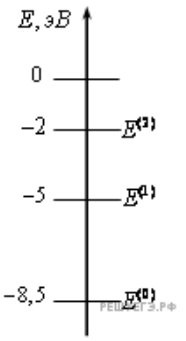
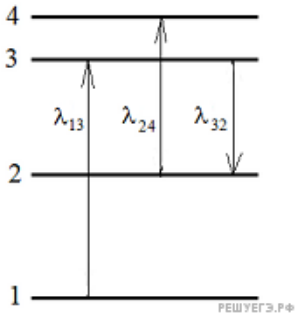
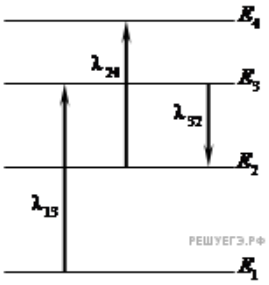
**1.** Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, в результате столкновения получил некоторую дополнительную энергию. Кинетическая энергия электрона до столкновения равнялась $2{,}3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите импульс электрона после столкновения с атомом. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь, до столкновения атом считать неподвижными.




**2.** На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны фотонов, поглощаемых при переходе с уровня $E_1$ на уровень $E_4$ если $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14}$ Гц, $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$ Гц.




**3.** На рисунке изображены несколько энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой.




Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина $\lambda_{13}$, если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?

**4.** Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \ldots$ . При переходе атома из состояния $E_2$ в состояние $E_1$ атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{\text{кр}} = 300$ нм. Чему равна максимально возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

**5.** Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \ldots$ . При переходе атома из состояния $E_2$ в состояние $E_1$ атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, этот фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{\text{кр}} = 300$ нм. Чему равен максимально возможный модуль импульса фотоэлектрона?

**6.** Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \ldots$ . 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, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

**7.** Электрон, движущийся со скоростью $\upsilon = 1{,}5 \cdot 10^6$ м/с, сталкивается с покоящимся протоном, образуя атом водорода в состоянии с энергией $E_n$ (n = 3). В процессе образования атома излучается фотон. Найдите длину волны $\lambda$ этого фотона, пренебрегая кинетической энергией атома. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots$ .

**8.** Электрон, движущийся со скоростью $\upsilon = 2 \cdot 10^6$ м/с, сталкивается с покоящимся протоном, образуя атом водорода в состоянии с энергией $E_n$ ($n = 2$). В процессе образования атома излучается фотон. Найдите частоту $\nu$ этого фотона, пренебрегая кинетической энергией атома. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots$ .

**9.** Покоящийся атом водорода массой $1{,}679 \cdot 10^{-27}$ кг излучает фотон с энергией $16{,}32 \cdot 10^{-19}$ Дж в результате перехода электрона из возбужденного состояния в основное. В результате отдачи атом начинает двигаться поступательно в сторону, противоположную фотону. Найдите кинетическую энергию атома, если его скорость мала по сравнению со скоростью света.

**10.** Электрон, имеющий импульс $p = 2 \cdot 10^{-24}$ кг $\cdot$ м/с, сталкивается с покоящимся протоном, образуя атом водорода в состоянии с энергией $E_n$ ($n = 3$). В процессе образования атома излучается фотон. Найдите длину волны $\lambda$ этого фотона, пренебрегая кинетической энергией атома. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots$ .

**11.** Покоящийся атом излучает фотон с энергией $16{,}32 \cdot 10^{-19}$ Дж в результате перехода электрона из возбужденного состояния в основное. Атом в результате отдачи начинает двигаться поступательно в противоположном направлении с кинетической энергией $8{,}81 \cdot 10^{-27}$ Дж. Найдите массу атома. Скорость атома считать малой по сравнению со скоростью света.

**12.** Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$ эВ, где $n = 1,2,3,\ldots$ . 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, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

**13.** Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = \dfrac{-13{,}6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots$ . 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 так далее. Найдите отношение $\beta$ минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.

**14.** Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой: $E_n = -\dfrac{13{,}6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1,2,3,\ldots$ . 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 так далее. Найдите отношение $\gamma$ максимальной длины волны фотона в серии Бальмера к максимальной длине волны фотона в серии Лаймана.

**15.** В атоме водорода уровни энергии описываются формулой $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$. Наибольшая длина волны излучаемого фотона при переходе на второй уровень энергии равна 650 нм. Чему будет равна наибольшая длина волны излучаемого фотона при переходе на уровень энергии 4.

**16.** В атоме водорода уровни энергии описываются формулой $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$. Наибольшая длина волны излучаемого фотона при переходе на второй уровень энергии равна 655 нм. Найдите $E_0$.

**17.** Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\dfrac{13{,}6 \text{ эВ}}{n^2}$, где $n = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots$ . 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 так далее. Найдите отношение $\beta$ минимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.