0$; рычаг: $F_1 l_1 = F_2 l_2$
- Давление в жидкости: $p = p_0 + \rho gh$
- Сила Архимеда: $F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$; тело плавает, если $F_A = mg$

Законы сохранения

- Импульс: $\vec{p} = m\vec{u}; \Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$
- Сохранение импульса замкнутой системы: $m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 = m_1 \vec{u}_1' + m_2 \vec{u}_2'$
- Работа: $A = Fs \cos \alpha$; мощность: $P = \frac{A}{t} = Fu \cos \alpha$
- Энергии: $E_k = \frac{mu^2}{2} = \frac{p^2}{2m}, E_n = mgh, E_n = \frac{kx^2}{2}$

- Теорема о кинетической энергии: $\Delta E_k = A$
- Механическая энергия: $\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{непот}}$; без трения и сопротивления $E_k + E_n = \text{const}$

Колебания и волны

- $x = A \sin(\omega t + \varphi_0); u_{\text{max}} = \omega A, a_{\text{max}} = \omega^2 A$
- $T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$
- Маятники: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- Энергия: $\frac{mu^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \frac{mu_{\text{max}}^2}{2}$
- Волна: $\lambda = u T = \frac{u}{\nu}$

Молекулярная физика

- Количество вещества: $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$; масса молекулы $m_0 = \frac{\mu}{N_A}$; концентрация $n = \frac{N}{V}$
- Основное уравнение МКТ: $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{u^2}, p = \frac{2}{3} n \overline{E_k}$
- Температура: $\overline{E_k} = \frac{3}{2} kT, p = nkT, T = t + 273$
- Уравнение Менделеева – Клапейрона: $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT$
- Изопроцессы: $pV = \text{const}$ при $T = \text{const}; \frac{p}{T} = \text{const}$ при $V = \text{const}; \frac{V}{T} = \text{const}$ при $p = \text{const}$
- Закон Дальтона: $p = p_1 + p_2 + \dots$
- Относительная влажность: $\varphi = \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{н}}} \cdot 100\% = \frac{\rho_{\text{п}}}{\rho_{\text{н}}} \cdot 100\%$

Термодинамика

- Внутренняя энергия одноатомного газа: $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV$
- Теплота: $Q = cm\Delta T$, плавление $Q = \lambda m$, парообразование $Q = Lm$, сгорание $Q = qm$
- Работа газа: $A = p\Delta V$, в общем случае – площадь под графиком на pV -диаграмме
- Первый закон: $Q = \Delta U + A$; адиабата: $Q = 0, A = -\Delta U$
- Тепловой баланс: $Q_1 + Q_2 + \dots = 0$
- КПД тепловой машины: $\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}} = \frac{Q_{\text{н}} - |Q_{\text{х}}|}{Q_{\text{н}}}$; цикл Карно: $\eta = \frac{T_{\text{н}} - T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}}$

Электрическое поле

- Закон Кулона: $F = k \frac{|q_1||q_2|}{\epsilon r^2}$, $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
- Напряжённость: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$; точечный заряд $E = k \frac{|q|}{r^2}$;
принцип суперпозиции $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$
- Работа поля: $A = qU = q(\phi_1 - \phi_2)$; однородное поле $U = Ed$; энергия заряда $W = q\phi$
- Конденсатор: $C = \frac{q}{U}$, плоский $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$, энергия $W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$
- Параллельно: $C = C_1 + C_2$; последовательно: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Постоянный ток

- Сила тока: $I = \frac{q}{t}$; закон Ома для участка: $I = \frac{U}{R}$;
сопротивление: $R = \rho \frac{l}{S}$
- Полная цепь: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$
- Последовательно: $R = R_1 + R_2$, ток одинаковый;
параллельно: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$, напряжение одинаковое
- Работа и теплота: $A = IUt$, $Q = I^2 Rt$; мощность: $P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$; мощность источника $P = \mathcal{E}I$

Магнитное поле и индукция

- Сила Ампера: $F = IB \sin \alpha$; сила Лоренца: $F = |q|vB \sin \alpha$
- Частица в поле при $\vec{v} \perp \vec{B}$: $R = \frac{mv}{|q|B}$
- Магнитный поток: $\Phi = BS \cos \alpha$
- ЭДС индукции: $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; в движущемся проводнике $\mathcal{E}_i = Blv \sin \alpha$
- Индуктивность: $\Phi = LI$; ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$;
энергия катушки $W = \frac{LI^2}{2}$

Колебательный контур и волны

- Формула Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$; $q_{max} = \frac{I_{max}}{\omega}$
- Энергия: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2}$
- Электромагнитная волна: $c = \lambda\nu$

Оптика

- Отражение: угол падения равен углу отражения
- Преломление: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$; $n = \frac{c}{v}$; частота не меняется, $n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$
- Полное внутреннее отражение: $\sin \alpha_{пр} = \frac{n_2}{n_1}$
- Линза: $D = \frac{1}{F}$, $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, увеличение $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{f}{d}$; у рассеивающей линзы $F < 0$, у мнимого изображения $f < 0$
- Интерференция: максимум при $\Delta = m\lambda$, минимум при $\Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$
- Дифракционная решётка: $d \sin \varphi = m\lambda$

Квантовая физика

- Фотон: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $p = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$
- Фотоэффект: $h\nu = A_{вых} + E_{kmax}$, $A_{вых} = h\nu_{кр} = \frac{hc}{\lambda_{кр}}$, $E_{kmax} = eU_3$
- Переход атома между уровнями: $h\nu = |E_n - E_m|$;
водород: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ
- Закон радиоактивного распада: $N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$, $m = m_0 \cdot 2^{-t/T}$
- α -распад: массовое число уменьшается на 4, заряд на 2; β -распад: массовое число то же, заряд больше на 1
- В ядерных реакциях сохраняются суммарный заряд и суммарное массовое число; 1 а.е.м. соответствует 931,5 МэВ