ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ 38. ВОЛНОВОСТЬ. СООТНОШЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЕЙ ГЕЙЗЕНБЕРГА.

№1

Так происходит процесс взаимодействия фотона с атомом:

1. Сначала электрон покоится на 1м уровне: в минимуме потенциальной энергии
2. В него влетает фотон. При этом электрон перемещается на один из тех, более высоких уровней, для перемещения на который у него хватает энергии
3. Излишек энергии выделяется также в виде фотона
4. Но теперь у нас есть возбуждённый атом, который долго не живёт. Электрон обязательно перейдёт назад — на первый уровень. Он может это сделать сразу, может любым путём по энергетическим уровням. При каждом переходе происходит излучение — с разными частотами.

На какой максимальный уровень сможет запрыгнуть электрон с первого за счёт прилетевшего фотона?

$$\Delta E + h\nu_1 = \frac{k^2 e^4 m_e}{2\hbar^2} \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_{max}^2}\right) + h\nu_1 = h\nu_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_0} \tag{1}$$

$n_{max}^2 - at\ min(\nu_1)$

$$1 - \frac{1}{n_{max}^2} \leqslant \frac{\frac{hc}{\lambda_0}}{\frac{k^2 e^4 m_e}{2\hbar^2}} \tag{2}$$

$$n_{max} = \left\lfloor \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{\frac{hc}{\lambda_0}}{\frac{k^2 e^4 m_e}{2\hbar^2}}}} \right\rfloor = \lfloor \approx 3.3513 \rfloor = 3 \tag{3}$$

Тогда:

1. Есть полосы, соответствующие переходам $3 \to 2,\ 3 \to 1,\ 2 \to 1$ (первая есть, так как про освобождении от возбуждения переход может происходить также и не сразу на первый, а постепенно, например, в данном случае такой вариант 1: из 3 в 1 через 2, иначе получается комбинаторика)
2. Если полосы, соответствующие выбросу излишка энергии в виде фотона при поглощении другого и переходе в возбуждённое состояние. Они имеют другие частоты и, $\Longrightarrow$, создают дополнительные полосы, а именно: $h\nu_0 - \{1 \to 2\}$, $h\nu_0 - \{1 \to 3\}$

То есть ответ: 5.

Если не учитывать, что «разбуждение» может происходить по стадиям, то 4.

№2

Когда происходит фиксирование прибором длины волны, её импульс становится известен с понятно какой точностью.

Но при место фиксирования известно, неизвестно только то, в какое именно время происходило испускание фотона и то, сколько он пролетел за это время (местом можно пренебречь в силу малости радиуса атома по сравнению с $c\tau$). Мы считаем это на момент излучения, так как в момент фиксации происходит деформация частицы.

Так как

$$\Delta y \cdot \Delta p_y \gtrapprox \hbar \tag{4}$$

,

$$\hbar \lessapprox c\tau \cdot \Delta \left(\frac{E}{c} \right) = c\tau \cdot \Delta \left(\frac{\frac{hc}{\lambda}}{c} \right) = c\tau \cdot \Delta \left(\frac{h}{\lambda} \right) = c\tau \cdot \left(\frac{h}{\lambda_{min}} - \frac{h}{\lambda_{max}} \right) = c\tau \cdot \left(\frac{h\left(\lambda + \frac{\Delta\lambda}{2} - \lambda + \frac{\Delta\lambda}{2}\right)}{\lambda^2} \right) \quad (5)$$

То есть

$$\Delta\lambda = \frac{\hbar\lambda^2}{h \cdot c\tau} = \frac{\lambda^2}{2\pi \cdot c\tau} \approx 1.326 \times 10^{15} \ nm \quad (6)$$