

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

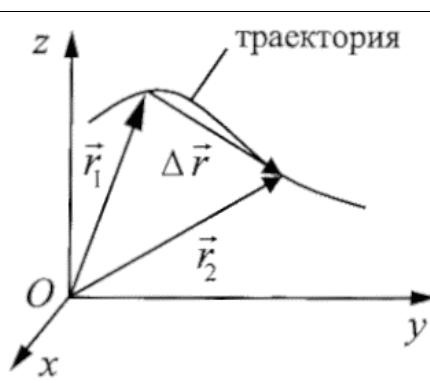
Для проведения единого государственного экзамена по физике (далее – ЕГЭ по физике) используется перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания.

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

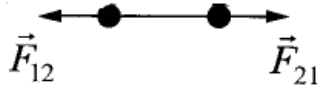
Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов
2	Владение основополагающими физическими 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,

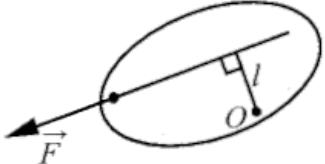
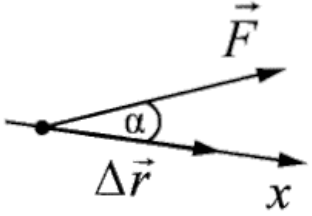
	проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов
6	Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного 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	<p>Материальная точка. Ее радиус-вектор:</p> $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t)),$ <p>траектория, перемещение:</p> $\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (\Delta x, \Delta y, \Delta z),$ <p>путь. Сложение перемещений:</p> $\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$
		
	1.1.3	<p>Скорость материальной точки:</p> $\vec{v} = \left. \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{r}'_t = (v_x, v_y, v_z),$ $v_x = \left. \frac{\Delta x}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0} = x'_t, \text{ аналогично } v_y = y'_t, v_z = z'_t.$ <p>Сложение скоростей: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_0$.</p> <p>Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $v_x(t)$</p>
	1.1.4	<p>Ускорение материальной точки: $\vec{a} = \left. \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}'_t = (a_x, a_y, a_z),$</p>

		$a_x = \left. \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \right _{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)_t', \text{ аналогично } a_y = (v_y)_t', a_z = (v_z)_t'.$	
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	

	<p>1.3.1 Момент силы относительно оси вращения: $\mathbf{M} = Fl$, где l – плечо силы \vec{F} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку</p>	
	<p>1.3.2 Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек: $\vec{r}_{\text{ц.м.}} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$. В однородном поле тяжести ($\vec{g} = \text{const}$) центр масс тела совпадает с его центром тяжести</p>	
	<p>1.3.3 Условия равновесия твердого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$</p>	
	<p>1.3.4 Закон Паскаля</p>	
	<p>1.3.5 Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $p = p_0 + \rho gh$</p>	
	<p>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</p>	
<p>1.4</p>	<p>ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ</p> <p>1.4.1 Импульс материальной точки: $\vec{p} = m\vec{v}$</p> <p>1.4.2 Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$</p> <p>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</p> <p>1.4.4 Работа силы на малом перемещении: $A = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta x$</p> <p>1.4.5 Мощность силы: если за время Δt работа силы изменяется на ΔA, то мощность силы</p>	

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

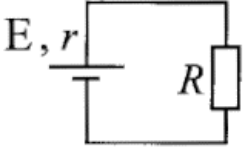
		$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{const}$
		<p>Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения:</p> $v_{max} = \omega A, a_{max} = \omega^2 A$
	1.5.2	<p>Период и частота колебаний: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$.</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):

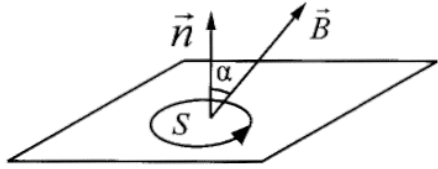
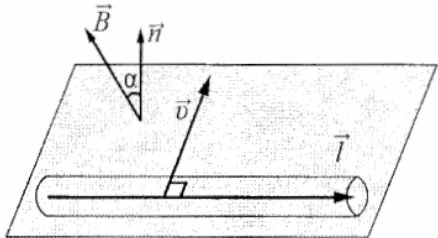
	$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \cdot \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right) = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\varepsilon_{\text{пост}}}$ <p>где m_0 – масса одной молекулы,</p> $n = \frac{N}{V}$ – концентрация молекул
2.1.7	Абсолютная температура: $T = t^\circ + 273 \text{ К}$
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:
	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Уравнение Менделеева – Клапейрона} \\ \text{Выражение для внутренней энергии} \end{array} \right.$
	Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):
	$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}$
	Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):
	$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_v T = \frac{3}{2} pV$
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):
	изотерма ($T = \text{const}$): $pV = \text{const}$,
	изохора ($V = \text{const}$): $\frac{p}{T} = \text{const}$,
	изобара ($p = \text{const}$): $\frac{V}{T} = \text{const}$
	Графическое представление изопроцессов на pV -, pT - и $V T$ -диаграммах.

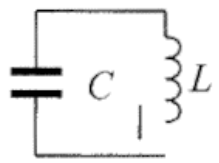
		Объединенный газовый закон:
		$\frac{pV}{T} = \text{const}$
		для постоянного количества вещества ν
	2.1.13	Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара
	2.1.14	Влажность воздуха. Относительная 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
	2.1.16	Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация
	2.1.17	Преобразование энергии в фазовых переходах
2.2		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:

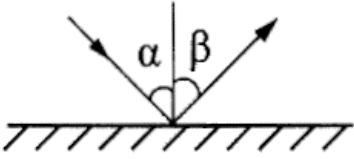
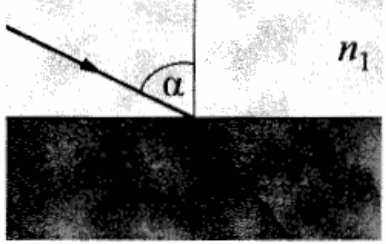
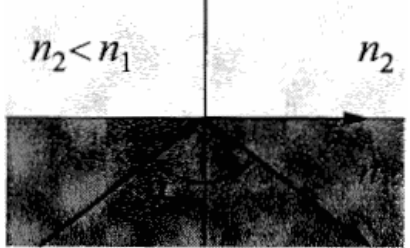
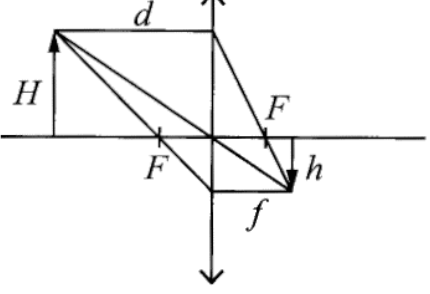
		$Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2 = -\Delta U_{12}$
	2.2.8	Второй закон термодинамики. Необратимые процессы
	2.2.9	Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{ Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}$
	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:
		$W = q\phi$.
		$A = -\Delta W$
		Потенциал электростатического поля: $\phi = \frac{W}{q}$.
		Связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$
3.1.6		Принцип суперпозиции электрических полей:
		$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$, $\phi = \phi_1 + \phi_2 + \dots$
3.1.7		Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$, внутри и на поверхности проводника $\phi = \text{const}$
3.1.8		Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ
3.1.9		Конденсатор. Электроемкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$.
		Электроемкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} = \epsilon C_0$
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:
		$U = U_1 + U_2 + \dots$, $q_1 = q_2 = \dots$, $\frac{1}{C_{\text{послед}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$
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:	
	$U = U_1 + U_2 + \dots, I_1 = I_2 = \dots, R_{\text{послед}} = R_1 + R_2 + \dots$	
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: $E_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = -\Phi'_t$	
	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 $ \mathbf{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:
		$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU^2_{\max}}{2} = \frac{LI^2_{\max}}{2} = \text{const}.$
	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	Законы отражения света. $\alpha = \beta$	
3.6.3	Построение изображений в плоском зеркале	
3.6.4	Законы преломления света. Преломление света: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$. Абсолютный показатель преломления: $n_{\text{абс}} = \frac{c}{v}$	
Относительный показатель преломления: $n_{\text{отн}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$.		
Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред:		
$v_1 = v_2, n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$		
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 $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кинmax}} = \frac{m\nu_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$
	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: ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$.
		Бета-распад.
		Электронный β -распад: ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}e + \tilde{\nu}_e$.
		Позитронный β -распад: ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_{-1}\tilde{e} + \nu_e$.
	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	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 42317836771792485663035445405658031430496979830

Владелец Галимова Татьяна Михайловна

Действителен с 30.03.2026 по 30.03.2027