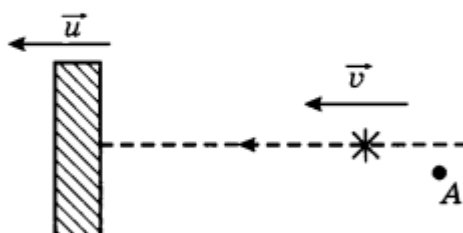


1 бальные задачи

2. В некоторой системе отсчёта вдоль оси Ox движутся с одинаковыми скоростями v две светящиеся кометы: одна в положительном направлении, другая в отрицательном. В системе отсчёта, связанной с первой кометой, скорость света, испускаемого второй кометой, равна

- 1) $c + v$ 2) $c + 2v$ 3) c 4) $c - v$

3. В инерциальной системе отсчёта свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c . Источник света движется в этой системе со скоростью \vec{v} , а зеркало — со скоростью \vec{u} в ту же сторону. С какой скоростью относительно этой системы отсчёта распространяется свет, отражённый от зеркала?



- 1) $c - v$ 2) $c - v - u$ 3) $c - u$ 4) c

1. Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
- 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
- 3) будет увеличиваться энергия фотоэлектронов
- 4) будет увеличиваться как энергия, так и количество фотоэлектронов

2. При фотоэффекте работа выхода электрона из металла зависит от

- 1) частоты падающего света
- 2) интенсивности падающего света
- 3) химической природы металла
- 4) кинетической энергии вырванных электронов

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

В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины, в ходе которого было получено значение постоянной Планка: $h = 5,310^{-34}$ Джс.

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

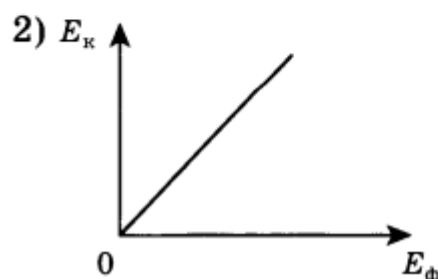
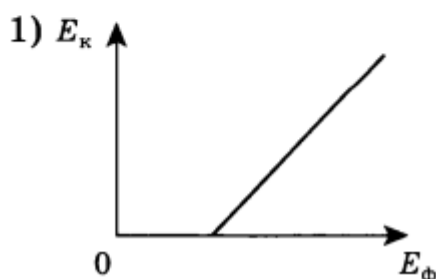
Каково опущенное в таблице первое значение задерживающего напряжения?

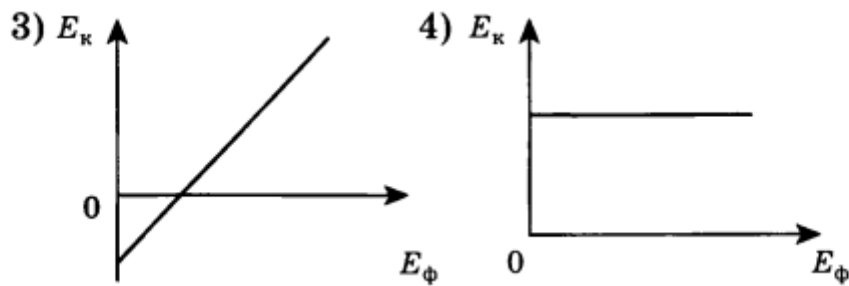
- 1) 0,4 В 2) 0,5 В 3) 0,7 В 4) 0,8 В

4. Как изменится минимальная частота света, при которой возникает фотоэффект, если пластинке сообщить отрицательный заряд?

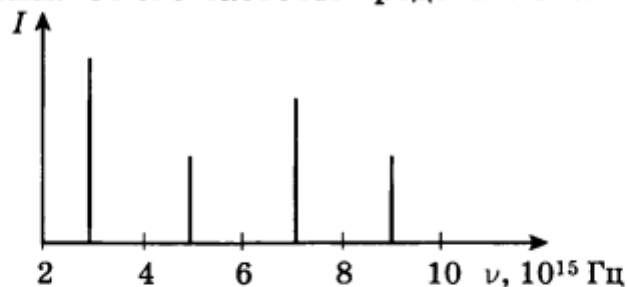
- 1) не изменится
 2) увеличится
 3) уменьшится
 4) увеличится или уменьшится в зависимости от рода вещества

5. Какой из графиков на рисунке может правильно отражать зависимость максимальной кинетической энергии E_k электронов, вылетающих из атомов, от энергии E_ϕ фотонов света, падающего на разреженный атомарный газ?





6. На металлическую пластинку с работой выхода $A = 2$ эВ падает электромагнитное излучение. Зависимость интенсивности излучения от его частоты представлена на рисунке.



Максимальная скорость фотоэлектронов будет наблюдаться при частоте

- 1) $9 \cdot 10^{15}$ Гц 2) $7 \cdot 10^{15}$ Гц 3) $5 \cdot 10^{15}$ Гц 4) $3 \cdot 10^{15}$ Гц

7. В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,410^{-19}$ Дж освещали светом частотой 610^{14} Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластинку за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

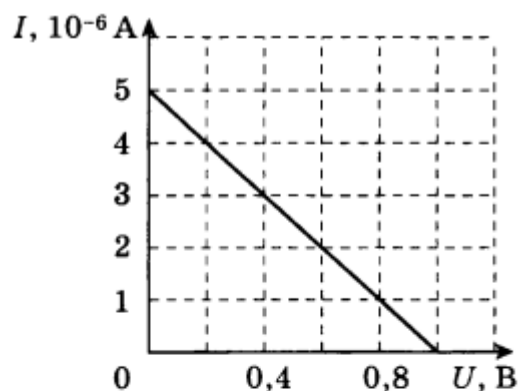
- 1) увеличилось в 1,5 раза
 2) стало равным нулю
 3) уменьшилось в 2 раза
 4) уменьшилось менее чем в 2 раза

8. От чего зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте?

- А) от частоты падающей световой волны
 Б) от интенсивности падающего света
 В) от работы выхода электрона из металла
 Правильными являются ответы

- 1) только Б 2) А и Б 3) А и В 4) А, Б и В

9. Фотоэлектроны, вылетающие из металлической пластины, тормозятся электрическим полем. Пластина освещена светом, энергия фотонов которого равна 3 эВ. На рисунке приведён график зависимости фототока от напряжения тормозящего поля. Определить работу выхода электрона.



- 1) 1 эВ 2) 2 эВ 3) 2,5 эВ 4) 5 эВ

10. Свет с частотой $4 \cdot 10^{15}$ Гц состоит из фотонов с электрическим зарядом, равным

- 1) $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл 3) 0
2) $6,4 \cdot 10^{-19}$ Кл 4) $6,4 \cdot 10^{-4}$ Кл

11. В каком из перечисленных ниже диапазонов электромагнитного излучения энергия фотонов имеет наименьшее значение?

- 1) рентгеновском 3) видимом
2) ультрафиолетовом 4) инфракрасном

12. Лазер излучает свет на частоте $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Луч этого лазера можно представить как поток фотонов, энергия каждого из которых равна

- 1) $9,9 \cdot 10^{-12}$ Дж 3) $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж
2) $2 \cdot 10^{-5}$ Дж 4) $1,32 \cdot 10^{-48}$ Дж

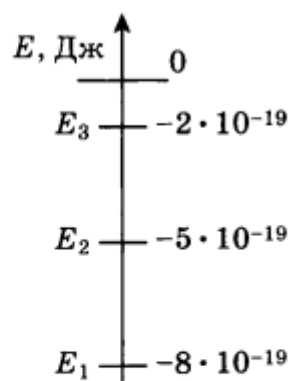
13. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше модуля импульса фотона во втором пучке. Отношение длины волны света в первом пучке к длине волны света во втором пучке равно

- 1) 1 2) 2 3) $\sqrt{2}$ 4) $\frac{1}{2}$

14. В каком из перечисленных ниже диапазонов электромагнитного излучения импульс фотона имеет наибольшее значение?

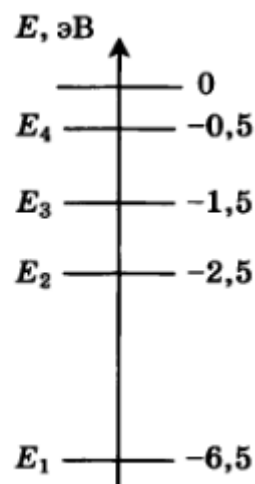
- 1) рентгеновском 3) ультрафиолетовом
2) видимом 4) инфракрасном

4. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов разреженного газа имеет вид, показанный на рисунке. Атомы находятся в состоянии с энергией E_3 . Какие фотоны может поглощать данный газ согласно постулатам Бора?



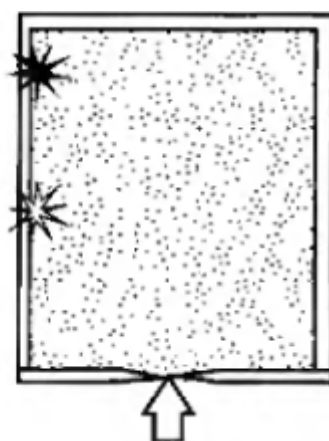
- 1) с любой энергией в пределах от $2 \cdot 10^{-19}$ до $8 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) с любой энергией, меньшей $2 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) только с энергией $2 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) с любой энергией, большей или равной $2 \cdot 10^{-19}$ Дж

7. На рисунке показана схема нижних энергетических уровней атомов разреженного газа. Атомы находятся в состоянии с энергией E_3 . Какова кинетическая энергия электронов, покидающих атомы, когда их освещают жёлтым светом (энергия фотона — 5 эВ)?



- 1) 5 эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 3,5 эВ
- 4) 6,5 эВ

1. Неизвестная частица, являющаяся продуктом некоторой ядерной реакции, влетает в камеру с магнитным полем, направленным перпендикулярно направлению её движения (перпендикулярно плоскости рисунка). Белой звёздочкой на рисунке показано место, где частица ударилась в экран. Чёрной звёздочкой показано место, в которое на



экран попадают протоны 1_1p с тем же импульсом. Неизвестная частица, скорее всего, является

- 1) электроном ${}^0_{-1}e$
- 2) нейтроном 1_0n
- 3) α -частицей ${}^4_2\text{He}$
- 4) позитроном ${}^0_{-1}e$

3. Ядро ${}^{237}_{93}\text{Np}$, испытав серию α - и β -распадов, превратилось в ядро ${}^{213}_{83}\text{Bi}$. Определите число α -распадов.

- 1) 6
- 2) 2
- 3) 24
- 4) 4

4. Период полураспада ядер атомов некоторого элемента составляет 17 с. Это означает, что

- 1) за 17 с атомный номер каждого атома уменьшится вдвое
- 2) одно ядро распадается каждые 17 с
- 3) половина изначально имевшихся ядер распадётся за 17 с
- 4) все изначально имевшиеся ядра распадутся через 34 с

5. Нагретый атомарный газ углерод ${}^{15}_6\text{C}$ излучает свет. Этот изотоп испытывает β -распад с периодом полураспада 2,5 с. Как изменится спектр излучения всего газа за 5 с?

- 1) спектр ${}^{15}_6\text{C}$ исчезнет и заменится спектром азота ${}^{15}_7\text{N}$
- 2) спектр станет ярче из-за выделяющейся энергии
- 3) спектр сдвинется из-за уменьшения числа атомов углерода
- 4) спектр ${}^{15}_6\text{C}$ станет менее ярким, к нему добавятся линии азота ${}^{15}_7\text{N}$

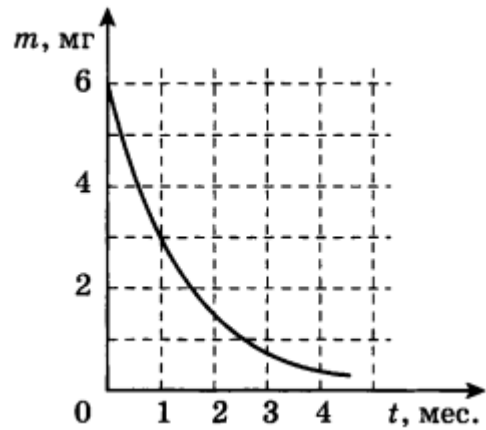
6. Какая доля большого числа радиоактивных ядер останется нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

- 1) $\frac{1}{4}$
- 2) 0
- 3) $\frac{1}{2}$
- 4) $\frac{3}{4}$

8. Электронная оболочка атома алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ содержит

- 1) 27 электронов
- 2) 40 электронов
- 3) 13 электронов
- 4) 14 электронов

7. На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полураспада этого вещества равен



- 1) 1 мес.
- 2) 2 мес.
- 3) 3 мес.
- 4) 4 мес.

9. Сколько нейтронов образуется в реакции ${}_{42}^{92}\text{Mo} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_{43}^{92}\text{Tc} + k \cdot {}_0^1n$?

- 1) 0
- 2) 1
- 3) 2
- 4) 3

10. Торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$, испытав 4 электронных β -распада и 6 α -распадов, превращается в стабильный изотоп

- 1) ${}_{66}^{224}\text{Dy}$
- 2) ${}_{78}^{208}\text{Pt}$
- 3) ${}_{82}^{208}\text{Pb}$
- 4) ${}_{98}^{256}\text{Cf}$

11. В реакции радиоактивного превращения ядра ${}_{19}^{40}\text{K}$ в ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ вылетает одна частица с массой, не равной нулю. Это

- 1) нейтрон
- 2) позитрон
- 3) протон
- 4) электрон

12. При поглощении протона ядро ${}_{90}^{232}\text{Th}$ превращается в ядро ${}_{87}^{212}\text{Fr}$, испуская протоны и нейтроны. Сколько протонов и сколько нейтронов образуется при этой реакции?

- 1) протонов 3, нейтронов 20
- 2) протонов 3, нейтронов 17
- 3) протонов 4, нейтронов 21
- 4) протонов 4, нейтронов 17

13. Ядро магния ${}_{12}^{21}\text{Mg}$ поглотило (захватило) электрон и испустило протон. В результате реакции образовалось ядро

- 1) ${}_{10}^{21}\text{Ne}$
- 2) ${}_{12}^{20}\text{Mg}$
- 3) ${}_{10}^{20}\text{Ne}$
- 4) ${}_{14}^{22}\text{Si}$

14. Какая из записей противоречит закону сохранения массового числа в ядерных реакциях?

- 1) ${}_{7}^{12}\text{N} \rightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_{1}^0\text{e} + \nu_e$
- 2) ${}_{6}^{11}\text{C} \rightarrow {}_{7}^{10}\text{N} + {}_{-1}^0\text{e} + \bar{\nu}_e$
- 3) ${}_{3}^6\text{Li} + {}_{1}^1\text{p} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{2}^3\text{He}$
- 4) ${}_{4}^9\text{Be} + {}_{1}^2\text{H} \rightarrow {}_{5}^{10}\text{B} + {}_{0}^1\text{n}$

15. Соответствует ли уравнение ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{11}_6\text{C} + {}^1_0n$ законам сохранения массового числа и заряда в ядерных реакциях?

- 1) для массового числа соответствует, для заряда нет
- 2) для заряда соответствует, для массового числа нет
- 3) соответствует обоим законам сохранения
- 4) не соответствует обоим законам сохранения

16. Ниже записаны уравнения ядерных реакций. Какая из них может быть использована для получения цепной реакции деления?

- 1) ${}^{243}_{96}\text{Cm} + {}^1_0n \Rightarrow 4 {}^1_0n + {}^{108}_{42}\text{Mo} + {}^{132}_{54}\text{Xe}$
- 2) ${}^{12}_6\text{C} \Rightarrow {}^6_3\text{Li} + {}^6_3\text{Li}$
- 3) ${}^{227}_{90}\text{Th} + {}^1_0n \Rightarrow {}^{129}_{49}\text{In} + {}^{99}_{41}\text{Nb}$
- 4) ${}^{249}_{96}\text{Cm} \Rightarrow {}^{108}_{43}\text{Tc} + {}^{141}_{53}\text{I}$

17. Для возникновения цепной реакции при делении тяжёлых ядер наиболее существенно соотношение числа образующихся в ядерной реакции и поглощаемых в системе

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1) γ -квантов | 3) протонов |
| 2) нейтронов | 4) электронов |

1 бальные расчетные задачи

1. Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Поглощаемая мощность $P = 3,3 \cdot 10^{-14}$ Вт. Сколько фотонов поглощает детектор за время $t = 6$ с?

Ответ: _____ $\cdot 10^5$ фотонов.

9. 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.

6. Металлическую пластину освещают светом с энергией фотонов $8,1$ эВ. Работа выхода для металла пластины равна $4,4$ эВ. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов?

Ответ: _____ эВ.

7. На металлическую пластинку падает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна $7,7$ эВ. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет $2,7$ эВ. Определите работу выхода электронов из металла.

Ответ: _____ эВ.

13. На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет половину от энергии фотонов, а работа выхода из металла равна 4 эВ. Чему равна энергия фотонов падающего излучения?

Ответ: _____ эВ.

16. Фотоны с энергией $2,1$ эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна $1,9$ эВ. На какую величину нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

17. Красная граница фотоэффекта для натриевого фотокатода $\lambda_{кр} = 540$ нм. Какова максимальная кинетическая энергия фо-

тоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокатода, освещенного светом длиной волны $\lambda = 450$ нм? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ эВ.

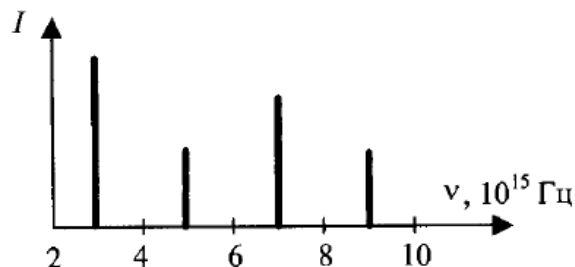
20. Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_{\text{кр}} = 0,62$ мкм. Какова максимальная скорость фотоэлектронов при облучении калиевого фотокатода светом частотой $\nu = 8 \cdot 10^{14}$ Гц? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ км/ч.

21. На металлическую пластинку падает свет с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для металла этой пластинки $\lambda_{\text{кр}} = 500$ нм. Во сколько раз энергия падающего фотона превосходит максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона, выбитого из пластинки?

Ответ: _____ .

27. На металлическую пластинку с работой выхода $A = 2$ эВ падает электромагнитное излучение. Зависимость интенсивности излучения от его частоты представлена на рисунке. При какой частоте будет наблюдаться максимальная скорость фотоэлектронов?



Ответ: _____ $\cdot 10^{15}$ Гц.

33. Найдите работу выхода электронов из освещенной пластины, если запирающее напряжение U , составляет 3 В, а длина волны света, падающего на фотокатод, $3 \cdot 10^{-7}$ м.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Дж.

36. Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом фиксированной частоты. При этом запирающее напряжение равно U . После изменения частоты света запирающее напряжение увеличилось на $\Delta U = 1,2$ В. Насколько изменилась частота падающего света? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ $\cdot 10^{14}$ Гц.

37. В опыте по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. При этом измеряется запирающее напряжение.

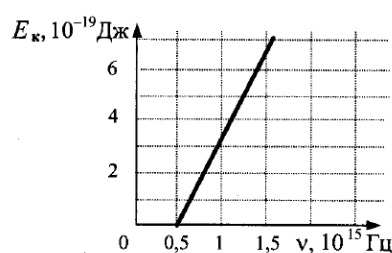
В таблице представлены результаты одного из первых таких опытов при освещении одной и той же пластины.

Запирающее напряжение U , В	0,4	0,6
Частота ν , 10^{14} Гц	5,5	6,1

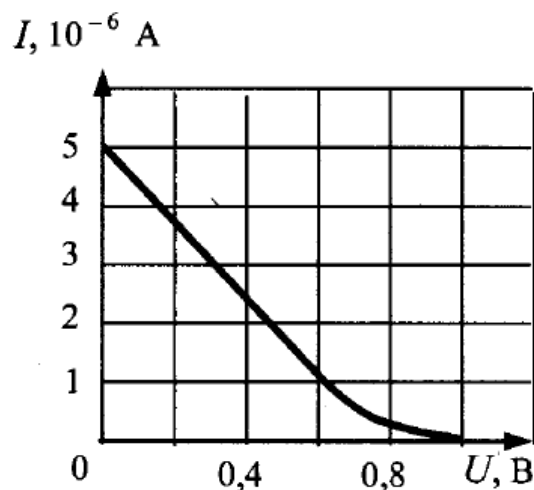
Чему равна постоянная Планка по результатам этого эксперимента? Ответ округлите до десятых.

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

40. Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график зависимости максимальной энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Какова длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для оксида кальция?



43. Фотоэлектроны, вылетающие из металлической пластины, тормозятся электрическим полем. Пластина освещена светом, энергия фотонов которого 3 эВ. На рисунке приведен график зависимости фототока от напряжения тормозящего поля. Какова работа выхода электрона с поверхности пластины?

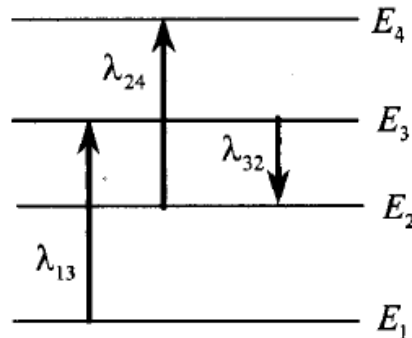


Ответ: эВ.

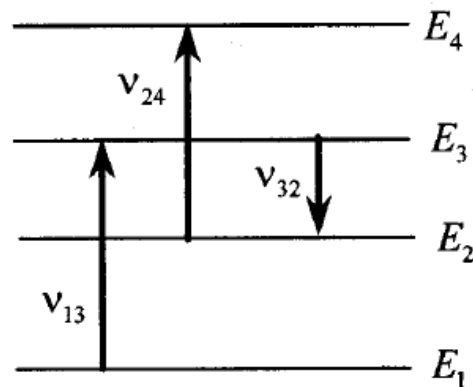
Задания с развернутым ответом

1. Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 600$ нм равна $P = 2$ мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.
4. Излучением лазера с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м за время $1,25 \cdot 10^4$ с был расплавлен лед массой 1 кг, взятый при температуре 0 °С, и полученная вода была нагрета на 100 °С. Сколько фотонов излучает лазер за 1 с? Считать, что 50% излучения поглощается веществом.

9. На рисунке представлены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, испускаемых и поглощаемых при переходах между ними: $\lambda_{13} = 300$ нм; $\lambda_{32} = 550$ нм. Минимальная длина волны излучаемого фотона при всех возможных переходах между этими уровнями энергии $\lambda_0 = 250$ нм. Какова длина волны λ_{24} фотона, поглощаемого при переходе с уровня E_2 на уровень E_4 ?



6. На рисунке представлены энергетические уровни атома и указаны частоты световых волн, испускаемых и поглощаемых при переходах между ними: $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$ Гц; $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц. При переходе с уровня E_4 на уровень E_1 атом излучает свет с длиной волны $\lambda = 360$ нм. Какова частота колебаний световой волны, поглощаемой атомом при переходе с уровня E_2 на уровень E_4 ?



12. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с

верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

13. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.
14. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой: $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана, на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера и т. д. Найдите отношение γ максимальной длины волны фотона в серии Бальмера к максимальной длине волны фотона в серии Лаймана.
15. Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор — электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются электрическим полем с разностью потенциалов $\Delta U = 15\,000 \text{ В}$ и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны света от источника $\lambda_1 = 820 \text{ нм}$, а света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410 \text{ нм}$. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию

светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

17. Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 531$ нм. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла $A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19}$ Дж?
21. В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла?
25. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попадая на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?
29. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6$ эВ) поглощает фотон и ионизируется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра со скоростью $v = 1000$ км/с. Какова частота поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

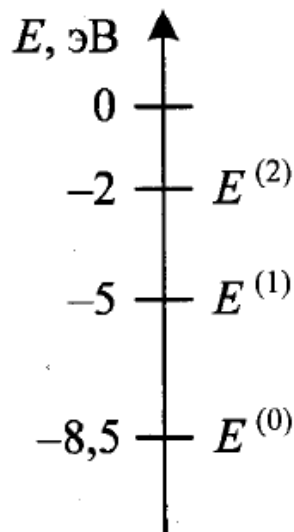
30. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $s = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.
31. Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$ Гц из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В/м. Каков тормозной путь для тех электронов, чья скорость максимальна и направлена вдоль линий напряженности поля?
32. При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов $\Delta U = 5$ В. Какова работа выхода $A_{\text{вых}}$, если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?
33. Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м, причем вектор напряженности \vec{E} поля направлен к пластине перпендикулярно ее поверхности. Измерения показали, что на расстоянии 10 см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 15,9 эВ. Определите работу выхода электронов из данного металла.
35. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 2 см. Какова частота ν падающего света?

37. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?
40. В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключен конденсатор емкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $5,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. «Красная граница» фотоэффекта для кальция $\lambda_0 = 450$ нм. Определите частоту световой волны, освещающей катод. Емкостью системы электродов пренебречь.
42. Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус — скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Какой должна быть площадь паруса S , чтобы аппарат массой 500 кг (включая массу паруса) имел ускорение $10^{-4} g$? Мощность W солнечного излучения, падающего на 1 м^2 поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет 1370 Вт/м^2 .
44. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом r . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Найдите индукцию B магнитного поля.

47. Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За какое время температура контейнера повышается на 1 К, если известно, что данное

радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

49. Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. В результате столкновения с одним из таких атомов электрон приобрел некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг · м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

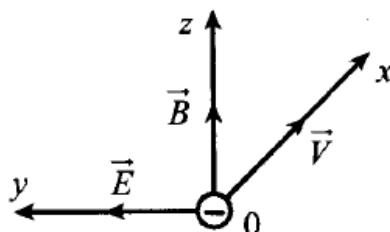


51. Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды. Какую массу воды можно нагреть за 700 с на 10 °С, если источник излучает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

53. π^0 -Мезон массой $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится.
54. Свободный пион (π^0 -мезон) с энергией покоя 135 МэВ движется со скоростью V , которая значительно меньше скорости света. В результате его распада образовались два γ -кванта, причем один из них распространяется в направлении движения пиона, а второй — в противоположном направлении. Энергия первого кванта на 10% больше, чем второго. Чему равна скорость пиона до распада?
55. Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж. Каков средний импульс α -частиц? Масса α -частиц равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистским эффектами пренебречь.
56. В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.
61. Источник, создающий монохроматический пучок параллельных лучей, за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи падают по нормали на площадку $S = 0,7$ см² и создают давление P . При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите давление P , если длина волны излучения $5,5 \cdot 10^{-7}$ м.
62. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего изотоп ${}_{11}^{24}\text{Na}$. Активность 1 см³ этого раствора $a_0 = 2000$ распадов в секунду. Период полураспада изотопа ${}_{11}^{24}\text{Na}$ равен $T = 15,3$ ч.

Через $t = 3$ ч 50 мин активность 1 см^3 крови пациента стала $a = 0,28$ распадов в секунду. Каков объем введенного раствора, если общий объем крови пациента $V = 6$ л? Переходом ядер изотопа ${}_{11}^{24}\text{Na}$ из крови в другие ткани организма пренебречь.

64. Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox с катода фотоэлемента под действием света, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рис.). Какой должна быть величина E напряженности электрического поля, чтобы самые быстрые электроны отклонялись в положительном направлении оси Oy ? Работа выхода для вещества катода $2,39$ эВ, частота света $6,4 \cdot 10^{14}$ Гц, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.



67. Определите, какая масса ${}_{92}^{235}\text{U}$ расходуется за неделю на атомной электростанции, если ее мощность равна 38 МВт. Коэффициент полезного действия электростанции 20% . При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.
68. В открытый контейнер поместили $1,5$ г изотопа полония-210 ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5$ Па. Определите объем контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

2 бальные задачи

Задание 21 № 3116

Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 500$ нм. Что произойдет с частотой падающего света, импульсом фотонов и кинетической энергией вылетающих электронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 700$ нм одинаковой интенсивности? Фотоэффект наблюдается в обоих случаях.

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) Частота падающего света	1) Увеличивается
Б) Импульс фотонов	2) Уменьшается
В) Кинетическая энергия вылетающих электронов	3) Не изменится

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В

Задание 21 № 3158

Квант света выбивает электрон из металла. Как изменятся при увеличении энергии фотона в этом опыте следующие три величины: работа выхода электрона из металла, максимальная возможная скорость фотоэлектрона, его максимальная кинетическая энергия?

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.

Работа выхода электрона из металла	Максимальная скорость фотоэлектрона	Максимальная кинетическая энергия

Задание 21 № 4752

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) длина волны фотона	1) $\frac{h\nu}{c}$ 2) hc
Б) импульс фотона	

- 3) $\frac{c}{v}$
 4) cv

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Задание 21 № 6502

Монохроматический свет с энергией фотонов $E_{\text{ф}}$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$ и длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов $E_{\text{ф}}$ увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

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

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	«Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$

Задание 21 № 6774

Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Как изменятся работа выхода электронов с поверхности металла и запирающее напряжение, если уменьшить длину волны падающего света?

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.

Работа выхода	Запирающее напряжение

Задание 21 № 6903

Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

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

Концентрация фотонов	Скорость фотона

Задание 21 № 7330

Металлическую пластинку облучают светом с длиной волны λ . Как изменятся максимальная скорость электронов, вылетающих с поверхности этой пластинки, и длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если уменьшить длину волны падающего излучения?

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.

Максимальная скорость электронов, вылетающих с поверхности пластинки	Длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

Задание 21 № 3160

Как изменяются при α -распаде ядра следующие три его характеристики: число протонов, число нейтронов, заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

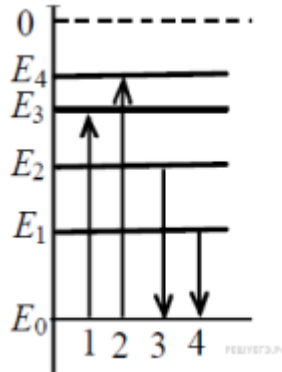
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов	Число нейтронов	Заряд ядра

Задание 21 № 3811

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света

наибольшей длины волны и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) 1
Б) излучение света наибольшей длины волны	2) 2
	3) 3
	4) 4

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Задание 21 № 6967

Ядро элемента A_ZX претерпевает электронный β -распад. Как изменятся следующие физические величины: зарядовое число; массовое число у образовавшегося (дочернего) ядра по отношению к исходному?

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.

Зарядовое число	Массовое число

Задание 21 № 7362

При переходе электрона в атоме с $(n + 1)$ -го энергетического уровня на n -й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся следующие физические величины при уменьшении n на единицу: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

- А) энергия испускаемого фотона
 Б) длина волны испускаемого фотона

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

Задание 21 № 8015

Как изменяются с уменьшением массового числа изотопов одного и того же элемента число нейтронов в ядре и число электронов в электронной оболочке соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

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

Число нейтронов в ядре	Число электронов в электронной оболочке нейтрального атома