

**Государственная итоговая аттестация по образовательным
программам среднего общего образования в форме
единого государственного экзамена (ЕГЭ)**

Кодификатор

проверяемых требований к результатам освоения основной
образовательной программы среднего общего образования
и элементов содержания для проведения
единого государственного экзамена
по ФИЗИКЕ

подготовлен федеральным государственным бюджетным
научным учреждением
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

**Кодификатор
проверяемых требований к результатам освоения основной
образовательной программы среднего общего образования и элементов
содержания для проведения единого государственного экзамена
по ФИЗИКЕ**

Кодификатор составлен на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС) (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утверждённый приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413») и федеральной образовательной программы среднего общего образования (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования»).

Кодификатор состоит из трёх разделов¹:

- раздел 1. «Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике»;
- раздел 2. «Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике»;
- раздел 3. «Отражение в содержании контрольных измерительных материалов личностных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования».

В кодификатор не включены требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементы содержания, достижение которых не может быть проверено в рамках государственной итоговой аттестации.

¹ Материалы разделов 1 и 2 включены в федеральную образовательную программу среднего общего образования (приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.10.2024 № 704 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства просвещения Российской Федерации, касающиеся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования»).

Раздел 1. Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике

В таблице 1 приведён перечень проверяемых требований к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, составленный на основе п. 8 ФГОС.

Таблица 1

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Познавательные УУД
1.1	Базовые логические действия
1.1.1	Устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения
1.1.2	Выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях
1.1.3	Самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне; определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения
1.1.4	Вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности
1.1.5	Развивать креативное мышление при решении жизненных проблем
1.2	Базовые исследовательские действия
1.2.1	Владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем
1.2.2	Овладение видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов
1.2.3	Формирование научного типа мышления, владение научной терминологией, ключевыми понятиями и методами
1.2.4	Выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения
1.2.5	Анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях
1.2.6	Уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности; уметь интегрировать знания из разных предметных областей; осуществлять целенаправленный поиск переноса средств и способов действия в профессиональную среду
1.2.7	Способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания; ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения; выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов
1.3	Работа с информацией
1.3.1	Владеть навыками получения информации из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1.3.2	Создавать тексты в различных форматах с учётом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации
1.3.3	Оценивать достоверность, легитимность информации, её соответствие правовым и морально-этическим нормам
1.3.4	Использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности
1.3.5	Владеть навыками распознавания и защиты информации, информационной безопасности личности
2	Коммуникативные УУД
2.1	Общение
2.1.1	Осуществлять коммуникации во всех сферах жизни; владеть различными способами общения и взаимодействия
2.1.2	Развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств
2.1.3	Аргументированно вести диалог
3	Регулятивные УУД
3.1	Самоорганизация
3.1.1	Самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях; давать оценку новым ситуациям
3.1.2	Самостоятельно составлять план решения проблемы с учётом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений; делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение; оценивать приобретённый опыт; способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в разных областях знаний
3.2	Самоконтроль
3.2.1	Давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям
3.2.2	Владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований; использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения; уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению
3.3	Эмоциональный интеллект , предполагающий сформированность: саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей

В таблице 2 приведён перечень проверяемых требований к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, составленный на основе п. 9.12 ФГОС. Проверяемые требования к предметным результатам соотнесены с метапредметными результатами (из таблицы 1).

Таблица 2

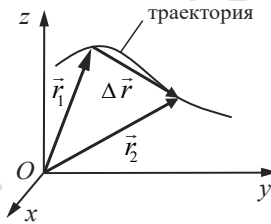
Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе ФГОС	Уровень предметных требований ФГОС	Метапредметный результат
1	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов	БУ, УУ	МП 1.1.2; 1.1.3
2	Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы	БУ, УУ	МП 1.1.1–1.1.5
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	БУ, УУ	МП 1.1.1–1.1.5; 1.2.3
4	Сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений)	БУ, УУ	МП 1.1.1–1.1.5
5	Сформированность умения решать расчётные 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 расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов	БУ, УУ	МП 1.1.1–1.1.5
6	Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления	БУ, УУ	МП 1.1.1–1.1.5

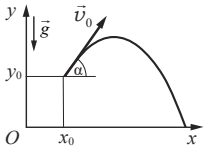
Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе ФГОС	Уровень предметных требований ФГОС	Метапредметный результат
7	Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить 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	БУ, УУ	МП 1.2.1–1.2.7
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	БУ, УУ	МП 1.2.1–1.2.7
9	Овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации	БУ, УУ	МП 1.3.1–1.3.5
10	Сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих на звёздах, в звёздных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звёзд и Вселенной	БУ, УУ	МП 1.1.1–1.1.5

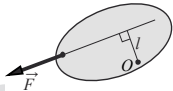
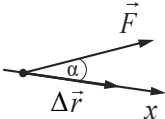
Раздел 2. Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике

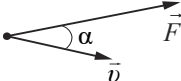
В таблице 3 приведён перечень проверяемых элементов содержания, составленный на основе федеральной образовательной программы среднего общего образования по физике.

Таблица 3

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
1	МЕХАНИКА		
1.1	КИНЕМАТИКА		
1.1.1	1.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта	БУ, УУ
1.1.2	1.1.2	Материальная точка. Её 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: $\Delta \vec{r}_1 = \Delta \vec{r}_2 + \Delta \vec{r}_0$ 	БУ, УУ
1.1.3	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 $v_x(t)$	БУ, УУ
1.1.4	1.1.4	Ускорение материальной точки: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}'_t = (a_x, a_y, a_z)$, $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)_t'$, аналогично $a_y = (v_y)_t', a_z = (v_z)_t'$	БУ, УУ
1.1.5	1.1.5	Равномерное прямолинейное движение: $x(t) = x_0 + v_{0x}t$ $v_x(t) = v_{0x} = \text{const}$	БУ, УУ
1.1.6	1.1.6	Равноускоренное прямолинейное движение: $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$ $a_x = \text{const}$	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$ 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: $\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$ $\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$ $\begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$ 	УУ
	1.1.8	Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. При равномерном движении точки по окружности $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $\omega = 2\pi\nu, T = \frac{2\pi R}{v}$ Центростремительное ускорение точки: $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}, a_{\text{цс}} = \omega^2 R$ Полное ускорение материальной точки	БУ, УУ
	1.1.9	Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела	УУ
1.2	ДИНАМИКА		
	1.2.1	Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея	БУ, УУ
	1.2.2	Масса тела. Плотность вещества: $\rho = \frac{m}{V}$	БУ, УУ
	1.2.3	Сила. Принцип суперпозиции сил: $\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$	БУ, УУ
	1.2.4	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО $\vec{F} = m\vec{a}$; $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ при $\vec{F} = \text{const}$	БУ, УУ
	1.2.5	Третий закон Ньютона для материальных точек: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ 	БУ, УУ
	1.2.6	Закон всемирного тяготения: модуль сил притяжения между точечными массами равен $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0: $mg = \frac{GMm}{(R_0 + h)^2}$	БУ, УУ

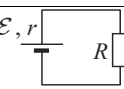
Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
	1.2.7	Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$ Вес тела	БУ, УУ
	1.2.8	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: $F_{\text{тр}} = \mu N$. Сила трения покоя: $F_{\text{тр}} \leq \mu N$. Коэффициент трения	БУ, УУ
	1.2.9	Давление: $p = \frac{F_{\perp}}{S}$	БУ, УУ
1.3	СТАТИКА		
	1.3.1	Момент силы относительно оси вращения: $ M = Fl$, где l – плечо силы $\vec{F}$ относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку 	БУ, УУ
	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	УУ
	1.3.3	Условия равновесия твёрдого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$	УУ
	1.3.4	Закон Паскаля	БУ, УУ
	1.3.5	Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $p = p_0 + \rho gh$	БУ, УУ
	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	БУ, УУ
1.4	ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ		
	1.4.1	Импульс материальной точки: $\vec{p} = m\vec{v}$	БУ, УУ
	1.4.2	Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$	БУ, УУ
	1.4.3	Закон изменения и сохранения импульса: в ИСО $\Delta \vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = \vec{F}_{1\text{внешн}} \Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}} \Delta t + \dots$; в ИСО $\Delta \vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = 0$, если $\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{внешн}} + \dots = 0$ Реактивное движение	БУ, УУ
	1.4.4	Работа силы на малом перемещении: $A = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta x$ 	БУ, УУ

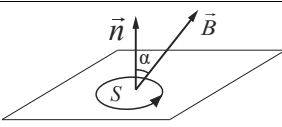
Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
	1.4.5	Мощность силы: если за время Δt сила совершает работу ΔA, то мощность силы $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$ 	БУ, УУ
	1.4.6	Кинетическая энергия материальной точки: $E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$; $E_{\text{кин}} = \frac{p^2}{2m}$. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО $\Delta E_{\text{кин}} = A_1 + A_2 + \dots$	БУ, УУ
	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: $E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$	БУ, УУ
	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 $A_{\text{всех непотенц. сил}} = 0$	БУ, УУ
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 $k = m\omega^2$. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии): $\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{const}$ Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения: $v_{\text{max}} = \omega A$, $a_{\text{max}} = \omega^2 A$, $a_{\text{max}} = \omega v_{\text{max}}$.	БУ, УУ
	1.5.2	Период и частота колебаний: $T = \frac{2\pi}{\omega}$, $T = \frac{1}{\nu}$. Период малых свободных колебаний математического маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Период свободных колебаний пружинного маятника:	БУ, УУ

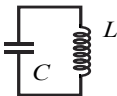
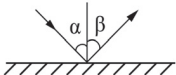
Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ Циклические частоты математического и пружинного маятников: $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.	
	1.5.3	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая	УУ
	1.5.4	Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны: $\lambda = vT$, $\lambda = \frac{v}{\nu}$. Интерференция и дифракция волн	БУ, УУ
	1.5.5	Звук. Скорость звука	БУ, УУ
2	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА		
2.1	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА		
	2.1.1	Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Пусть термодинамическая система (тело) состоит из N одинаковых молекул. Тогда количество вещества: $\nu = \frac{N}{N_A}$, $\nu = \frac{m}{\mu}$, где N_A – число Авогадро, m – масса системы (тела), μ – молярная масса вещества	БУ, УУ
	2.1.2	Тепловое движение атомов и молекул вещества	БУ, УУ
	2.1.3	Взаимодействие частиц вещества	БУ, УУ
	2.1.4	Диффузия. Броуновское движение	БУ, УУ
	2.1.5	Модель идеального газа в МКТ	БУ, УУ
	2.1.6	Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ): $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}, p = \frac{2}{3} n \cdot \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right), p = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\varepsilon_{\text{пост}}}, \text{ где } m_0 = \frac{\mu}{N_A} - \text{масса одной молекулы, } n = \frac{N}{V} - \text{концентрация молекул}$	БУ, УУ
	2.1.7	Абсолютная температура: $T = t^\circ + 273 \text{ К}$	БУ, УУ
	2.1.8	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул: $\overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right), \overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \frac{3}{2} kT$	БУ, УУ
	2.1.9	Уравнение $p = nkT$	БУ, УУ
	2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике: { Уравнение Менделеева – Клапейрона { Выражение для внутренней энергии Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи): $pV = \frac{m}{\mu} RT, pV = \nu RT, pV = NkT, p = \frac{\rho RT}{\mu}.$	БУ, УУ

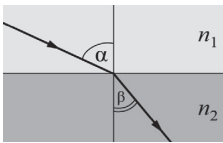
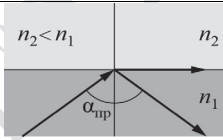
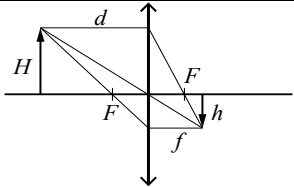
Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		$\frac{pV}{T} = \text{const}$, при $v = \text{const}$. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи): $U = \frac{3}{2} \nu RT$, $U = \frac{3}{2} NkT$, $U = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT$, $U = \nu c_v T$, $U = \frac{3}{2} pV$	
	2.1.11	Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 + \dots$	БУ, УУ
	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 VT -диаграммах	БУ, УУ
	2.1.13	Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара	БУ, УУ
	2.1.14	Влажность воздуха. Относительная влажность: $\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыщ. пара}}(T)}$, $\varphi = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{насыщ. пара}}(T)}$	БУ, УУ
	2.1.15	Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости	БУ, УУ
	2.1.16	Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация	БУ, УУ
	2.1.17	Преобразование энергии в фазовых переходах	БУ, УУ
2.2	ТЕРМОДИНАМИКА		
	2.2.1	Тепловое равновесие и температура	БУ, УУ
	2.2.2	Внутренняя энергия	БУ, УУ
	2.2.3	Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение	БУ, УУ
	2.2.4	Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества c : $Q = cm\Delta T$	БУ, УУ
	2.2.5	Удельная теплота парообразования L : $Q = Lm$. Удельная теплота плавления λ : $Q = \lambda m$. Удельная теплота сгорания топлива q : $Q = qm$	БУ, УУ
	2.2.6	Элементарная работа в термодинамике: $A = p\Delta V$. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме	БУ, УУ
	2.2.7	Первый закон термодинамики: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		Адиабата: $Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2 = -\Delta U_{12}$	
	2.2.8	Второй закон термодинамики. Необратимые процессы	БУ, УУ
	2.2.9	Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}}, \eta = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}, \eta = 1 - \frac{ Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}$	БУ, УУ
	2.2.10	Максимальное значение КПД. Цикл Карно: $\max \eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}, \max \eta = \eta_{\text{Карно}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$	БУ, УУ
	2.2.11	Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$	БУ, УУ
3	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА		
3.1	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ		
	3.1.1	Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда	БУ, УУ
	3.1.2	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: в однородном веществе с диэлектрической проницаемостью ϵ $F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{\epsilon r^2}, F = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2}$	БУ, УУ
	3.1.3	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды	БУ, УУ
	3.1.4	Напряжённость 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 напряжённости этих полей	БУ, УУ
	3.1.5	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение: $A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2), A_{12} = -q\Delta\varphi, A_{12} = qU$. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: $W = q\varphi$. $A = -\Delta W$ Потенциал электростатического поля: $\varphi = \frac{W}{q}$. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$	БУ, УУ
	3.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots, \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$	БУ, УУ
	3.1.7	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$, внутри и на поверхности проводника $\varphi = \text{const}$	УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
	3.1.8	Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ	УУ
	3.1.9	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$. Электроёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$. Электроёмкость плоского воздушного конденсатора: $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$	БУ, УУ
	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: $U = U_1 + U_2 + \dots$, $q_1 = q_2 = \dots$, $\frac{1}{C_{\text{послед}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$	УУ
	3.1.11	Энергия заряженного конденсатора: $W_c = \frac{qU}{2}$, $W_c = \frac{CU^2}{2}$, $W_c = \frac{q^2}{2C}$	БУ, УУ
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 $q = It$	БУ, УУ
	3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС $\mathcal{E}$	БУ, УУ
	3.2.3	Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$	БУ, УУ
	3.2.4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $R = \rho \frac{l}{S}$	БУ, УУ
	3.2.5	Источники тока. ЭДС источника тока: $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$. Внутреннее сопротивление источника тока	БУ, УУ
	3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: $\mathcal{E} = IR + Ir$, откуда $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ 	БУ, УУ
	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: $U = U_1 + U_2 + \dots$, $I_1 = I_2 = \dots$, $R_{\text{послед}} = R_1 + R_2 + \dots$	БУ, УУ
	3.2.8	Работа постоянного электрического тока: $A = IUt$. Закон Джоуля – Ленца: $Q = I^2 Rt$.	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		На резисторе $R: Q = A = I^2 R t$, $Q = A = I U t$, $Q = A = \frac{U^2}{R} t$	
	3.2.9	Мощность электрического тока: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = I U$. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P = I^2 R$, $P = \frac{U^2}{R}$, $P = I U$. Мощность источника тока: $P_{\varepsilon} = \frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \varepsilon I$	БУ, УУ
	3.2.10	Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод	УУ
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	БУ, УУ
	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	БУ, УУ
	3.3.3	Сила Ампера, её направление и величина: $F_A = I B l \sin \alpha$, где α – угол между направлением проводника и вектором $\vec{B}$	БУ, УУ
	3.3.4	Сила Лоренца, её направление и величина: $F_{\text{Лор}} = q v B \sin \alpha$, где α – угол между векторами $\vec{v}$ и $\vec{B}$. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле	БУ, УУ
3.4	ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ		
	3.4.1	Поток вектора магнитной индукции: $\Phi = B_n S = B S \cos \alpha$ 	БУ, УУ
	3.4.2	Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции	БУ, УУ
	3.4.3	Закон электромагнитной индукции Фарадея: $\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = - \Phi'_i$	БУ, УУ
	3.4.4	ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l , движущемся со скоростью	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		$\vec{v}$ ($\vec{v} \perp \vec{l}$) в однородном магнитном поле B : $ \mathcal{E}_i = Blv \sin \alpha$, где α – угол между вектором $\vec{B}$ и плоскостью, в которой лежат векторы $\vec{l}$ и $\vec{v}$; если $\vec{l} \perp \vec{B}$ и $\vec{v} \perp \vec{B}$, то $ \mathcal{E}_i = Blv$	
	3.4.5	Правило Ленца	БУ, УУ
	3.4.6	Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$, или $\Phi = LI$. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции: $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = -LI'_t$	БУ, УУ
	3.4.7	Энергия магнитного поля катушки с током: $W_L = \frac{LI^2}{2}$, $W_L = \frac{\Phi^2}{2L}$.	БУ, УУ
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 $\omega = \frac{2\pi}{T}$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре: $q_{\max} = \frac{I_{\max}}{\omega}$	БУ, УУ
	3.5.2	Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} = \text{const.}$	БУ, УУ
	3.5.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс	УУ
	3.5.4	Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии	УУ
	3.5.5	Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$	БУ, УУ
	3.5.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту	БУ, УУ
3.6	ОПТИКА		
	3.6.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света	БУ, УУ
	3.6.2	Законы отражения света. $\alpha = \beta$ 	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
	3.6.3	Построение изображений в плоском зеркале	БУ, УУ
	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: $n_{\text{отн}} = \frac{n_2}{n_1}$, $n_{\text{отн}} = \frac{v_1}{v_2}$. Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред: $v_1 = v_2$, $n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$ 	БУ, УУ
	3.6.5	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения:  $\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n_{\text{отн}}}$, $\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{n_2}{n_1}$	УУ
	3.6.6	Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: $D = \frac{1}{F}$	БУ, УУ
	3.6.7	Формула тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$. Увеличение, даваемое линзой: $\Gamma = \frac{h}{H}$, $\Gamma = \frac{ f }{d}$. В случае рассеивающей линзы: $\Gamma = \frac{h}{H} < 1$, $\Gamma = \frac{ f }{d} < 1$ $D < 0 \Rightarrow F = \frac{1}{D} < 0$, 	БУ, УУ
	3.6.8	Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах	УУ
	3.6.9	Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система	БУ, УУ
	3.6.10	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников: максимумы – $\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}$, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$,	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
		минимумы – $\Delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2}, m=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$	
	3.6.11	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d : $d \sin \varphi_m = m\lambda, m=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$	БУ, УУ
	3.6.12	Дисперсия света	БУ, УУ
4	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА		
4.1	КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ		
	4.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$	БУ, УУ
	4.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu, E = \frac{hc}{\lambda}, E = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c}, p = \frac{h\nu}{c}, p = \frac{h}{\lambda}$	БУ, УУ
	4.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта	УУ
	4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин макс}},$ где $E_{\text{фотона}} = h\nu, E_{\text{фотона}} = \frac{hc}{\lambda}, A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}}, A_{\text{выхода}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}},$ $E_{\text{кин макс}} = \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}, E_{\text{кин макс}} = eU_{\text{зап}}$	БУ, УУ
	4.1.5	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность	УУ
4.2	ФИЗИКА АТОМА		
	4.2.1	Планетарная модель атома	БУ, УУ
	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}}, h\nu_{mn} = E_n - E_m $	БУ, УУ
	4.2.3	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода: $E_n = \frac{-13,6 \text{ эВ}}{n^2}, n=1, 2, 3, \dots$	БУ, УУ
4.3	ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА		
	4.3.1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы	БУ, УУ
	4.3.2	Радиоактивность. Альфа-распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}.$ Бета-распад. Электронный β -распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^{A-1}Y + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}_e.$ Позитронный β -распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^{A-1}Y + {}_{+1}^0e + \nu_e.$ Гамма-излучение	БУ, УУ

Код раздела / темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы
	4.3.3	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$. Пусть m – масса радиоактивного вещества. Тогда $m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$	БУ, УУ
	4.3.4	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер	БУ, УУ

Раздел 3. Отражение в содержании контрольных измерительных материалов личностных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования

Личностные результаты освоения основной образовательной программы обучающимися на основе ФГОС отражают готовность и способность обучающихся руководствоваться сформированной внутренней позицией личности, системой ценностных ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации основных направлений воспитательной деятельности.

Содержание и результаты выполнения заданий ЕГЭ связаны в том числе с достижением обучающимися следующих личностных результатов освоения основной образовательной программы.

В части *трудового воспитания*:

- интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
- готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни.

В части *экологического воспитания*:

- сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;
- планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;
- расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике.

В части *принятия ценности научного познания*:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;
- осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

Личностные результаты, обеспечивающие адаптацию обучающегося к изменяющимся условиям социальной и природной среды:

- способность действовать в условиях неопределённости, повышать уровень своей компетентности через практическую деятельность, в том числе умение учиться у других людей, осознавать в совместной деятельности новые знания, навыки и компетенции из опыта других;
- навык выявления и связывания образов, способность формирования новых знаний, в том числе способность формулировать идеи, понятия, гипотезы об объектах и явлениях, в том числе ранее не известных, осознавать дефициты собственных знаний и компетентностей, планировать своё развитие;

- умение распознавать конкретные примеры понятия по характерным признакам, выполнять операции в соответствии с определением и простейшими свойствами понятия, конкретизировать понятие примерами, использовать понятие и его свойства при решении задач (далее – оперировать понятиями), а также оперировать терминами и представлениями в области концепции устойчивого развития;
- умение анализировать и выявлять взаимосвязи природы, общества и экономики;
- умение оценивать свои действия с учётом влияния на окружающую среду, достижений целей и преодоления вызовов, возможных глобальных последствий;
- способность обучающихся осознавать стрессовую ситуацию, оценивать происходящие изменения и их последствия;
- воспринимать стрессовую ситуацию как вызов, требующий контрмер;
- оценивать ситуацию стресса, корректировать принимаемые решения и действия;
- формулировать и оценивать риски и последствия, формировать опыт, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации;
- быть готовым действовать в отсутствие гарантий успеха.