

Автор: Орлов В.А. Изд.: Интеллект-Центр, 2022 г. Серия: Единый государственный экзамен Жанр: ЕГЭ. Физика.
<https://intellektcenter.ru/goods/Orlov-V-A-Hannanov-N-K-Fizika-eGe-2022-Gotovimsya-k-itogovoj-attestacii>
<https://www.litres.ru/vladimir-alekseevich/fizika-edinyy-gosudarstvennyy-ekzamen-gotovi-63943806/>

Автор: Орлов В.А. Изд.: Интеллект-Центр, 2022 г. Серия: Единый государственный экзамен Жанр: ЕГЭ. Физика.
<https://intellektcenter.ru/goods/Orlov-V-A-Hannanov-N-K-Fizika-eGe-2022-Gotovimsya-k-itogovoj-attestacii>
<https://www.litres.ru/vladimir-alekseevich/fizika-edinyy-gosudarstvennyy-ekzamen-gotovi-63943806/>

Н.К. Ханнанов, В.А. Орлов

ФИЗИКА

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

ГОТОВИМСЯ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Электронное издание



Москва
Издательство «Интеллект-Центр»

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ И ТРЕНИРОВОЧНЫХ ВАРИАНТОВ

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	сантиметры	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

Число π	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
Модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

Электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
Протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
Нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

Воды	1000 кг/м ³
Древесины (сосна)	400 кг/м ³
Керосина	800 кг/м ³
Подсолнечного масла	900 кг/м ³
Алюминия	2700 кг/м ³
Железа	7800 кг/м ³
Ртуту	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

Воды	4,2 · 10 ³ Дж/(кг · К)
Льда	2,1 · 10 ³ Дж/(кг · К)
Железа	460 Дж/(кг · К)
Свинца	130 Дж/(кг · К)
Алюминия	900 Дж/(кг · К)
Меди	380 Дж/(кг · К)
Чугуна	500 Дж/(кг · К)

Удельная теплота

Парообразования воды	2,3 · 10 ⁶ Дж/кг
Плавления свинца	2,5 · 10 ⁴ Дж/кг
Плавления льда	3,3 · 10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия

Давление	10 ⁵ Па
Температура	0 °С

Молярная масса

Азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль
Аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль
Водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль
Воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль
Воды	18 · 10 ⁻³ кг/моль
Гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль
Кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
Лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
Неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
Углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

**ЗАДАНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО ОТВЕТА,
СОПОСТАВЛЕНИЕ И МНОЖЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР**
(задания № 1–22 в вариантах КИМ ЕГЭ)

Темагический блок № 15
«Квантовая физика. Атом»

Ученику на заметку

Кодификатор элементов содержания по данной теме требует знания следующих понятий по данной теме.

1. Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка. Фотоны. Энергия фотона

$$E_{\phi} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

2. Импульс фотона

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}.$$

3. Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта (красная граница фотоэффекта $h\nu_0 = hc/\lambda_0 = A_{\max}$). Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Задерживающий потенциал U_{\max}

$$h\nu = \frac{mv^2}{2} + A_{\max}; \quad \frac{mv^2}{2} = eU_{\max}.$$

4. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы со скоростью v :

$$\lambda = \frac{h}{mv}.$$

5. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах.

6. Давление света на полностью отражающую и на полностью поглощающую поверхность

$$P_{\text{отр}} = \frac{2W}{c} \quad \text{и} \quad P_{\text{полз}} = \frac{W}{c}$$

(размерность $[W] = \text{Вт/м}^2$).

7. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой

$$h\nu_{mn} = |E_m - E_n|.$$

Линейчатые спектры.

8. Спектр уровней энергии атома водорода

$$E_n = -\frac{R_p}{n^2},$$

где $R_p = 13,6 \text{ эВ}$.

9. Лазер.

Обратим внимание, что в заданиях с развернутым ответом, если формула не входит в Кодификатор, то требуется вывод формулы. В качестве примера, приведем задание развернутого ответа с объяснением качественного явления «Давление света».

При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажой, а во втором – на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся

на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

Возможное решение

Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

В первом опыте происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N \gg 1$ квантов света – фотонов. Каждый фотон при поглощении передаёт пластинке импульс $p_\phi = h\nu/c$, поэтому пластинка получает импульс, равный сумме импульсов поглощённых фотонов:

$$p_\Sigma = Np_\phi = \frac{N h \nu}{c}.$$

В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажей, она приобретает за время t импульс p_Σ в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчёта скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей:

$$F_1 = \frac{p_\Sigma}{t} = \frac{N h \nu}{t c}.$$

В результате отражения света от зеркальной пластины отражённый квант имеет импульс, противоположный по знаку импульсу кванта падающей волны: $\vec{p}'_\phi = -\vec{p}_\phi$, поэтому отражённая волна имеет импульс $p'_\Sigma = -N' p_\phi = -N' h\nu/c$. В итоге за время t импульс волны под действием зеркальной пластинки изменился. Это изменение

$$\Delta p_\Sigma = (-p'_\Sigma) - p_\Sigma = -(N + N')p_\phi.$$

Изменение импульса тела в инерциальной системе отсчёта происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой, модуль которой равен

$$F_2 = \frac{|\Delta p_\Sigma|}{t} = \frac{(N + N') h \nu}{ct}.$$

Для хорошего зеркала $N \approx N'$, поэтому $F_2 \approx 2F_1$.

Сравнивая выражения для силы F_1 , действующей на пластинку, покрытую сажей, и силы F_2 , действующей на зеркало, приходим к выводу, что $F_1 < F_2$.

15.1. Выберите два верных утверждения.

На основе опытов по рассеянию α -частиц Резерфорд:

- 1) ввел понятие об атомном ядре;
- 2) открыл радиоактивный распад;
- 3) измерил энергию связи нуклонов в ядре;
- 4) открыл законы фотоэффекта;
- 5) установил связь между зарядом ядра и номером элемента в таблице Д.И. Менделеева.

Отв ет:

--	--

15.2. Какое представление о строении атома верно?

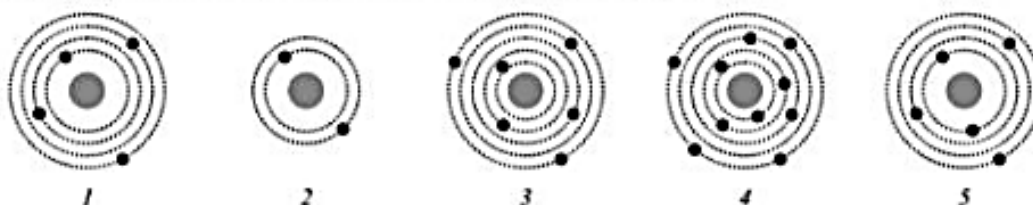
Выберите два верных утверждения из предложенных.

- 1) Большая часть массы атома сосредоточена в электронах.
- 2) Большая часть массы атома сосредоточена в ядре.
- 3) Заряд ядра положителен, а электронов отрицателен.
- 4) Заряд ядра отрицателен, а электронов положителен.
- 5) В ядре содержатся протоны и электроны.

Ответ:

--	--

15.3. На рисунке изображены схемы планетарной модели четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Какая схема соответствует атому ${}^6_2\text{Be}$?



Ответ: _____

15.4. Установите соответствие между названиями явлений и их описанием.

Название явления	Описание явления
А) Внешний фотоэффект	1) Свечение металлов при пропускании по ним тока 2) Нагрев вещества при его освещении 3) Синтез глюкозы в растениях под действием солнечного света 4) Выбивание электронов с поверхности металла при освещении его светом 5) Уменьшение сопротивления полупроводников при их освещении
Б) Внутренний фотоэффект	

Ответ:

А	Б

15.5. Энергия фотона, соответствующая красной границе фотоэффекта для алюминия, равна $7,5 \cdot 10^{-19}$ Дж. На металл падает свет, энергия фотонов которого равна 10^{-18} Дж. Определите отношение энергии падающего фотона к максимальной кинетической энергии выбитого фотона.

Ответ: _____

15.6. Пластина из никеля освещается светом, энергия фотонов которого равна 7 эВ. При этом, в результате фотоэффекта, из пластины вылетают электроны с энергией 2,5 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?

Ответ: _____ эВ

15.7. Поток фотонов выбивает фотоэлектроны из металла с работой выхода 5 эВ. Энергия фотонов в 1,5 раза больше максимальной кинетической энергии фотоэлектронов. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Ответ: _____ эВ

15.8. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, затем желтым, потом зеленым, затем синим. В всех случаях из пластины вылетали электроны. Установите соответствие между цветом монохроматического излучения и величиной максимальной кинетической энергии вылетающих фотоэлектронов в четырех опытах.

Максимальная кинетическая энергия электронов	Цвет монохроматического излучения
А) Наибольшая величина в серии опытов Б) Наименьшая величина в серии опытов	1) Красный 2) Зеленый 3) Желтый 4) Синий

Ответ:

А	Б

15.9. Из перечисленных ниже факторов выберите два, от которых зависит кинетическая энергия электронов, вылетевших с поверхности металлической пластины при ее освещении светом лампы.

- 1) Интенсивность падающего света.
- 2) Частота падающего света.
- 3) Работа выхода электрона из металла.
- 4) Масса фотокатода.
- 5) Разность потенциалов между фотокатодом и анодом.

Ответ:

--	--

15.10. Выберите два верных утверждения.

В опытах Столетова было обнаружено, что при освещении металлической пластины светом:

- 1) кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от частоты падающего света;
- 2) кинетическая энергия фотоэлектронов линейно зависит от частоты падающего света;
- 3) кинетическая энергия фотоэлектронов линейно зависит от интенсивности света;
- 4) число фотоэлектронов линейно зависит от частоты падающего света;
- 5) число фотоэлектронов линейно зависит от интенсивности падающего света.

Ответ:

--	--

15.11. На металлическую пластинку падает электромагнитное излучение, выбивающее электроны из пластинки. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет 6 эВ, а энергия падающих фотонов в 3 раза больше работы выхода из металла. Чему равна работа выхода электронов из металла?

Ответ: _____ эВ

15.12. При освещении ультрафиолетовым светом с частотой 10^{15} Гц металлического проводника с работой выхода 3,1 эВ выбиваются электроны. Чему равна максимальная скорость фотоэлектронов? Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ км/с

15.13. Имеются два металла с работой выхода 1 эВ и с работой выхода $3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Во сколько раз частота света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для первого металла, меньше частоты света, соответствующей «красной границе» фотоэффекта для второго?

Ответ: в _____ раз(а)

15.14. В первом опыте при освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света с частотой ν происходит освобождение фотоэлектронов. При этом работа выхода равна половине энергии фотонов. Как изменится максимальная энергия вылетевших фотоэлектронов во втором и третьем опыте при уменьшении частоты падающего света в 2 раза и при ее увеличении в 2 раза?

Поставьте в соответствие изменение частоты и изменение максимальную кинетическую энергию электронов во втором и третьем опытах.

Изменение частоты света	Кинетическая энергия фотоэлектронов
А) Частота в 2 раза меньше Б) Частота в 2 раза больше	1) Увеличится в 2 раза 2) Уменьшится в 2 раза 3) Уменьшится менее, чем в 2 раза 4) Увеличится в 3 раза 5) Станет равной нулю

Ответ:

А	Б

15.15. Работа выхода из материала 1 больше, чем работа выхода из материала 2. Максимальная длина волны, при которой может наблюдаться фотоэффект на материале 1, равна λ_1 ; максимальная длина волны, при которой может наблюдаться фотоэффект на материале 2, равна λ_2 . Выберите два верных утверждения:

- 1) $\lambda_1 < \lambda_2$;
- 2) $\lambda_1 = \lambda_2$;
- 3) $\lambda_1 > \lambda_2$;

4) при длине волны излучения λ , лежащей между λ_1 и λ_2 , фотоэффект наблюдается только на материале 1;

5) при длине волны излучения λ , лежащей между λ_1 и λ_2 , фотоэффект наблюдается только на материале 2.

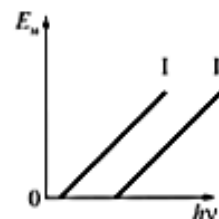
Ответ:

--	--

15.16. В первом случае при выбивании из металла электронов монохроматическим светом максимальная кинетическая энергия электронов равна $1,2 \text{ эВ}$. А при выбивании электронов из того же металла монохроматическим светом с вдвое меньшей длиной волны максимальная кинетическая энергия электронов равна $3,95 \text{ эВ}$. Какова энергия падающих фотонов в первом случае.

Ответ: _____ эВ

15.17. На рисунке приведены графики зависимости максимальной энергии фотоэлектронов от энергии падающих на фотокатод фотонов для двух фотокатодов. Выберите два верных утверждения.



- 1) Работа выхода материала фотокатода больше в случае I.
- 2) Работа выхода материала фотокатода больше в случае II.
- 3) Работа выхода материала фотокатода одинаковая в случаях I и II.
- 4) Длина волны, при которой начинается фотоэффект, больше в случае I.
- 5) Длина волны, при которой начинается фотоэффект, больше в случае II.

Ответ:

15.18. Натриевый фотокатод освещается светом с длиной волны $\lambda = 400$ нм. «Красная граница» фотоэффекта для натрия $\lambda_{кр} = 540$ нм. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натрия? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ В

15.19. В некоторых опытах по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Напряжение, при котором поле останавливает и возвращает назад все фотоэлектроны, назвали задерживающим напряжением.

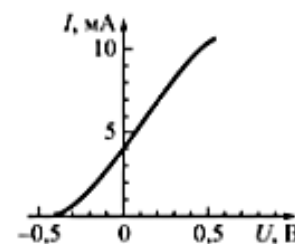
В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины, в ходе которого было получено значение $h = 5,3 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Задерживающее напряжение U , В	–	0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

Каково опущенное в таблице первое значение задерживающего потенциала? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ В

15.20. Металлическая пластина 1 освещается светом с длиной волны 600 нм. Измеряется сила тока между пластинами 1 и 2, помещенными в вакуумированную камеру. Зависимость силы фототока I от электрического напряжения U между пластинами 1 и 2 представлена на графике (см. рисунок). Какова работа выхода электронов из металла освещаемой пластины? Ответ округлить до десятых.



Ответ: _____ эВ

15.21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотозлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался красный светофильтр, а во второй – жёлтый. В каждом опыте измеряли напряжение запираения. Как изменяются длина световой волны, модуль напряжения запираения и кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны	Модуль напряжения запираения	Кинетическая энергия фотоэлектронов

15.22. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

15.23. Фотоэффект один раз наблюдается при облучении поверхности металла светом лазера, излучающего красный свет, второй раз – лазером, излучающим зеленый свет. Как при переходе от первого опыта ко второму изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зип}}$, соответствующего прекращению фототока, и длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения	«Красная граница» фотоэффекта

15.24. Установите соответствие между физическими величинами, используемыми при описании вакуумного фотоэффекта и формулами, по которым их можно рассчитать (λ – длина волны падающего фотона, $\lambda_{\text{кр}}$ – красная граница фотоэффекта, U – запирающий потенциал, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме, e – элементарный заряд). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) Запирающий потенциал Б) Работа выхода	1) $\frac{h\nu}{c}$; 2) $\frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right)$; 3) $hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{кр}}} \right)$; 4) $\frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$

Ответ:

А	Б

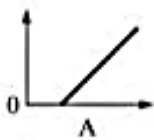
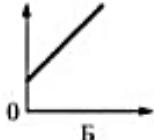
15.25. В таблице представлены результаты измерений запирающего напряжения для фотоэлектронов при двух разных значениях частоты падающего монохроматического света ($\nu_{\text{кр}}$ – частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

Частота падающего света ν	$2\nu_{\text{кр}}$	$3\nu_{\text{кр}}$
Запирающее напряжение $U_{\text{зип}}$, В	1,2	–

Какое значение запирающего напряжения пропущено в таблице?

Ответ: _____ В

15.26. При изучении фотоэффекта можно изменять интенсивность света, длину волны падающего на фотокатод излучения и материал фотокатода. Поставьте в соответствие полученный при исследовании график и соответствующую зависимость.

График зависимости	Зависимость
 <p>А</p>	1) Запирающего напряжения от работы выхода материала фотокатода при фиксированной частоте излучения и его интенсивности
 <p>Б</p>	2) Фототока от модуля напряжения между облучаемым электродом из выбранного материала и вспомогательным электродом при фиксированной частоте излучения и его интенсивности
	3) Фототока от интенсивности света для данного материала фотокатода при фиксированной частоте излучения и напряжении между фотокатодом и анодом
	4) Кинетической энергии электронов от частоты излучения при фиксированной интенсивности излучения, падающей на один и тот же фотокатод

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

15.27. При исследовании фотоэффекта измеряли запирающее напряжение, меняя светофильтры, пропускающие узкий диапазон длин волн света. В первом измерении использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во втором – пропускающий только желтый. Как изменились частота падающей световой волны и полученное значение модуля запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов по измерению запирающего напряжения ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота света, падающего на фотоэлемент	Запирающее напряжение

15.28. На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). Выберите два верных утверждения, которые можно сделать на основании приведенных спектров. В неизвестном газе:

- содержится водород;
- содержится гелий;
- содержится водород и еще какое-то вещество;
- содержится гелий и еще какое-то вещество;
- нет иных веществ помимо гелия.

					Н
					Газ
					He

Ответ:

--	--

15.29. Один из способов измерения постоянной Планка основан на определении максимальной кинетической энергии фотоэлектронов с помощью измерения напряжения, задерживающего их. В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов.

Задерживающее напряжение U , В	0,4	0,9
Частота света ν , 10^{14} Гц	5,5	6,9

Рассчитайте постоянную Планка по результатам этого эксперимента.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-34}$ Дж \cdot с

В бланк ответов впишите коэффициент перед множителем 10^{-34} , округлив его до десятых.

15.30. Атом переходит из одного стационарного состояния с энергией E_m в другое стационарное состояние с энергией E_n . Выберите два верных утверждения:

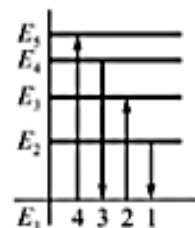
- 1) Атом испускает фотон, если $E_m > E_n$.
- 2) Атом испускает фотон, если $E_m < E_n$.
- 3) Частота испускаемого фотона $(|E_m - E_n|)/h$.
- 4) Частота испускаемого фотона E_m/h .
- 5) Частота испускаемого фотона E_n/h .

Ответ:

--	--

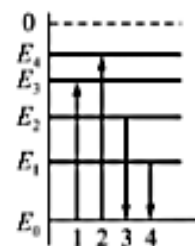
15.31. На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует излучению фотона с наименьшей энергией?

Ответ: _____



15.32. На рисунке показаны 4 перехода атома из одного стационарного состояния в другое. Каждому состоянию атома соответствует энергия E_0, E_1, \dots, E_4 . Переходы 1, 2, 3, 4 соответствуют излучению или поглощению фотона. Какой из переходов связан с поглощением света наибольшей длины волны, а какой с испусканием света наименьшей длины волны?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими переходы атома из одного состояния в другое. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Процесс	Номер перехода
А) Поглощение света наибольшей длины волны среди предложенных переходов	1) 1 2) 2
Б) Испускание света наименьшей длины волны среди предложенных переходов	3) 3 4) 4

Ответ:

А	Б
---	---

15.33. В таблице приведены значения энергии для второго и четвёртого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
4	- 1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе с четвёртого уровня на второй?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Дж

В бланк ответов впишите коэффициент перед множителем 10^{-19} .

15.34. Две линии в линейчатом спектре водорода имеют длины волн $\lambda_1 = 410$ нм и $\lambda_2 = 656$ нм. Фотоны, соответствующие этим длинам волн, попадают в органический растворитель с показателем преломления $n = 1,5$. Каково отношение энергии E_1/E_2 этих фотонов в растворе?

Ответ: _____

15.35. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6$ эВ) поглощает фотон и ионизуется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра со скоростью $v = 1600$ км/с. Какова энергия поглощённого фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

Ответ: _____ эВ

15.36. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6$ эВ) поглощает фотон частотой $3,71 \cdot 10^{15}$ Гц. С какой скоростью v движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь, ответ округлить до целых.

Ответ: _____ км/с

15.37. Энергия ионизации атома водорода равна 13,6 эВ. Какую минимальную энергию нужно затратить, чтобы электрон перешел из основного в первое возбужденное состояние?

Ответ: _____ эВ

15.38. Энергия фотона в первом пучке света в 2 раза больше энергии фотона во втором пучке. Чему равно отношение длины электромагнитной волны в первом пучке света к длине волны во втором пучке?

Ответ: _____

15.39. Синий свет с длиной волны 480 нм переходит из воздуха в стекло с показателем преломления 1,6. Определите отношение энергии фотона в воздухе к его энергии в стекле.

Ответ: _____

15.40. Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические явления	Прибор
А) Ионизация газа Б) Фотоэффект	1) Вакуумный фотоэлемент 2) Дифракционная решетка 3) Счетчик Гейгера 4) Лупа

Ответ:

А	Б

15.41. Длина монохроматической световой волны, дающей цветное ощущение красного в 2 раза больше длины монохроматической волны, дающей ощущение фиолетового цвета. Во сколько раз импульс фотона "фиолетового" света больше импульса фотона "красного" света?

Ответ: _____ раз(а)

15.42. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, E – энергия фотона, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) Длина волны Б) Импульс фотона	1) $\frac{h\nu}{c}$; 2) $\frac{hc}{\nu}$; 3) $\frac{hc}{E}$; 4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ:

А	Б

15.43. Фотон имеет импульс $1,6 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с. Чему равна разница между энергиями уровней в атоме газа, в результате перехода между которыми он образовался?

Ответ: _____ эВ

15.44. Чувствительность сетчатки человеческого глаза к монохроматическому свету с определенной длиной волны составляет $3,3 \cdot 10^{-18}$ Вт. Какой длине световой волны волны это соответствует, если при такой мощности света на сетчатку падает 10 фотонов?

Ответ: _____ нм

15.45. Выберите два верных утверждения.

Де Бройль выдвинул гипотезу, что частицы вещества (например, электрон) обладают волновыми свойствами. Эта гипотеза впоследствии была:

- 1) опровергнута путем теоретических рассуждений;
- 2) опровергнута экспериментально;
- 3) подтверждена в экспериментах по дифракции электронов;
- 4) подтверждена в экспериментах по выбиванию электронов из металлов при освещении;
- 5) подтверждена в экспериментах по интерференции пучков электронов.

Ответ:

--	--

15.46. Выберите два верных утверждения.

Если длина волны де Бройля для электрона равна длине волны де Бройля для α -частицы, то:

- 1) скорость электрона больше скорости α -частицы;
- 2) импульс электрона больше импульса α -частицы;
- 3) скорость α -частицы больше скорости электрона;
- 4) импульс α -частицы больше импульса электрона;
- 5) импульсы частиц одинаковы.

Ответ:

--	--

Часть II

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ, ТРЕБУЮЩИЕ РАЗВЕРНУТОГО ОТВЕТА



ЗАДАНИЯ, ПРОВЕРЯЮЩИЕ УМЕНИЕ ДАТЬ РАЗВЕРНУТЫЙ ОТВЕТ НА КАЧЕСТВЕННЫЙ ВОПРОС

42. На рис. 1 приведена схема классической установки по изучению фотоэффекта. При освещении фотокатода светом, пропущенным через жёлтый светофильтр, и замене ЭДС и полярности источника питания была получена зависимость силы фототока I от напряжения U между анодом и катодом (рис. 2). Во втором опыте изучалась аналогичная зависимость с использованием зеленого светофильтра. Мощность света, поглощаемого фотокатодом, осталась прежней, квантовый выход фотоэффекта (отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов) не изменились. Как в этом случае изменится график $I(U)$? Нарисуйте обе зависимости на одном графике и объясните, какие закономерности фотоэффекта Вы использовали.

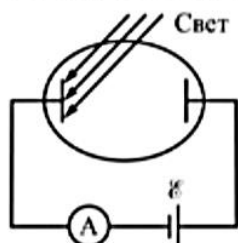


Рис. 1

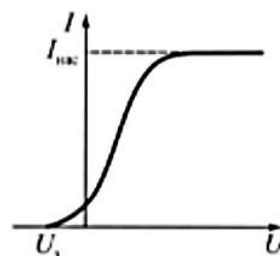


Рис. 2

43. Фотоэффект наблюдается при облучении пластины, расположенной под углом 45° , к оптической оси собирающей линзы, которая направляет на фотокатод параллельный пучок света от точечного монохроматического источника. Поясните, что произойдет с фототоком насыщения, если линзу заменить на другую, с большей оптической силой, при условии, что на фотокатод по-прежнему будет падать параллельный пучок света, а источник света останется прежним. Сделайте поясняющий чертеж и укажите физические законы (закономерности), на которые Вы опирались.

ЗАДАНИЯ, ПРОВЕРЯЮЩИЕ УМЕНИЕ ДАТЬ РАЗВЕРНУТОЕ РЕШЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ЗАДАЧИ

90. Какое число фотонов излучает лазер за 1 с, если потребляемая им электрическая мощность 8 мВт, КПД 25%, а длина волны излучения $\lambda = 600$ нм?

91. Инфракрасный лазер имеет длину волны 10 мкм и мощность излучения 50 кВт. За какое время им можно расплавить лёд массой 1 кг, взятый при температуре 0 °С, а затем полученную воду довести до кипения? Сколько фотонов излучает лазер за 1 с? Считать, что все излучение поглощается водой.

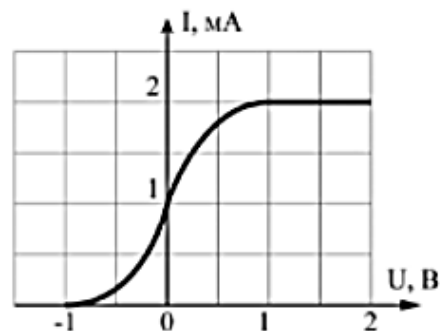
92. Одна и та же металлическая пластинка облучается один раз светом с длиной волны $\lambda_1 = 350$ нм, а второй раз – с длиной волны $\lambda_2 = 700$ нм. Во второй раз максимальная скорость фотоэлектронов оказалась в 2 раза ниже. Какова работа выхода с поверхности металла, из которого изготовлена пластинка?

93. Установку для изучения вакуумного фотоэффекта можно использовать для преобразования энергии света и запасания электрической энергии. Если использовать два кальциевых электрода, для которых «красная граница» фотоэффекта $\lambda_0 = 450$ нм, и облучать один из них, то подключив между ними конденсатор ёмкостью 4000 пФ можно при длительном освещении катода накопить в конденсаторе заряд $5,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Далее фототок прекращается. Определите частоту световой волны, освещающей катод, пренебрегая ёмкостью системы электродов из кальция.

94. При измерении отношения заряда к массе электрона в одном из опытов Дж.Дж. Томсон использовал в качестве источника электронов облучаемую светом металлическую пластину. Если фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещать светом с частотой ν , то вылетевшие из пластины электроны, попадая в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции, движутся по дуге окружности с максимальным радиусом 10 мм. Какова частота падающего света в таком опыте?

95. Из фотокатода с работой выхода 2,39 эВ выбивается электрон при освещении светом с частотой $6,4 \times 10^{14}$ Гц. Он попадает в скрещенные под углом 90° электрическое и магнитное поля так, что его скорость перпендикулярна векторам \vec{E} и \vec{B} . Чему равна напряженность электрического поля, если индукция магнитного поля равна 10^{-3} Тл, а электрон движется прямолинейно и равномерно?


96. При облучении фотокатода в установке по изучению фотоэффекта светом с частотой $5,2 \times 10^{14}$ Гц к аноду прикладывается напряжение U и измеряется сила тока I между катодом и анодом. График зависимости силы фототока от напряжения показан на рисунке. Квантовый выход фотоэффекта (число выбитых электронов на один фотон) составляет 0,05. Какова по этим данным мощность излучения, падающего на фотокатод, если считать, что все выбитые электроны достигают в установке анода?



97. Источник монохроматического света за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи от источника идут параллельно и падают перпендикулярно плоскости площадки, образуя пятно площадью $S = 0,7$ см². 40% фотонов отражается, а 60% поглощается площадкой. Определите длину волны излучения, если давление света на площадку $p = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па.

98. После получения Н. Бором значения энергии электрона на разных уровнях атома водорода $E_n = -13,6 \text{ эВ}/n^2$ ($n = 1, 2, 3, \dots$ номер уровня энергии) серии спектральных линий излучения водорода, полученные Лайманом, Бальмером и Пашеном в разных диапазонах длин волн, были соотнесены с переходами атома водорода с одного энергетического уровня на другой с излучением соответствующего фотона. Серию Лаймана в УФ области спектра дают переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$; серию Бальмера в видимой области спектра – переходы на уровень с $n = 2$ и серию Пашена в ИК области спектра – переходы на уровень с $n = 3$. Чему равно отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена?

СЕРИЯ ПОСОБИЙ
Единый Государственный Экзамен
Готовимся к итоговой аттестации



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИНТЕЛЛЕКТ-ЦЕНТР»
предлагает серию пособий
«Готовимся к итоговой аттестации»:

- РУССКИЙ ЯЗЫК
- МАТЕМАТИКА. БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ
- МАТЕМАТИКА. ПРОФИЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ
- ФИЗИКА
- ХИМИЯ
- БИОЛОГИЯ
- ГЕОГРАФИЯ
- ИСТОРИЯ
- ОБЩЕСТВОЗНАНИЕ
- ЛИТЕРАТУРА
- ИНФОРМАТИКА
- АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК
- НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК
- ФРАНЦУЗСКИЙ ЯЗЫК


Каждый из предлагаемых предметных сборников предназначен для подготовки выпускников 2022 года к экзамену и включает: теоретические и справочные материалы, методические рекомендации, образцы решений и необходимое для оптимальной подготовки количество заданий, а также ответы ко всем заданиям.

Использование этих сборников создаёт основной фундамент подготовки к ЕГЭ, обеспечивает возможность эффективно повторять материал и готовиться к выпускным экзаменам.

Каждый предметный сборник включает новые варианты в формате ЕГЭ, ответы, решения и критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом. Эти сборники обеспечивают эффективный тренинг в формате предстоящего экзамена.



www.intellektcentre.ru

Мы в соц. сетях:  vk.com/intellektcentre  [@intellektcentre](https://www.instagram.com/intellektcentre)

По вопросам оптовых закупок и заключения договоров
обращайтесь по тел./факсу: + 7 (495) 660-34-53
Ждём Ваших писем: 125445, Москва, ул. Смольная, д. 24А,
этаж 6, ком. 24
e-mail: intellekt@izentr.ru