

**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: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин макс}}$ , где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ , $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$ , $E_{\text{кин макс}} = \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$
<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: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$
4	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер

<sup>1</sup> На сайте ФГБНУ «ФИПИ» <https://fipi.ru> в соответствующем разделе размещены демоверсии, спецификации и кодификаторы КИМ ЕГЭ 2025 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.

**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, 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
3	Закон радиоактивного распада	Применять закон радиоактивного распада $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ в типовых учебных ситуациях. Использовать график зависимости числа распавшихся частиц от времени для определения периода полураспада элемента

**Задание 17**

Что нужно знать	Что нужно уметь
Корпускулярно-волновой дуализм. Физика атома. Физика атомного ядра	Анализировать процессы, представленные в виде графиков: выделять их основные свойства, уметь определять физические величины, характеризующие процесс. 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., Важевская 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**

<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=025229>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=A3ED17>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=A21154>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=1D5FAF>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=AE1495>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=727DED>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=BCED39>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=FA1532>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=89D780>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=E47D8A>

**Задание 17**

<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=C1C98B>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=A9E7AB>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=9F8E6C>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=63D969>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=369826>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=8DE137>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=6A3D3F>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=15A633>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=6B0B8A>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=667358>

**Задание 18**

<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=4AE181>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=51433E>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=9E0663>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=777063>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=B2096F>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=19DE61>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=368BED>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=3CB5E8>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=027C91>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=5A149B>

**Задание 19**

<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=189A00>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=BCC7EE>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=F13F4D>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=96260C>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=44FB55>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=9503F7>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=8B7A2B>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=2EC822>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=A46BFA>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=E4DA0E>

**Задание 20**

<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=2493F5>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=E41101>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=7D4F20>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=328FBF>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=17F546>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=72B8F7>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=762512>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=23EFC7>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=837BC0>  
<https://ege.fipi.ru/bank/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38&qid=4CC40B>