

## 5.2.1. Планетарная модель атома

## 5.2.2. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой

27.1. F4C2AB A25 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 энергия поглощённого фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

- 1) 13,6 эВ    2) 16,4 эВ    3) 19,3 эВ    4) 27,2 эВ

27.2. 6A5D87 A25 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 1000 км/с. Какова длина волны поглощённого фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

- 1) 46 нм    2) 64 нм    3) 75 нм    4) 91 нм

32.1. 36B1F8 1EF4D5 Покоящийся атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6$  эВ) поглощает в вакууме фотон с длиной волны  $\lambda = 80$  нм. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.

32.2. 6D6EAB Покоящийся атом излучает фотон с энергией  $16,32 \cdot 10^{-19}$  Дж в результате перехода электрона из возбуждённого 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.

32.3. EB5C27 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -(13,6/n^2)$  эВ, где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода,  $U_{\text{зап}} = 6,1$  В. Какова частота света  $\nu_{\text{кр}}$ , соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода?

32.4. E99B4F Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ},$$

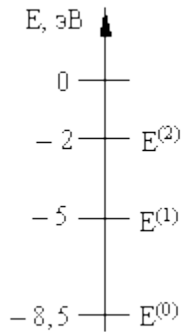
где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попадая на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\lambda_{\text{кр}} = 300$  нм. Чему равна максимальная возможная скорость фотоэлектрона?

32.5. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_0 = -\frac{13,6}{n^2}$  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 максимальная возможная кинетическая энергия фотоэлектрона?

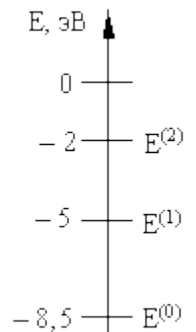
**32.6.** 9C8F39 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_0 = -\frac{13.6}{n^2} \text{эВ}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\lambda_{\text{кр}} = 300 \text{ нм}$ . Чему равен максимально возможный модуль импульса фотоэлектрона?

**32.7.** 765857 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -(13,6/n^2) \text{эВ}$ , где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, этот фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ . Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

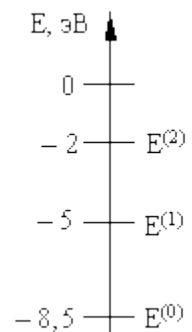
**32.8.** 7B418F 95F8DB Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным  $1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



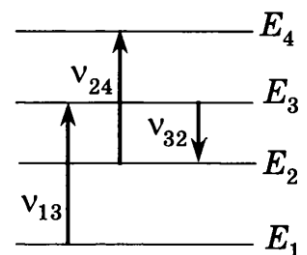
**32.9.** 7B418F Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным  $1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



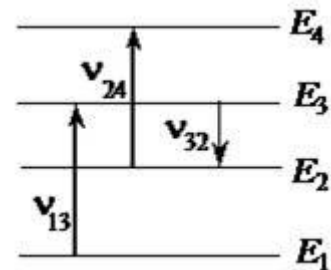
**32.10.** A1DD97 Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией  $E^{(1)}$ . Электрон, движущийся с кинетической энергией  $1,5 \text{ эВ}$ , столкнулся с одним из таких атомов и отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Определите импульс электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



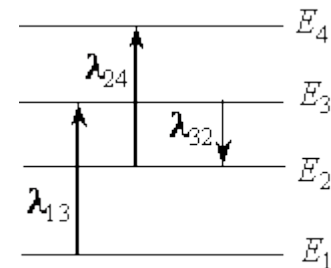
**32.11.** На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при некоторых переходах между ними. Какова максимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями  $E_1, E_2, E_3$  и  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ,  $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ ?



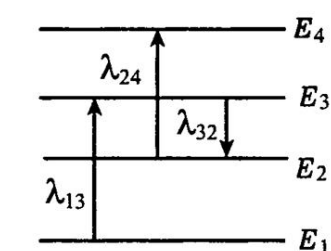
**32.12.** На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при некоторых переходах между ними. Какова максимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями  $E_1, E_2, E_3$  и  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$  Гц?



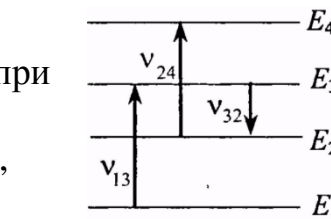
**32.13.** На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна  $l_0 = 250$  нм. Какова величина  $l_{13}$ , если  $l_{32} = 545$  нм,  $l_{24} = 400$  нм?



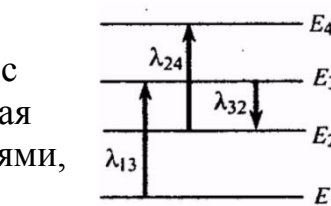
**32.14.** На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны фотонов, излучаемых при переходе с уровня  $E_4$  на уровень  $E_1$ , если  $\lambda_{13} = 400$  нм,  $\lambda_{24} = 500$  нм,  $\lambda_{32} = 600$  нм?



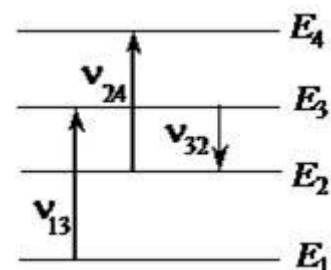
**32.15.** На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны фотонов, поглощаемых при переходе с уровня  $E_1$  на уровень  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14}$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



**32.16.** 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.  $\lambda_{32} = 545$  нм,  $\lambda_{24} = 400$  нм. Какова величина  $\lambda_{13}$ ?



**32.17.** На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при некоторых переходах между ними. Какова максимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями  $E_1, E_2, E_3$  и  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$  Гц?



**32.18.** FCD901 Электрон, имеющий импульс  $p = 2 \cdot 10^{-24}$  кг·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  $E_n = -(13.6/n^2)$  эВ, где  $n = 1, 2, 3, \dots$

**32.19.** В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6 \text{ эВ}$ ) поглощает фотон с частотой  $3,7 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ . С какой скоростью  $v$  движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

**32.С6.1.** Фотокатод с работой выхода  $4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  освещается светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией  $2 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$  перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности  $2 \text{ см}$ . Какова частота  $\nu$  падающего света?