

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. ЗАДАНИЯ НА ПРОВЕРКУ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ УМЕНИЙ. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

### Какие позиции кодификатора элементов содержания проверяет

В экзаменационной работе содержательные элементы из раздела «Квантовая физика» проверяются заданиями 18 и 19 части 1 и заданиями 24 и 29 части 2.

Ниже представлена таблица, составленная на основе Кодификатора элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена по физике в 2023 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» в соответствующем разделе или по ссылке <https://fipi.ru/egge/demoversii-specifikacii-kodifikatory#1/tab/151883967-3> размещены демоверсии, спецификации и кодификаторы КИМ ЕГЭ 2023 г. В архиве с материалами по физике присутствует Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций 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 18 и 19 части 1 и заданий 24 и 29 части 2, а также ссылки на примеры заданий этих линий из открытого банка заданий ЕГЭ.

Задание 18 – с кратким ответом в виде числа, требует проведения минимальных расчетов и оценивается 1 баллом.

В задании 19 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 какой-либо процесс. Задание оценивается максимально 2 баллами.

#### Задание 18

№	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	Фотоны	Используя формулы для энергии ( $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$ ) и импульса ( $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ ), уметь сравнивать длины волн, частоты, импульсы и энергии фотонов.
4	Закон радиоактивного распада	Используя закон радиоактивного распада $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ , 1) по заданному периоду полураспада определять число ядер (массу, количество вещества, долю ядер) распавшегося элемента и число ядер (массу, количество вещества, долю ядер) образующегося элемента в заданные моменты времени; 2) по графику зависимости $N(t)$ определять период полураспада; 3) строить график $N(t)$ и определять число ядер распавшегося элемента и число ядер образующегося элемента в заданные моменты времени

#### Задание 19

Что нужно знать	Что нужно уметь
Корпускулярно-волновой дуализм. Физика атома. Физика атомного ядра	Анализировать процессы, представленные в виде схем, 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.

**Задания 24 и 29**

Во второй части работы может предлагаться одно из заданий по данному разделу:

- качественная задача с развернутым ответом повышенного уровня сложности, максимальный балл – 3 (позиция 24);
- расчетная задача с развернутым ответом высокого уровня сложности, максимальный балл – 3 (позиция 29).

Задачи могут базироваться на любых содержательных элементах раздела.

**Задание 24**

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Корпускулярно-волновой дуализм. Физика атома. Физика атомного ядра	Решать качественные задачи: работать с условием задачи, проводить рассуждения, объясняющие описанные в условии процессы и явления, подтверждая рассуждения ссылками на изученные свойства явлений, законы и закономерности

**Задание 29**

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
Корпускулярно-волновой дуализм. Физика атома. Физика атомного ядра	Решать расчетные задачи: работать с условием задачи, записывать краткое условие задачи, искать необходимые справочные данные, делать рисунок, если это необходимо для понимания физической ситуации; описывать физическую модель, выбирать законы и формулы, необходимые для решения задачи, проводить математические преобразования и расчеты, анализировать полученный результат

Методологические умения проверяются задания 22 и 23, которые могут быть построены на материале любого раздела курса физики.

В задании 22 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 23 – 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 22**

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
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 23**

<i>Что нужно знать</i>	<i>Что нужно уметь</i>
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

На позициях 20 и 21 предлагаются задания интегрированного характера, для выполнения которых необходимо привлекать знания из всех разделов курса физики. В задании 20 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.

В задании 21 необходимо установить соответствие между зависимостями физических величин и схематичными видами графиков. Как правило, предлагаются три зависимости из разных разделов курса физики. Все зависимости, используемые в текстах заданий, соответствуют законам и формулам, представленным в кодификаторе ЕГЭ. Во всех утверждениях, если это необходимо, обговаривается зависимость каких величин обсуждается, а какие величины остаются неизменными. Задание оценивается в 2 балла, если верно указаны все три элемента верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если два элемента указаны неверно. Если в ответе указано более трех элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

### Задание 20

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

### Задание 21

Что нужно знать	Что нужно уметь
Теоретические сведения об изученных физических закономерностях	Распознавать вид графика, соответствующий заданной физической закономерности

## 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. Пурешева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А. Физика. 11 класс. Углубленное обучение. / Под редакцией Пурешевой 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 18

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E44E3B236F04AF0846D5CA2D4D67AD19>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=CCF60EF44CD1B7924F4A044488F39DED>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=A026AF34CEFCB03446D66C719606AAC0>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=D5985072D9839A194AA05E207977E316>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=C5D957C590B4B09544E7533CCBECF4F7>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=49664ACA1D889D6541DF76A8A2CF21F5>

Задание 19

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=FD924441BFFFA63F4F150D573343D55B>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=EF3C75B0801D8D2147BBEB7E19217B0C>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=DBAF1CE158E2B7DF4AB99400E268913A>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=71129D4FB787AC7D47B8694952D30B25>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=DC66DDFFA5BBA85841165E5802DC717E>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E5E98D58A887A681425D94017BF8D3EE>

Задания 24

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=50EC7B50E00AB7D84F8B7594B7B874E7>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=A96BAE15FAC894424FE008025D1F0678>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=5F9534FC1DD7AB9E40F745EEBC8DE7CA>

Задание 29

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=8338DFA6079B82494046349E2C6A0067>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=EBBFA1ACEB6693A04242CB9424F6C413>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=9B6789AFBBA5B1104C6654C6CEE334D8>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=6751D39E5265989E44860B60B3D25FE1>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=5FB4E47D732CA40A40944C8B5480E65E>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=9E6CA5A450559867467834D9E70B613A>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=9EB6BDA5A71EAB4743AA0F5F51CBCDF7>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=249515EDF1B2B7B94AA837A3C55298C7>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=CE8AC92711979C234E94125123194002>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=874206220DD7813E4893726B472CC00E>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=42D5707D5611AC0F4C8A5D95ECE40E0C>

Задание 22

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E4FF9047A8F19CE14547E0D6727B582C>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=A0E96D9C91CDA9F24A7073B14582427A>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=DFC0F64E767E820C4319C7D6B313974D>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=808104B97E0A953D4AFB21A64E09F105>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=6F43490FF3B0A87F4D57617488729E9D>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=DC7F5B17742AA22B4F2C4226FE06A4FF>

Задание 23

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=EAC5AAEF2CDA87514113E480821E7B3C>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=71DAA6490B139E974FD8A1F9B45FBD48>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=D19FD965713192FF4D8C94F7D4668DB5>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=C8EE8617A1898A78481C42A2B7CA0634>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=12224ACF464E8584401187BD08DBBBDB>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=ABE3A15188D4B99842930D1F6706A508>

Задание 20

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=B2536A34C96BB4394CAAB97EEC7D1C52>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=B845901A447F96B94B790BA28F21DE62>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E8C05E60FB7F9C6A4F70DBA24472D7A6>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=6BF23CDEB5BB8C9240DCA3A8804FFCB6>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=D557BC834F32B0714009A28CB1C2CD2D>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=A181D548B11391254B82196D88267C33>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=1AA38F4951C4B05E45DABE3143A4A9C2>

Задание 21

<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=34BAD85FF9F2BF0846B4141FB6AE4046>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=90509EA5A6A29F3D43FFCC43650F0E1B>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=33D56CB8D64B9A7D4EF340B9F89BFE12>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=E805D7A64F9C94E140143DC156D0DE21>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=A57C0D7E80EC8818470242F3D10FB068>  
<http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/openlogin.php?qst=8ABDFAD4F74CB9C24F065612B03F6BBF>