

**ПЕРЕЧЕНЬ (КОДИФИКАТОР) ПРОВЕРЯЕМЫХ ТРЕБОВАНИЙ
К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ПО ФИЗИКЕ**

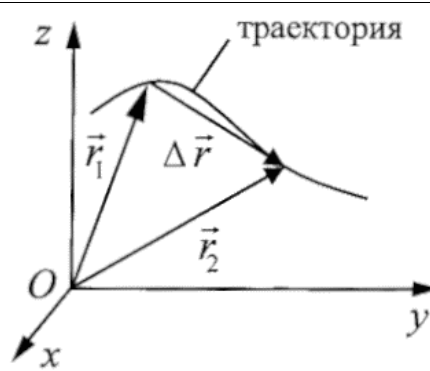
Для проведения единого государственного экзамена по физике (далее – ЕГЭ по физике) используется перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания.

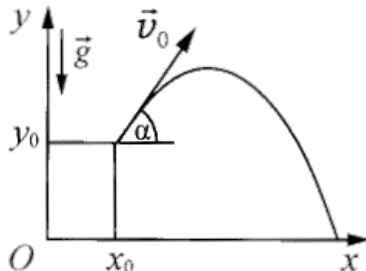
**Проверяемые на ЕГЭ по физике требования к результатам освоения
основной образовательной программы среднего общего образования**

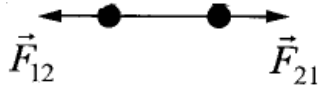
| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования |
|-----------------------------|--|
| 1 | Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов |
| 2 | Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы |
| 3 | Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности |
| 4 | Сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений) |
| 5 | Сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, |

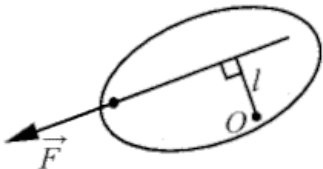
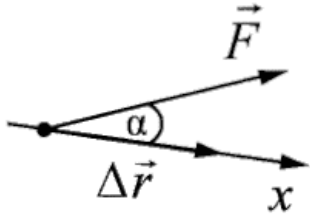
| | |
|----|---|
| | проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов |
| 6 | Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления |
| 7 | Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования |
| 8 | Сформированность умений анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества |
| 9 | Овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий; развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации |
| 10 | Сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; |

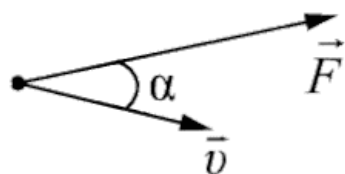
Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике

| Код раздела/ темы | Код элемента | Проверяемый элемент содержания | |
|-------------------------|---|--|--|
| 1 | | МЕХАНИКА | |
| 1.1 | | КИНЕМАТИКА | |
| | 1.1.1 | Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета | |
| | 1.1.2 | Материальная точка. Ее радиус-вектор: |  |
| | | $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$, | |
| | | траектория, перемещение: | |
| | | $\Delta \vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 =$ $= (\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ | |
| | | путь. Сложение перемещений: | |
| | | $\Delta \vec{r}_1 = \Delta \vec{r}_2 + \Delta \vec{r}_0$ | |
| | 1.1.3 | Скорость материальной точки: | |
| | | $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{r}_t' = (v_x, v_y, v_z)$, | |
| | $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = x_t'$, аналогично $v_y = y_t'$, $v_z = z_t'$. | | |
| | Сложение скоростей: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_0$. | | |
| | Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$ | | |
| 1.1.4 | Ускорение материальной точки: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}_t' = (a_x, a_y, a_z)$, | | |

| | | |
|-------|---|---|
| | | $a_x = \left. \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)_t', \text{ аналогично } a_y = (v_y)_t', a_z = (v_z)_t'.$ |
| 1.1.5 | Равномерное прямолинейное движение: | |
| | | $x(t) = x_0 + v_{0x}t$ |
| | | $v_x(t) = v_{0x} = \text{const}$ |
| 1.1.6 | Равноускоренное прямолинейное движение: | |
| | | $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ |
| | | $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$ |
| | | $a_x = \text{const}$ |
| | | $v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$ |
| | | При движении в одном направлении путь $S = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t$ |
| 1.1.7 | Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту: |  |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | $\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$ |
| | | $\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$ |
| | | $\begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$ |
| 1.1.8 | Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. При равномерном движении точки по окружности $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$. | |

| | | |
|-----|-------|---|
| | | Центростремительное ускорение точки: $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$. Полное ускорение материальной точки |
| | 1.1.9 | Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела |
| 1.2 | | ДИНАМИКА |
| | 1.2.1 | Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея |
| | 1.2.2 | Масса тела. Плотность вещества: $\rho = \frac{m}{V}$ |
| | 1.2.3 | Сила. Принцип суперпозиции сил: $\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$ |
| | 1.2.4 | Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО $\vec{F} = m\vec{a}$; $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ при $\vec{F} = \text{const}$ |
| | 1.2.5 | Третий закон Ньютона для материальных точек: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ |
| | |  |
| | 1.2.6 | Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R0: $mg = \frac{GMm}{(R_0 + h)^2}$ |
| | 1.2.7 | Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$ |
| | 1.2.8 | Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: $F_{\text{тр}} = \mu N$. Сила трения покоя: $F_{\text{тр}} \leq \mu N$. Коэффициент трения |
| | 1.2.9 | Давление: $p = \frac{F_{\perp}}{S}$ |
| 1.3 | | СТАТИКА |

| | | | |
|-----|-------|--|---|
| | 1.3.1 | Момент силы относительно оси вращения: $ \vec{M} = Fl$, где l – плечо силы \vec{F} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку |  |
| | 1.3.2 | Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек: $\vec{r}_{ц.м.} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$. В однородном поле тяжести ($\vec{g} = \text{const}$) центр масс тела совпадает с его центром тяжести | |
| | 1.3.3 | Условия равновесия твердого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$ | |
| | 1.3.4 | Закон Паскаля | |
| | 1.3.5 | Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $p = p_0 + \rho gh$ | |
| | 1.3.6 | Закон Архимеда: $\vec{F}_{\text{Арх}} = -\vec{P}_{\text{вытесн}}$, если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{вытесн}}$ Условие плавания тел | |
| 1.4 | | ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ | |
| | 1.4.1 | Импульс материальной точки: $\vec{p} = m\vec{v}$ | |
| | 1.4.2 | Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$ | |
| | 1.4.3 | Закон изменения и сохранения импульса: в ИСО $\Delta\vec{p} = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = \vec{F}_{1\text{внешн}}\Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}}\Delta t + \dots$; в ИСО $\Delta\vec{p} = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = 0$, если $\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{внешн}} + \dots = 0$ Реактивное движение | |
| | 1.4.4 | Работа силы на малом перемещении: $A = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta x$ |  |
| | 1.4.5 | Мощность силы: если за время Δt работа силы изменяется на ΔA , то мощность силы | |

| | | | |
|-----|-------|---|---|
| | | $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$ |  |
| | 1.4.6 | <p>Кинетическая энергия материальной точки: $E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$.</p> <p>Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО $\Delta E_{\text{кин}} = A_1 + A_2 + \dots$</p> | |
| | 1.4.7 | <p>Потенциальная энергия:</p> <p>для потенциальных сил $A_{12} = E_{1\text{потенц}} - E_{2\text{потенц}} = -\Delta E_{\text{потенц}}$.</p> <p>Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести: $E_{\text{потенц}} = mgh$.</p> <p>Потенциальная энергия упруго деформированного тела:</p> $E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$ | |
| | 1.4.8 | <p>Закон изменения и сохранения механической энергии:</p> <p>$E_{\text{мех}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{потенц}}$,</p> <p>в ИСО $\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{всех непотенц. сил}}$,</p> <p>в ИСО $\Delta E_{\text{мех}} = 0$, если $A_{\text{всех непотенц. сил}} = 0$</p> | |
| 1.5 | | МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ | |
| | 1.5.1 | <p>Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание:</p> $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0),$ $v_x(t) = x'_t,$ $a_x(t) = (v_x)'_t = -\omega^2 x(t) \Rightarrow a_x + \omega^2 x = 0, \text{ где } x - \text{смещение из положения равновесия.}$ <p>Динамическое описание: $m a_x = -kx$, где $k = m\omega^2$. Это значит, что $F_x = -kx$.</p> <p>Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии):</p> | |

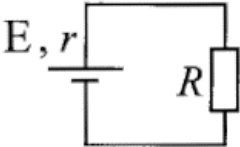
| | | |
|-----|-------|---|
| | | $\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{const}$ |
| | | <p>Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения:</p> $v_{\max} = \omega A, \quad a_{\max} = \omega^2 A$ |
| | 1.5.2 | <p>Период и частота колебаний: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$.</p> <p>Период малых свободных колебаний математического маятника:</p> $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$ <p>Период свободных колебаний пружинного маятника: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$</p> |
| | 1.5.3 | Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая |
| | 1.5.4 | <p>Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны:</p> $\lambda = \nu T = \frac{\nu}{\nu}.$ <p>Интерференция и дифракция волн</p> |
| | 1.5.5 | Звук. Скорость звука |
| 2 | | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА |
| 2.1 | | МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА |
| | 2.1.1 | <p>Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Пусть термодинамическая система (тело) состоит из N одинаковых молекул. Тогда количество вещества</p> $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu},$ <p>где N_A – число Авогадро, m – масса системы (тела), μ – молярная масса вещества</p> |
| | 2.1.2 | Тепловое движение атомов и молекул вещества |
| | 2.1.3 | Взаимодействие частиц вещества |
| | 2.1.4 | Диффузия. Броуновское движение |
| | 2.1.5 | Модель идеального газа в МКТ |
| | 2.1.6 | Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ): |

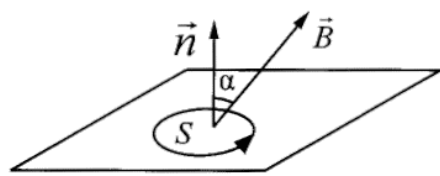
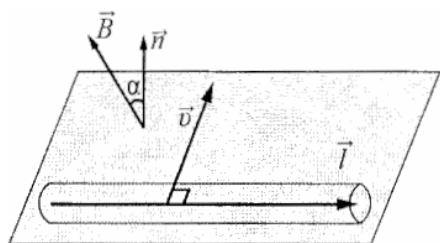
| | | |
|--------|--|---|
| | | $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \cdot \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right) = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\varepsilon_{\text{пост}}}$ <p>, где m_0 – масса одной молекулы,</p> $n = \frac{N}{V}$ <p>– концентрация молекул</p> |
| 2.1.7 | Абсолютная температура: $T = t^\circ + 273 \text{ K}$ | |
| 2.1.8 | Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул: | $\overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right) = \frac{3}{2} kT$ |
| 2.1.9 | Уравнение $p = nkT$ | |
| 2.1.10 | Модель идеального газа в термодинамике: | <div> <div> Уравнение Менделеева – Клапейрона Выражение для внутренней энергии </div> </div> <p>Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):</p> $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}$ <p>Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):</p> $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_v T = \frac{3}{2} pV$ |
| 2.1.11 | Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 + \dots$ | |
| 2.1.12 | Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества ν): | <p>изотерма ($T = \text{const}$): $pV = \text{const}$,</p> <p>изохора ($V = \text{const}$): $\frac{p}{T} = \text{const}$,</p> <p>изобара ($p = \text{const}$): $\frac{V}{T} = \text{const}$</p> <p>Графическое представление изопроцессов на pV-, pT- и VT-диаграммах.</p> |

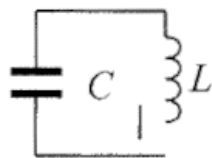
| | | |
|-----|--------|--|
| | | Объединенный газовый закон: |
| | | $\frac{pV}{T} = \text{const}$ |
| | | для постоянного количества вещества ν |
| | 2.1.13 | Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара |
| | 2.1.14 | Влажность воздуха. |
| | | Относительная влажность: $\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыщ. пара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{насыщ. пара}}(T)}$ |
| | 2.1.15 | Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости |
| 2.2 | 2.1.16 | Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация |
| | 2.1.17 | Преобразование энергии в фазовых переходах |
| | | ТЕРМОДИНАМИКА |
| | 2.2.1 | Тепловое равновесие и температура |
| | 2.2.2 | Внутренняя энергия |
| | 2.2.3 | Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение |
| | 2.2.4 | Количество теплоты. |
| | | Удельная теплоемкость вещества c : $Q = cm\Delta T$ |
| | 2.2.5 | Удельная теплота парообразования L : $Q = Lm$. |
| | | Удельная теплота плавления λ : $Q = \lambda m$. |
| | | Удельная теплота сгорания топлива q : $Q = qm$ |
| | 2.2.6 | Элементарная работа в термодинамике: $A = p\Delta V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме |
| | 2.2.7 | Первый закон термодинамики: |
| | | $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}.$ |
| | | Адиабата: |

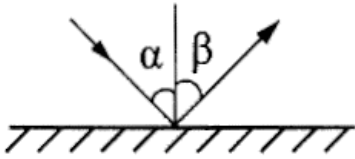
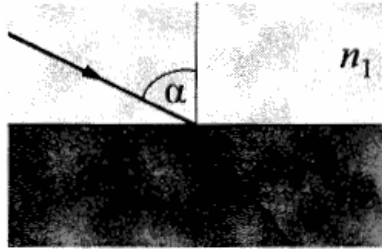
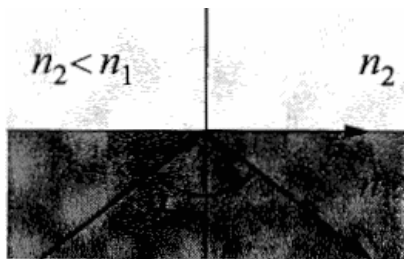
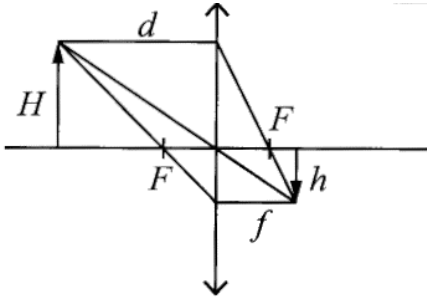
| | | |
|-----|--------|--|
| | | $Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2 = -\Delta U_{12}$ |
| | 2.2.8 | Второй закон термодинамики. Необратимые процессы |
| | 2.2.9 | Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{ Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}$ |
| | 2.2.10 | Максимальное значение КПД. Цикл Карно: $\max \eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$ |
| | 2.2.11 | Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$ |
| 3 | | ЭЛЕКТРОДИНАМИКА |
| 3.1 | | ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ |
| | 3.1.1 | Электризация тел и ее проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда |
| | 3.1.2 | Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: в однородном веществе с диэлектрической проницаемостью ϵ $F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{\epsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2}$ |
| | 3.1.3 | Электрическое поле. Его действие на электрические заряды |
| | 3.1.4 | Напряженность электрического поля: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$. Поле точечного заряда: $E_r = k \frac{q}{r^2}$, однородное поле: $\vec{E} = \text{const}$. Картины линий напряженности этих полей |
| | 3.1.5 | Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение: $A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU$ |

| | | |
|-----|--------|---|
| | | Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: |
| | | $W = q\varphi$. |
| | | $A = -\Delta W$ |
| | | Потенциал электростатического поля: $\varphi = \frac{W}{q}$. |
| | | Связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$ |
| | 3.1.6 | Принцип суперпозиции электрических полей: |
| | | $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$, $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$ |
| | 3.1.7 | Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$, внутри и на поверхности проводника $\varphi = \text{const}$ |
| | 3.1.8 | Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ε |
| | 3.1.9 | Конденсатор. Электроемкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$. |
| | | Электроемкость плоского конденсатора: $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \varepsilon C_0$ |
| | 3.1.10 | Параллельное соединение конденсаторов: |
| | | $q = q_1 + q_2 + \dots$, $U_1 = U_2 = \dots$, $C_{\text{паралл}} = C_1 + C_2 + \dots$ |
| | | Последовательное соединение конденсаторов: |
| | | $U = U_1 + U_2 + \dots$, $q_1 = q_2 = \dots$, $\frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$ |
| | 3.1.11 | Энергия заряженного конденсатора: $W_C = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$ |
| 3.2 | | ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА |
| | 3.2.1 | Сила тока: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0}$. Постоянный ток: $I = \text{const}$ |
| | | Для постоянного тока $q = It$ |

| | | |
|-------|---|---|
| 3.2.2 | Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС E | |
| 3.2.3 | Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$ | |
| 3.2.4 | Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $R = \rho \frac{l}{S}$ | |
| 3.2.5 | Источники тока. ЭДС источника тока: $E = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$. | |
| | Внутреннее сопротивление источника тока | |
| 3.2.6 | Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: $E = IR + Ir$, откуда $I = \frac{E}{R + r}$ |  |
| 3.2.7 | Параллельное соединение проводников: | |
| | $I = I_1 + I_2 + \dots, U_1 = U_2 = \dots, \frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ | |
| | Последовательное соединение проводников: | |
| | $U = U_1 + U_2 + \dots, I_1 = I_2 = \dots, R_{\text{посл}} = R_1 + R_2 + \dots$ | |
| 3.2.8 | Работа электрического тока: $A = IUt$. | |
| | Закон Джоуля – Ленца: $Q = I^2Rt$. | |
| | На резисторе R : $Q = A = I^2Rt = IUt = \frac{U^2}{R}t$ | |
| 3.2.9 | Мощность электрического тока: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = IU$. | |
| | Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P = I^2R = \frac{U^2}{R} = IU$. | |
| | Мощность источника тока: $P_E = \frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = EI$ | |

| | | | |
|-----|---|---|---|
| | 3.2.10 | Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твердых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод | |
| 3.3 | | МАГНИТНОЕ ПОЛЕ | |
| | 3.3.1 | Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$ | |
| | | Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов | |
| | 3.3.2 | Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током | |
| | 3.3.3 | Сила Ампера, ее направление и величина: $F_A = Ibl \sin \alpha$, где α – угол между направлением проводника и вектором \vec{B} | |
| | 3.3.4 | Сила Лоренца, ее направление и величина: $F_{\text{Лор}} = q vB \sin \alpha$, где α – угол между векторами \vec{v} и \vec{B} . Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле | |
| 3.4 | | ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ | |
| | 3.4.1 | Поток вектора магнитной индукции: |  |
| | | $\Phi = B_n S = BS \cos \alpha$ | |
| | 3.4.2 | Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции | |
| | 3.4.3 | Закон электромагнитной индукции Фарадея: | |
| | $E_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \bigg _{\Delta t \rightarrow 0} = -\Phi'_t$ | | |
| | 3.4.4 | ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l , движущемся со скоростью \vec{v} ($\vec{v} \perp \vec{l}$) в однородном магнитном поле B : |  |
| | | $ E_i = Blv \cos \alpha$, где α – угол между вектором B и нормалью \vec{n} к плоскости, в которой лежат векторы \vec{l} и \vec{v} ; если $\vec{l} \perp \vec{B}$ и $\vec{v} \perp \vec{B}$, | |

| | | |
|-----|-------|--|
| | | то $ \vec{E}_i = Blv$ |
| | 3.4.5 | Правило Ленца |
| | 3.4.6 | Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$, или $\Phi = LI$. |
| | | Самоиндукция. ЭДС самоиндукции: $E_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = -LI_t'$ |
| | 3.4.7 | Энергия магнитного поля катушки с током: $W_L = \frac{LI^2}{2}$ |
| 3.5 | | ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ |
| | 3.5.1 | Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре: |
| | |  |
| | | $\begin{cases} q(t) = q_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0) \\ I(t) = q_t' = \omega q_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases}$ |
| | | Формула Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, откуда $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. |
| | | Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре: $q_{\max} = \frac{I_{\max}}{\omega}$ |
| | 3.5.2 | Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре: |
| | | $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} = \text{const}.$ |
| | 3.5.3 | Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс |
| | 3.5.4 | Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии |
| | 3.5.5 | Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$ |
| | 3.5.6 | Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту |

| | | | |
|-------|---|--|---|
| 3.6 | ОПТИКА | | |
| | 3.6.1 | Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света | |
| | 3.6.2 | Законь отражения света. $\alpha = \beta$ |  |
| | 3.6.3 | Построение изображений в плоском зеркале | |
| | 3.6.4 | Законь преломления света. Преломление света: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$. Абсолютный показатель преломления: $n_{\text{абс}} = \frac{c}{\nu}$ |  |
| | Относительный показатель преломления: $n_{\text{отн}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$. | | |
| | Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред: | | |
| | $\nu_1 = \nu_2, n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$ | | |
| 3.6.5 | Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения: |  | |
| | $\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n_{\text{отн}}} = \frac{n_2}{n_1}$ | | |
| 3.6.6 | Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: $D = \frac{1}{F}$ | | |
| 3.6.7 | Формула тонкой линзы: | |  |
| | $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ | | |
| | Увеличение, даваемое линзой: | | |
| | $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d}$ | | |

| | | | |
|-----|--------|--|--|
| | | В случае рассеивающей линзы: | $D < 0 \Rightarrow F = \frac{1}{D} < 0,$ |
| | | $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d} < 1$ | |
| | 3.6.8 | Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах | |
| | 3.6.9 | Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система | |
| | 3.6.10 | Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников: | |
| | | максимумы – $\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}, m = 0, +/- 1, +/- 2, +/- 3, \dots,$ | |
| | | минимумы – $\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, m = 0, +/- 1, +/- 2, +/- 3, \dots$ | |
| | 3.6.11 | Дифракция света. Дифракционная решетка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решетку с периодом d : | |
| | | $d \sin \varphi_m = m\lambda, m = 0, +/- 1, +/- 2, +/- 3, \dots$ | |
| | 3.6.12 | Дисперсия света | |
| 4 | | КВАНТОВАЯ ФИЗИКА | |
| 4.1 | | КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ | |
| | 4.1.1 | Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$ | |
| | 4.1.2 | Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc.$ | |
| | | Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ | |
| | 4.1.3 | Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта | |
| | 4.1.4 | Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: | |
| | | $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}},$ | |

| | | |
|-----|-------|--|
| | | где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$ |
| | 4.1.5 | Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность |
| 4.2 | | ФИЗИКА АТОМА |
| | 4.2.1 | Планетарная модель атома |
| | 4.2.2 | Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой: |
| | | $h\nu_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_n - E_m $ |
| | 4.2.3 | Линейчатые спектры. |
| | | Спектр уровней энергии атома водорода: |
| | | $E_n = \frac{-13,6 \text{ эВ}}{n^2}, n = 1, 2, 3, \dots$ |
| 4.3 | | ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА |
| | 4.3.1 | Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы |
| | 4.3.2 | Радиоактивность. |
| | | Альфа-распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$. |
| | | Бета-распад. |
| | | Электронный β -распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e + \tilde{\nu}_e$. |
| | | Позитронный β -распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{-1}^0\tilde{e} + \nu_e$. |
| | | Гамма-излучение |
| | 4.3.3 | Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$. |
| | | Пусть m – масса радиоактивного вещества. Тогда $m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ |
| | 4.3.4 | Ядерные реакции. Деление и синтез ядер |