

**КВАНТОВАЯ ФИЗИКА.  
ИНТЕГРИРОВАННОЕ ЗАДАНИЕ.  
ЗАДАНИЯ НА ПРОВЕРКУ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ УМЕНИЙ**

**Какие позиции кодификатора элементов содержания проверяет**

В экзаменационной работе содержательные элементы из раздела «Квантовая физика» проверяются заданиями 16 и 17 части 1.

Ниже представлена таблица, составленная на основе Кодификатора проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике в 2024 году<sup>1</sup>. В таблицу включены все элементы содержания по разделу «Квантовая физика», которые будут проверяться в КИМ текущего года.

<b>КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ</b>	
<i>КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ</i>	
1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$
2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$ Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$
3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$ , где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ , $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$ , $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$
<i>ФИЗИКА АТОМА</i>	
1	Планетарная модель атома
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 $
3	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода: $E_n = \frac{-13,6 \text{ эВ}}{n^2}$ , $n = 1, 2, 3, \dots$
<i>ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА</i>	
1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
2	Радиоактивность. Альфа-распад: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$ Бета-распад. Электронный $\beta$ -распад: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e + \bar{\nu}_e$ Позитронный $\beta$ -распад: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1} \tilde{e} + \nu_e$ Гамма-излучение
3	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

<sup>1</sup> На сайте ФГБНУ «ФИПИ» <https://fipi.ru> в соответствующем разделе размещены демоверсии, спецификации и кодификаторы КИМ ЕГЭ 2024 г. В архиве с материалами по физике присутствует Кодификатор проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

4	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер
---	--

### Что нужно знать/уметь по теме

Ниже приведены описания проверяемых элементов содержания и умений, которые необходимо проявить при выполнении заданий 16 и 17 части 1, а также примеры заданий этих линий из открытого банка заданий ЕГЭ.

Задание 16 – с кратким ответом в виде числа, требует проведения минимальных расчетов и оценивается 1 баллом.

В задании 17 необходимо проанализировать описанный процесс и определить характер изменения двух физических величин, характеризующих этот процесс или установить соответствие между графиками и физическими величинами или между формулами и физическими величинами, описывающими этот процесс. Задание оценивается максимально 2 баллами.

#### Задание 16

№	Что нужно знать	Что нужно уметь
1	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра.	Используя обозначение нейтрального атома ${}^A_Z X$ или Периодическую систему элементов Д.И. Менделеева, определять число электронов в оболочке нейтрального атома, число нуклонов, число протонов и число нейтронов в ядре
2	Альфа-распад, бета-распад. Ядерные реакции.	Используя свойство сохранения заряда и числа нуклонов в ядерных реакциях, определять заряд и массовое число ядра неизвестного элемента в ядерной реакции, а также ядра, образовавшегося в результате альфа- и бета-распада указанного ядра

#### Задание 17

Что нужно знать	Что нужно уметь
Корпускулярно-волновой дуализм. Физика атома. Физика атомного ядра	Анализировать процессы, представленные в виде графиков или словесного описания: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс. Устанавливать соответствие между видами ядерных реакций и их уравнениями. Анализировать изменение физических величин в процессах, связанных с наблюдением фотоэффекта, излучением (поглощением) света атомом и протеканием ядерных реакций.

На позиции 18 предлагается задание интегрированного характера, для выполнения которого необходимо привлекать теоретические знания из всех разделов курса физики. В этом задании требуется выбрать все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях из пяти предложенных. В каждом задании предлагается одно утверждение из механики, одного из молекулярной физики, два из электродинамики и одно из квантовой физики. Для выполнения задания необходимо хорошо ориентироваться в формулировке всех законов и закономерностей, указанных в кодификаторе ЕГЭ, и знать основные свойства явлений и процессов, изученных в курсе физики. Задание оценивается максимально в 2 балла, если верно указаны все элементы верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка или дополнительно к верным элементам указан один неверный; в 0 баллов, если два элемента указаны неверно. Если в ответе дополнительно к верным указано два и более неверных элементов (или ответ отсутствует), – 0 баллов.

## Задание 18

Что нужно знать	Что нужно уметь
Теоретические сведения о физических явлениях, их основных свойствах, законах и закономерностях курса физики	Распознавать физические явления, их основные свойства, формулы и законы, изученные в курсе физики. Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей

Методологические умения проверяются задания 19 и 20, которые могут быть построены на материале любого раздела курса физики.

В задании 19 оцениваются умения снимать показания измерительных приборов и оценивать результаты измерений. Это задание с кратким ответом в виде двух чисел (показание прибора и абсолютная ошибка измерения), которое оценивается 1 баллом.

В задании 20 – умение выбирать приборы и оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. Это задание с кратким ответом в виде двух цифр, которое оценивается 1 баллом.

## Задание 19

Что нужно знать	Что нужно уметь
Прямые измерения (механика, молекулярная физика, электродинамика)	Снимать показания измерительных приборов (линейка, термометр, динамометр, мензурка, барометр, манометр, амперметр, вольтметр) и записывать результаты измерений с учетом заданной абсолютной погрешности измерения. Использовать метод рядов, рассчитывая результат измерения

## Задание 20

Что нужно знать	Что нужно уметь
Проведение исследований зависимостей одной физической величины от другой	По заданной гипотезе исследования определять изменяемые величины и величины, которые должны оставаться неизменными в процессе исследования, и выбирать оборудование для проведения исследования

## Где взять информацию по теме

## ➤ Учебники

1. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Оптика. Квантовая физика. 11 класс. Углубленное изучение / ООО «Дрофа».
2. Мякишев Г.Я., Петрова М.А. и др. Физика. 11 класс. / ООО «Дрофа».
3. Касьянов В.А. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / ООО «Дрофа».
4. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. и др. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пинского А.А., Кабардина О.Ф. / АО «Издательство «Просвещение».
5. Пурьшева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пурьшевой Н.С. / ООО «Дрофа».
6. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Парфентьевой Н.А. / АО «Издательство «Просвещение».
7. Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / ООО «Издательский центр «ВЕНТАНА-ГРАФ».
8. Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев А.Н., Кошкина А.В. Физика. 11 класс. /ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний».

9. Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев А.Н., Кошкина А.В. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. /Под редакцией Орлова В.А. /ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний».
10. Белага А.В., Ломанченков И.А., Панебратцев Ю.А. Физика. 11 класс. / АО «Издательство «Просвещение».
11. Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. /Под редакцией Орлова В.А. /ООО «ИОЦ Мнемозина».

➤ **Уроки «Российской электронной школы»**

Физика. 11 класс, уроки 19-30

<https://resh.edu.ru/subject/28/10/>

**Какие задания открытого банка выполнить для тренировки**

Задание 16	Задание 17	Задание 18	Задание 19	Задание 20
CCF155	BD7F43	4AE181	A46BFA	2493F5
025229	C49040	51433E	9503F7	4CC40B
	9AC530	9E0663	E4DA0E	328FBF
	5AF6A9	3CB5E8	2EC822	762512
	6B0B8A	777063	8B7A2B	7D4F20
	8DC935	19DE61	44FB55	23EFC7
	27D78C	5A149B	BCC7EE	837BC0
	8DE137	F6F1C5	F13F4D	17F546
	7C1C92	027C91	189A00	72B8F7
	4D9ECE	D92DAA	96260C	E41101

**Примеры заданий линии 16**

1. Сколько протонов содержится в ядре  $^{109}_{49}\text{In}$  ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

//Ответ: 49

2. Сколько нейтронов содержится в ядре  $^{35}_{17}\text{Cl}$  ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

//Ответ: 18

3. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	<b>Li</b> 3 ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>	<b>Be</b> 4 БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	5 БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>	<b>B</b>
3	III	<b>Na</b> 11 НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	<b>Mg</b> 12 МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13 АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>	<b>Al</b>
4	IV	<b>K</b> 19 КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	<b>Ca</b> 20 КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	<b>Sc</b> 21 СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>	
	V	29 МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	<b>Cu</b> 30 ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	<b>Zn</b> 31 ГАЛЛИЙ 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>	<b>Ga</b>

Определите число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа галлия.

Ответ: \_\_\_\_\_.

//Ответ: 38

4. При  $\alpha$ -распаде ядра изотопа  ${}_{101}^{258}\text{Md}$  образуются  $\alpha$ -частица и ядро изотопа  ${}^A_Z\text{X}$ . Определите массовое число ядра  ${}^A_Z\text{X}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

//Ответ: 254

5. Ядро бора может захватить нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция  ${}_0^1\text{n} + {}_5^{10}\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}_2^4\text{He}$  с образованием ядра химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Каков заряд образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда)?

Ответ: \_\_\_\_\_.

//Ответ: 3