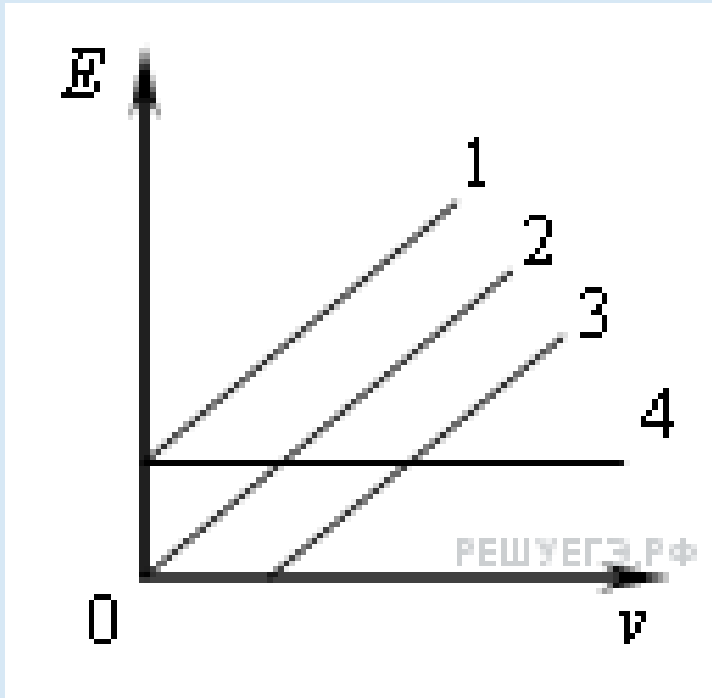


# Квантовая физика . Строение атома



- Какой график соответствует зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов  $E$  от частоты падающих на вещество фотонов при фотоэффекте
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

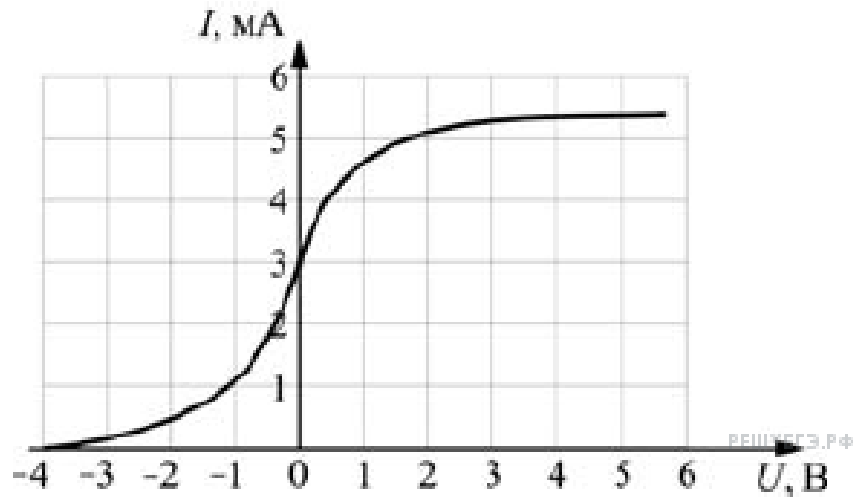
Ответ :

- Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны , 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 максимальная энергия фотоэлектронов
- 4) будет увеличиваться как максимальная энергия, так и количество фотоэлектронов

**Ответ :**

- Электроскоп соединен с цинковой пластиной и заряжен отрицательным зарядом. При освещении пластины ультрафиолетовым светом электроскоп разряжается. С уменьшением частоты света при неизменной мощности светового потока максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов
  - 1) не изменяется
  - 2) уменьшается
  - 3) увеличивается
  - 4) сначала уменьшается, затем увеличивается

Ответ :



В опыте по изучению фотоэффекта одну из пластин плоского конденсатора облучают светом с энергией фотона 6 эВ. Напряжение между пластинами изменяют с помощью реостата, силу фототока в цепи измеряют амперметром

На графике приведена зависимость фототока от напряжения между пластинами. Работа выхода электрона с поверхности металла, из которого сделаны пластины конденсатора, равна

- 1) 1 эВ
- 2) 2 эВ
- 3) 3 эВ
- 4) 4 эВ

Ответ :

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

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А. Частота падающего света
- Б. Импульс фотонов
- В. Кинетическая энергия вылетающих электронов

### ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменится

А	Б	В

Ответ :

- Квант света выбивает электрон из металла. Как изменятся при увеличении энергии фотона в этом опыте величины: работа выхода электрона из металла, максимальная возможная скорость фотоэлектрона, его максимальная кинетическая энергия:
  - 1) увеличится;
  - 2) уменьшится;
  - 3) не изменится.

Ответ :

- Установите соответствие между названиями постулатов и их формулировками.

- ПОСТУЛАТЫ БОРА

А) пер-вый

Б) вто-рой

- ИХ ФОРМУЛИРОВКИ

1) переходя из одного состояния в другое, атом излучает (поглощает) половину разности энергий в начальном и конечном состояниях

2) переходя из одного состояния в другое, атом излучает (поглощает) квант энергии, равный разности энергий в начальном и конечном состояниях

3) атом может находиться только в одном из двух возможных состояний

4) атом может находиться только в одном из состояний с определенным значением энергии

**Ответ :**

А	Б
?	?



- Монохроматический свет с энергией фотонов  $E_{\phi}$  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  $E_{\phi}$  увеличится?
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

модуль запирающего напряжения	длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе»

Ответ :

- Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и скорость каждого фотона?
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Ответ :

- При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался синий светофильтр, а во второй — жёлтый. В каждом опыте измеряли запирающее напряжение.
- Как изменяются
  - А. длина световой волны,
  - Б. напряжение запираения
  - В. кинетическая энергия фотоэлектронов?
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Ответ :

- Какой максимальный заряд  $Q$  может быть накоплен на конденсаторе емкостью  $C = 2 \cdot 10^{-11}$  Ф, одна из обкладок которого облучается светом с длиной волны  $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$  м? Работа выхода электрона составляет  $A = 3 \cdot 10^{-19}$  Дж, постоянная Планка  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, величина заряда электрона  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, скорость света  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с

•  
Ответ:  $Q = 1,2 \cdot 10^{-11}$  Кл.

- 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?
- Ответ:  $A_{\text{вых}} \approx 3,0 \cdot 10^{-19}$  Дж

- **Давление монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно  $0,12$  мкПа. Определите число фотонов, падающих каждую секунду на  $1 \text{ м}^2$  поверхности.**

- Давление света от Солнца, который падает перпендикулярно на абсолютно чёрную поверхность, на орбите Земли составляет около  $p = 5 \cdot 10^{-6}$  Па. Оцените концентрацию  $n$  фотонов в солнечном излучении, считая, что все они имеют длину волны  $\lambda = 500$  нм.

$$1,3 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}.$$

- Источник в монохроматическом пучке параллельных лучей за время  $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$  с излучает  $N = 5 \cdot 10^{14}$  фотонов. Лучи падают по нормали на площадку  $S = 0,7 \text{ см}^2$  и создают давление  $P = 1,5 \cdot 10^{-5}$  Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения

$$\lambda = \frac{1,4 \cdot 5 \cdot 10^{14} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$



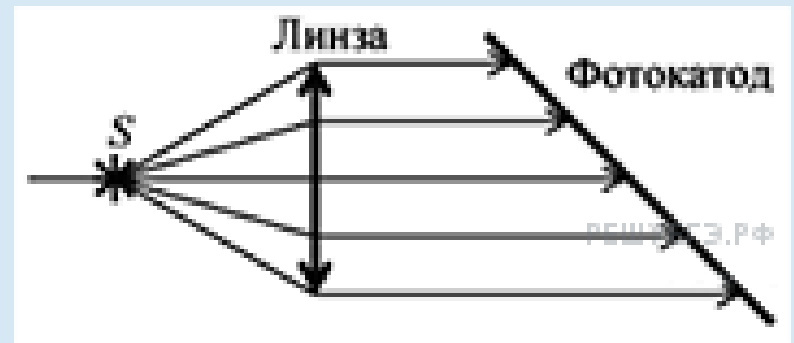
- Металлическая пластина облучается светом частотой  $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$  Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

- Ответ:  $\approx 5,95 \cdot 10^{-19}$  Дж  $\approx 3,7$  эВ

- Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм. Работа выхода электронов из кальция равна  $A_{\text{вых}} = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом  $R = 4$  мм. Каков модуль индукции магнитного поля  $B$ ?

$10^{-3}$  Тл.

- В установке по наблюдению фотоэффекта свет от точечного источника  $S$ , пройдя через собирающую линзу, падает на фотокатод параллельным пучком. В схему внесли изменение: на место первоначальной линзы поставили другую того же диаметра, но с большим фокусным расстоянием. Источник света переместили вдоль главной оптической оси линзы так, что на фотокатод свет снова стал падать параллельным пучком. Как изменился при этом (уменьшился или увеличился) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



- Солнечная постоянная, то есть мощность света, падающего перпендикулярно на единицу площади на уровне орбиты Земли, составляет примерно  $C = 1,4 \text{ кВт/м}^2$ . В ряде проектов для межпланетных сообщений предлагается использовать давление этого света, идущего от Солнца. Оцените силу давления света на идеально отражающий «парус» площадью  $S = 1000 \text{ м}^2$ , расположенный на орбите Земли перпендикулярно потоку света от Солнца.

$10^{-2} \text{ Н}$ .

- Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью  $E$ . Пролетев путь  $S = 5 \cdot 10^{-4}$  м, он приобретает скорость  $v = 3 \cdot 10^6$  м/с.

Какова напряженность электрического поля?  
Релятивистские эффекты не учитывать.

- Ответ:

$$E \approx 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$$

- Небольшой уединённый металлический шарик долго облучали в вакууме светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм, в результате чего он за-рядился и приобрёл потенциал  $\phi = 2,23$  В. Чему равна работа выхода электрона из этого металла? Ответ выразите в эВ.

1,9 эВ.

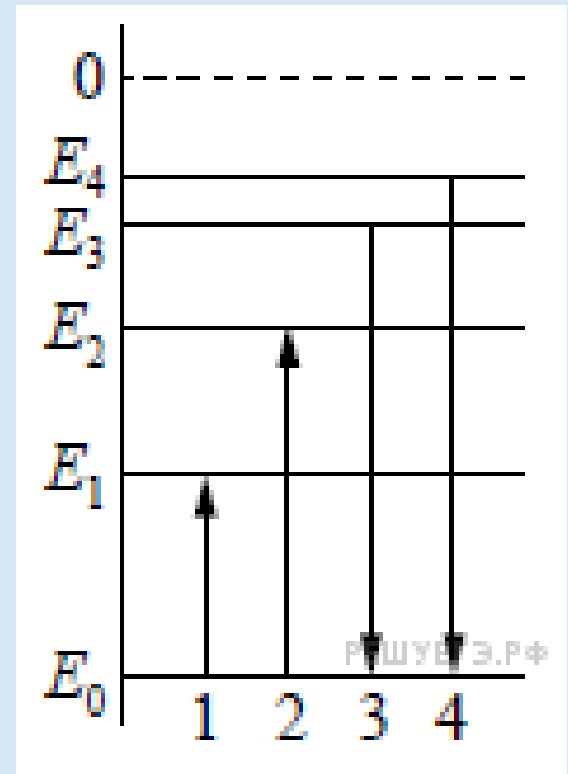
- Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$

При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, этот фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ .

Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

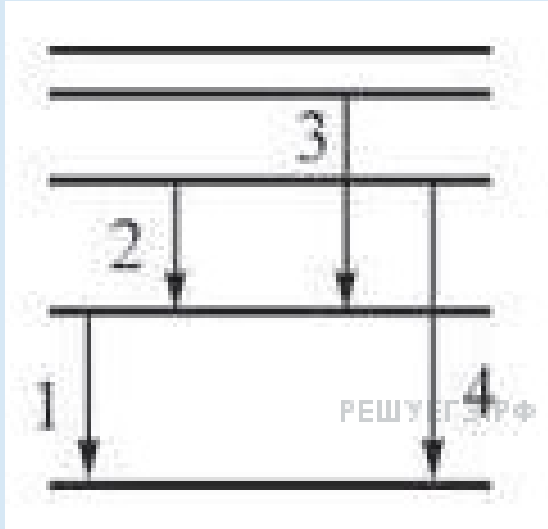
$$1,5 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

- На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света
- А. наименьшей длины волны
- Б. излучением кванта света с наибольшей энергией?



**Ответ :**



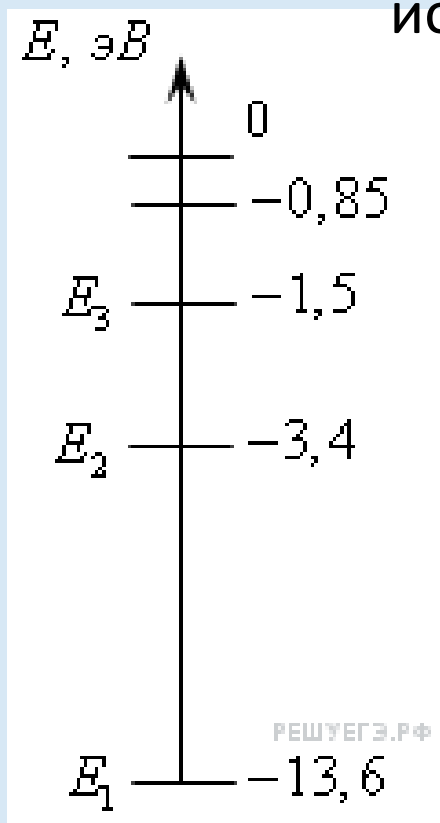


1. На рисунке изображена схема электронных переходов между энергетическими уровнями атома, происходящих с излучением фотона. Минимальный импульс имеет фотон, излучаемый при переходе

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

**Ответ :**

2. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода. Если атом находится в основном состоянии, то для его перехода в ионизированное состояние необходимо



- 1) получить от атома энергию 3,4 эВ
- 2) сообщить атому энергию 3,4 эВ
- 3) получить от атома энергию 13,6 эВ
- 4) сообщить атому энергию 13,6 эВ

**Ответ :**

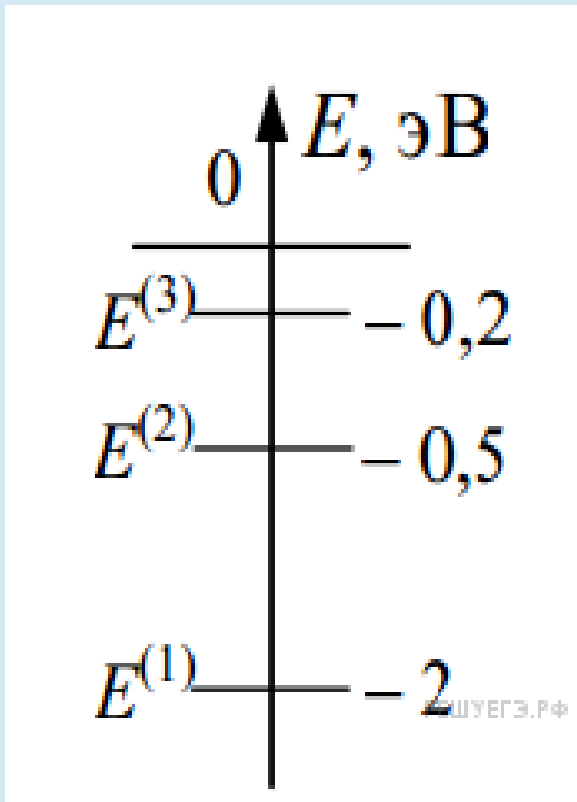
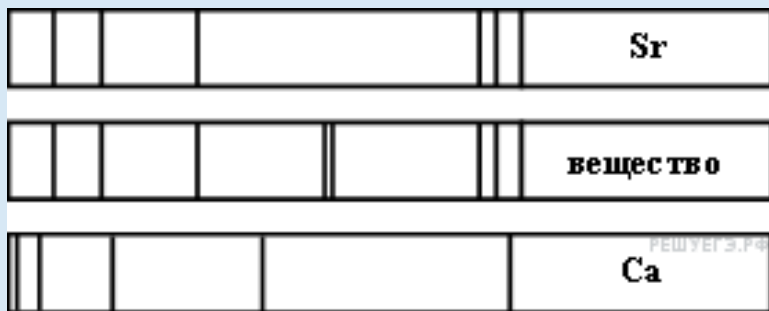


Схема низших энергетических уровней атома имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией  $E_2$ . Согласно постулатам Бора атом может излучать фотоны с энергией:

- 1) только 0,5 эВ
- 2) только 1,5 эВ
- 3) любой, меньшей 0,5 эВ
- 4) любой в пределах от 0,5 до 2 эВ

**Ответ :**



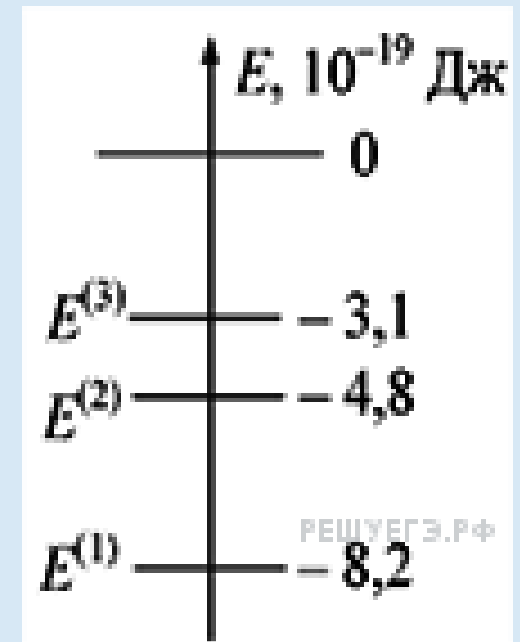
- На рисунке приведены спектр поглощения разреженных атомарных паров неизвестного вещества и спектры поглощения паров известных элементов (вверху и внизу). По анализу спектров можно утверждать, что неизвестное вещество содержит
  - 1) только кальций (Ca)
  - 2) только стронций (Sr)
  - 3) кальций и еще какое-то неизвестное вещество
  - 4) стронций и еще какое-то неизвестное вещество

**Ответ :**

- Линейчатые спектры поглощения и испускания характерны для
- 1) любых тел
- 2) любых нагретых тел
- 3) для твердых нагретых тел
- 4) для нагретых атомарных газов
- 

Ответ :

- На рисунке указаны три низших значения энергии атома натрия. Атомы находятся в состоянии . При освещении атомарных паров натрия светом с энергией фотонов Дж
- 1) произойдёт переход атомов в состояние
- 2) произойдёт переход атомов в состояние
- 3) произойдёт ионизация атомов
- 4) атомы не будут поглощать свет
- 



Ответ :

- В таблице приведены значения энергии для второго и четвёртого энергетических уровней атома водорода.
- Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на четвёртый?

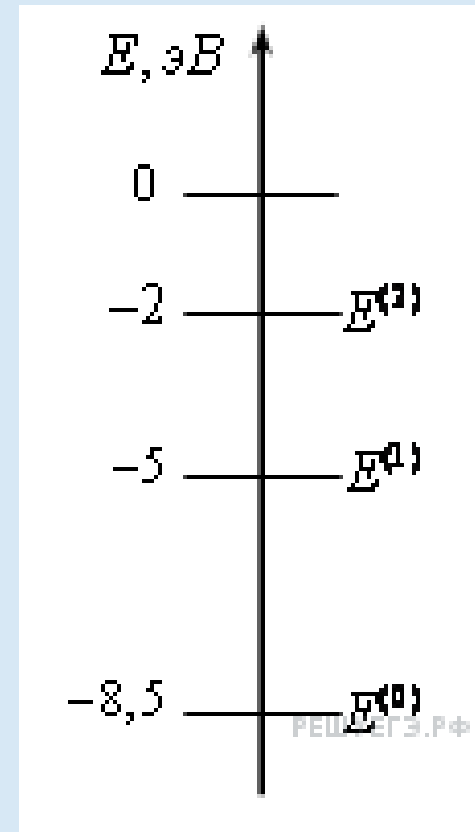
Номер уровня	Энергия, $10^{-19}$ Дж
2	-5,45
4	-1,36

- 1)  $4,09 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 2)  $1,36 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 3)  $5,45 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 4)  $6,81 \cdot 10^{-19}$  Дж

**Ответ :**

- Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E(1)$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких покоящихся атомов, в результате столкновения получил некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с 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. Эффектом отдачи пренебречь.



$$E_0 \approx 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$



- Положительно заряженная частица движется в вакууме с постоянной скоростью. Затем эта частица попадает в однородное электрическое поле и в течение некоторого времени движется в направлении его силовых линий. Как меняются в процессе движения частицы в электрическом поле следующие величины: кинетическая энергия, длина волны де Бройля частицы?
- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Ответ :

- Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой: 
$$E_n = \frac{13,6\text{эВ}}{n^2}, n = 1, 2, 3..$$

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 т. д. Найдите отношение  $\gamma$  максимальной длины волны фотона в серии Бальмера к максимальной длине волны фотона в серии Лаймана.



5,4.