

Задача на постулаты Бора №1

Условие

Вычислить энергию ϵ фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

Решение

Энергия фотона, испускаемого атомом водорода при переходе с одного энергетического уровня на другой, равна:

$$\epsilon = E_i \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$E_i = 13,6 \text{ эВ}$$

Здесь E_i - энергия ионизации атома водорода.

Рассчитаем:

$$\epsilon = 13,6 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 12,09 \text{ эВ}$$

Ответ: 12,09 эВ.

Задача на постулаты Бора №2

Условие

Найдите максимальную длину волны, излучаемой в серии Бальмера.

Решение

Запишем формулу Бальмера-Ридберга:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Максимальная длина волны соответствует минимальному значению разности:

$$\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

То есть:

$$\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{5}{36}$$

Отсюда найдем:

$$\lambda_{max} = \frac{36}{R \cdot 5}$$

$$R = 1,0973732 \text{ м}^{-1}$$

$$\lambda_{max} = \frac{36}{1,0973732 \cdot 5} = 656 \text{ нм}$$

Ответ: 656 нм.

Задача на постулаты Бора №3

Условие

При переходе электрона в атоме из стационарного состояния с энергией – 4,8 эВ излучается фотон, энергия которого равна 3,1 эВ. Определите энергию конечного состояния электрона.

Решение

Атом испускает фотон, а значит, электрон переходит в стационарное состояние с меньшей энергией, которая будет равна разности энергии первоначального состояния и энергии испущенного фотона:

$$E = -4,8 - 3,1 = -7,9 \text{ эВ}$$

Ответ: -7,9 эВ.

Задача на постулаты Бора №4

Условие

Определить изменение энергии ΔE электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой $\nu = 6,28 \cdot 10^{14}$ Гц. Ответ дать в электрон-вольтах.

Решение

Изменение энергии электрона равно энергии испущенного фотона:

$$\Delta E = \epsilon_{\phi}$$

Энергия фотона равна:

$$\epsilon_{\phi} = h\nu$$

Рассчитаем:

$$\epsilon_{\phi} = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 6,28 \cdot 10^{14} = 4,16 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = \frac{4,16 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,6 \text{ эВ}$$

Ответ: 2,6 эВ.

Задача на постулаты Бора №5

Условие

На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны $\lambda = 486 \text{ нм}$?

Решение

Согласно второму постулату Бора:

$$\Delta E = E_k - E_n = h\nu$$

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Delta E = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{486 \cdot 10^{-9}} = 4,086 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,554 \text{ эВ}$$

Ответ: 2,554 эВ.

ЗАДАЧА на постулаты Бора №6

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. Попадая 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?

Решение.

Согласно постулатам Бора, свет излучается при переходе атома на более низкие уровни энергии, при этом фотоны несут энергию, равную разности энергий начального и конечного состояний. Таким образом, испущенный фотон имел нес энергию

$$h\nu = E_2 - E_1 = -13,6 \text{ эВ} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right) = 10,2 \text{ эВ}$$

Согласно уравнению фотоэффекта, максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов связана с энергией фотона и работой выхода соотношением

$$h\nu = A + E$$

Работа выхода связана с частотой красной границы соотношением:

$$A = h\nu_{кр}$$

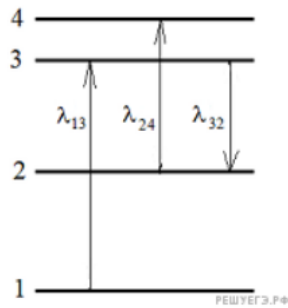
Таким образом, максимально возможный импульс фотоэлектрон равен

$$\begin{aligned} p &= \sqrt{2mE} = \sqrt{2m(h\nu - A)} = \\ &= \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} - 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж} \cdot \text{с)} \cdot 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц)}} \approx \\ &\approx 15 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с} \end{aligned}$$

Ответ: $\approx 15 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

ЗАДАЧА на постулаты Бора №7

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.



Решение.

Частота фотона, испускаемого или поглощаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней: $\nu_{21} = \frac{|E_2 - E_1|}{h}$.

Поэтому запишем: $\nu_{14} = \nu_{13} + \nu_{24} - \nu_{32} = (6 + 4 - 3) \cdot 10^{14} = 7 \cdot 10^{14}$ Гц. Отсюда: $\lambda_{14} = \frac{c}{\nu_{14}}$.

Ответ: $\lambda_{14} \approx 4,3 \cdot 10^{-7}$ м.