

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 проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике (далее – кодификатор) является одним из документов, определяющих структуру и содержание контрольных измерительных материалов (далее – КИМ). Кодификатор является систематизированным перечнем проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания, в котором каждому объекту соответствует определённый код.

Кодификатор показывает преемственность между положениями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее – ФГОС СОО) (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 с изменениями, внесёнными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.12.2014 № 1645, от 31.12.2015 № 1578, от 29.06.2017 № 613, приказами Министерства просвещения Российской Федерации от 24.09.2020 № 519, от 11.12.2020 № 712) и федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки Российской Федерации от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования» с изменениями, внесёнными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.06.2008 № 164, от 31.08.2009 № 320, от 19.10.2009 № 427, от 10.11.2011 № 2643, от 24.01.2012 № 39, от 31.01.2012 № 69, от 23.06.2015 № 609, от 07.06.2017 № 506) по физике.

Кодификатор состоит из двух разделов:

- 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».

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.

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

Перечень требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования показывает преемственность требований к уровню подготовки выпускников на основе федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (базовый и профильный уровни) по физике и требований ФГОС СОО к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, достижение которых проверяется в ходе ЕГЭ.

Таблица 1

Код контролируемого требования	Требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
	Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего общего образования	ФГОС СОО	
		базовый уровень	углублённый уровень
1	Знать/понимать:		
1.1	смысл физических понятий	– сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач; – владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой	– сформированность системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях; – владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой
1.2	смысл физических величин		
1.3	смысл физических законов, принципов, постулатов		
2	Уметь:		
2.1	описывать и объяснять физические явления и свойства тел	– владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями;	– владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями;

Код контролируемого требования	Требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
	Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего общего образования	ФГОС СОО	
		базовый уровень	углублённый уровень
		ми; уверенное пользование физической терминологией и символикой	уверенное пользование физической терминологией и символикой ¹
2.2	описывать и объяснять результаты экспериментов; описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики	– сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни	– сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни
2.3	приводить примеры практического применения физических знаний, законов физики		
2.4	определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле; продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа	– сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников	– сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников
2.5.1	отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория даёт возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать ещё не известные явления	– владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы	– владение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования
2.5.2	приводить примеры опытов, иллюстрирующих, что: наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория даёт		

¹ Здесь и далее включён результат обучения на базовом уровне, так как п. 9.6 ФГОС предполагает, что «требования к предметным результатам освоения углублённого курса физики должны включать требования к результатам освоения базового курса».

Код контроли- руемого требова- ния	Требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
	Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего общего образования	ФГОС СОО	
		базовый уровень	углублённый уровень
	возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать ещё не известные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и физические теории имеют свои определённые границы применимости		
2.5.3	измерять физические величины, представлять результаты измерений с учётом их погрешностей		– владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата
2.6	применять полученные знания для решения физических задач	– сформированность умения решать физические задачи	– сформированность умения решать физические задачи
3	Использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни:		
3.1	для обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; оценки влияния загрязнения окружающей среды на организм человека и другие организмы; рационального природопользования и охраны окружающей среды	– сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни	– сформированность умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями

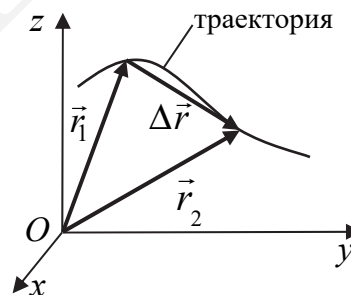
Код контроли- руемого требова- ния	Требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
	Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего общего образования	ФГОС СОО	
		базовый уровень	углублённый уровень
3.2	для определения собственной позиции по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде	– сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников	– сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности

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

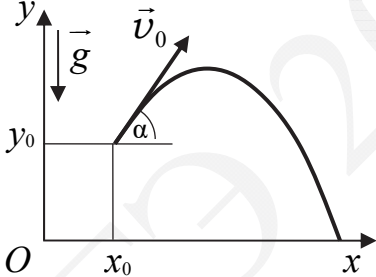
Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике, демонстрирует преемственность содержания раздела «Обязательный минимум содержания основных образовательных программ» федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по физике и Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).


Таблица 2

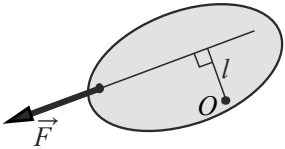
Код раздела	Код контроли- руемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
1	МЕХАНИКА			
1.1	КИНЕМАТИКА			
	1.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта	+	+
	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: $\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$ <div></div>	+	+

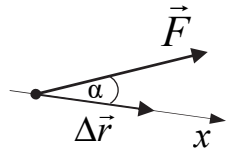
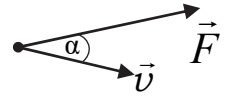


Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	1.1.3	<p>Скорость материальной точки:</p> $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{r}'_t = (v_x, v_y, v_z),$ $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = x'_t, \text{ аналогично } v_y = y'_t, v_z = z'_t.$ <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: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}'_t = (a_x, a_y, a_z),$</p> $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)_t', \text{ аналогично } a_y = (v_y)_t', a_z = (v_z)_t'.$	+	+
	1.1.5	<p>Равномерное прямолинейное движение:</p> $x(t) = x_0 + v_{0x}t$ $v_x(t) = v_{0x} = \text{const}$	+	+
	1.1.6	<p>Равноускоренное прямолинейное движение:</p> $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$ $a_x = \text{const}$ $v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$ <p>При движении в одном направлении путь $S = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t$</p>	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	1.1.7	<p>Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту:</p>  $\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ \begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases} \\ \begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases} \end{cases}$	–	+
	1.1.8	<p>Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$. При равномерном движении точки по окружности $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$. Центробежное ускорение точки: $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$</p>	+	+
	1.1.9	Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела	–	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
1.2	ДИНАМИКА			
	1.2.1	Инерциальные системы отсчёта. 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 R_0 : $mg = \frac{GMm}{(R_0 + h)^2}$	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	1.2.7.1	Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость: $v_{1к} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$	+	+
	1.2.7.2	Вторая космическая скорость: $v_{2к} = \sqrt{2}v_{1к} = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}$	–	+
	1.2.8	Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$	+	+
	1.2.9	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: $F_{тр} = \mu N$ Сила трения покоя: $F_{тр} \leq \mu N$ Коэффициент трения	+	+
	1.2.10	Давление: $p = \frac{F_{\perp}}{S}$	+	+
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 	–	+
	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	–	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	1.3.3	Условия равновесия твёрдого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$	—	+
	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 $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = \vec{F}_{1\text{внешн}} \Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}} \Delta t + \dots$; в ИСО $\Delta\vec{p} \equiv \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = 0$, если $\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{внешн}} + \dots = 0$	+	+
	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 $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$ 	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	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.	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
		<p>Динамическое описание:</p> $ma_x = -kx, \text{ где } k = m\omega^2. \text{ Это значит, что } F_x = -kx.$ <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 её 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: $\lambda = vT = \frac{v}{\nu}$.</p> <p>Интерференция и дифракция волн</p>	+	+
	1.5.5	Звук. Скорость звука	+	+

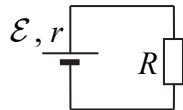
Код раздела	Код контроли- руемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
2	МОЛЕКУЛЯРНАЯ 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 $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$, где N_A – число Авогадро, m – масса системы (тела), μ – молярная масса вещества	+	+
	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: молекулы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом	+	+
	2.1.6	Связь между давлением и средней кинетической энергией посту- пательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ): $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \cdot \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right) = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\epsilon_{\text{пост}}}$, где m_0 – масса одной молекулы, $n = \frac{N}{V}$ – концентрация молекул	+	+
	2.1.7	Абсолютная температура: $T = t^{\circ} + 273 \text{ К}$	+	+
	2.1.8	Связь температуры газа со средней кинетической энергией посту- пательного теплового движения его молекул: $\overline{\epsilon_{\text{пост}}} = \left(\frac{m_0 \overline{v^2}}{2} \right) = \frac{3}{2} kT$	+	+
	2.1.9	Уравнение $p = nkT$	+	+
	2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике:	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
		{ Уравнение Менделеева – Клапейрона { Выражение для внутренней энергии 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 VT - диаграммах	+	+
	2.1.13	Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма 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	+	+

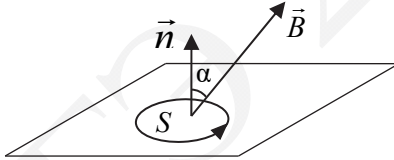
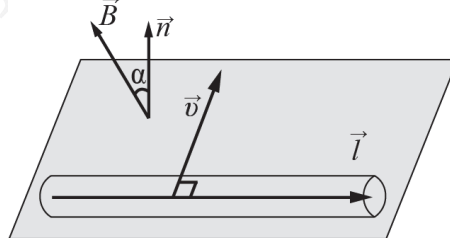
Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	2.1.16	Изменение 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 теплоёмкость 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 тока. Необратимые процессы	+	+
	2.2.9	Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{ Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}$	+	+

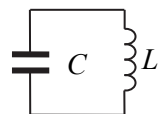
Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	2.2.10	Максимальное 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 её 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	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	+	+
	3.1.5	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение: $A_{12} = q(\phi_1 - \phi_2) = -q\Delta\phi = qU$. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: $W = q\phi$. $A = -\Delta W$	+	+

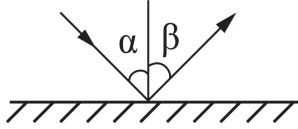
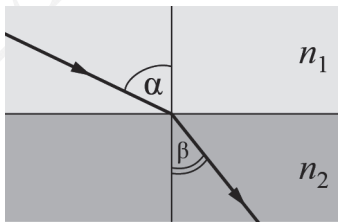
Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
		Потенциал электростатического поля: $\varphi = \frac{W}{q}$. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$		
	3.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots, \quad \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$	+	+
	3.1.7	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$, внутри и на поверхности проводника $\varphi = const$	—	+
	3.1.8	Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ	—	+
	3.1.9	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$. Электроёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \epsilon C_0$	+	+
	3.1.10	Параллельное соединение конденсаторов: $q = q_1 + q_2 + \dots, \quad U_1 = U_2 = \dots, \quad C_{\text{паралл}} = C_1 + C_2 + \dots$ Последовательное соединение конденсаторов: $U = U_1 + U_2 + \dots, \quad q_1 = q_2 = \dots, \quad \frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$	—	+
	3.1.11	Энергия заряженного конденсатора: $W_C = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$	+	+

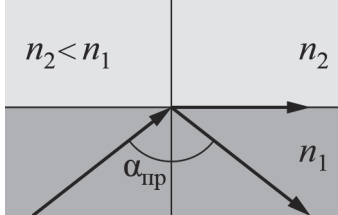
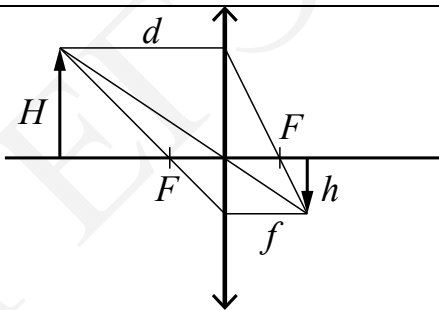
Код раздела	Код контроли- руемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
3.2	ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА			
	3.2.1	Сила тока: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0}$. Постоянный ток: $I = const$ Для постоянного тока $q = It$	+	+
	3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС \mathcal{E}	+	+
	3.2.3	Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$	+	+
	3.2.4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления одно- родного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $R = \rho \frac{l}{S}$	+	+
	3.2.5	Источники тока. ЭДС источника тока: $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$. Внутреннее сопротивление источника тока	+	+
	3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: $\mathcal{E} = IR + Ir$, откуда $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ <div>\mathcal{E}, r </div>	+	+
	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: $U = U_1 + U_2 + \dots, I_1 = I_2 = \dots, R_{\text{посл}} = R_1 + R_2 + \dots$	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	3.2.8	Работа электрического тока: $A = IUt$ Закон Джоуля – Ленца: $Q = I^2 Rt$ На резисторе R : $Q = A = I^2 Rt = IUt = \frac{U^2}{R} t$	+	+
	3.2.9	Мощность электрического тока: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = IU$. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = IU$. Мощность источника тока: $P_{\varepsilon} = \frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \varepsilon I$	+	+
	3.2.10	Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых 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, её направление и величина: $F_A = IB \sin \alpha$, где α – угол между направлением проводника и вектором \vec{B}	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	3.3.4	Сила Лоренца, её 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: $\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = -\Phi'_i$	+	+
	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 : $ \mathcal{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 $ \mathcal{E}_i = Blv$ 	+	+
	3.4.5	Правило Ленца	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	3.4.6	Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$, или $\Phi = LI$. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции: $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = -LI'_t$	+	+
	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: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} = const$	+	+
	3.5.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс	–	+
	3.5.4	Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии	–	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
3.6	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	+	+
	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: $v_1 = v_2$, $n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$ 	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы			
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО		
			базовый уровень	углублённый уровень	
	3.6.5	<p>Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения:</p> $\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n_{\text{отн}}} = \frac{n_2}{n_1}$ 	—	+	
	3.6.6	<p>Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: $D = \frac{1}{F}$</p>	+	+	
	3.6.7	<p>Формула тонкой линзы:</p> $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ <p>Увеличение, даваемое линзой:</p> $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d}$ <p>В случае рассеивающей линзы</p> $D < 0 \Rightarrow F = \frac{1}{D} < 0$ $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d} < 1$ 	+	+	
	3.6.8	<p>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</p>	—	+	
	3.6.9	<p>Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система</p>	+	+	
	3.6.10	<p>Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников:</p>	+	+	

Код раздела	Код контроли- руемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
		максимумы – $\Delta = 2m\frac{\lambda}{2}, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots,$ минимумы – $\Delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$		
	3.6.11	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения глав- ных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d : $d \sin \varphi_m = m\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$	+	+
	3.6.12	Дисперсия света	+	+
	4	ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ		
	4.1	Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относи- тельности Эйнштейна	+	+
	4.2	Энергия свободной частицы: $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Импульс частицы: $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.	–	+
	4.3	Связь массы и энергии свободной частицы: $E^2 - (pc)^2 = (mc^2)^2$. Энергия покоя свободной частицы: $E_0 = mc^2$	–	+
	5	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА		
5.1	КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ			
	5.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	5.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$	+	+
	5.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта	—	+
	5.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$, где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$	+	+
	5.1.5	Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$. Корпускулярно-волновой дуализм	+	+
	5.1.6	Дифракция электронов на кристаллах	—	+
	5.1.7	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность	—	+
5.2	ФИЗИКА АТОМА			
	5.2.1	Планетарная модель атома	+	+
	5.2.2	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 $	+	+

Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы		
		Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования	Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО	
			базовый уровень	углублённый уровень
	5.2.3	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода: $E_n = \frac{-13,6 \text{ эВ}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$	+	+
	5.2.4	Лазер	–	+
5.3	ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА			
	5.3.1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы	+	+
	5.3.2	Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы	+	+
	5.3.3	Дефект массы ядра A_ZX : $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{\text{ядра}}$	+	+
	5.3.4	Радиоактивность. Альфа-распад: ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$. Бета-распад. Электронный β -распад: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$. Позитронный β -распад: ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}\bar{e} + \nu_e$. Гамма-излучение	+	+
	5.3.5	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ Пусть m – масса радиоактивного вещества. Тогда $m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$	+	+
	5.3.6	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер	+	+