

امتحان الأطياف الذرية والانتقالات الاشعاعية الخيار الثاني

حل السؤال الأول :

- كه إلكترون في مدار يساهم بـ h بغض النظر عن اللف .
 • كل زوج من الإلكترونات في مدارين $\psi_1(\vec{r})$ و $\psi_2(\vec{r})$ يساهم بطاقة كولوم (حد هارترى) J_{12} بغض النظر عن اللف .
 • كل زوج من الإلكترونات في مدارين $\psi_1(\vec{r})$ و $\psi_2(\vec{r})$ يساهم بطاقة كسب نفس اللف يساهم بطاقة ببادل K_{12} .

ومن

$$a : \langle H \rangle = 2h_{11} + h_{22} + 2J_{12} - K_{12} + J_{11}$$

(3 حل)

$$b : \langle H \rangle = h_{11} + h_{22} + h_{33} - K_{12} - K_{13} - K_{23}$$

(3 حل)

حل السؤال الثاني :

(1 حل)

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

نكتب طاقة ذرة الهيدروجين

خط ليمان ألفا $n=2 \rightarrow n'=1$

$$|E_{n'} - E_n| = h\nu$$

$$\Rightarrow 10.2 \text{ eV} = 4.13 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{Hz}^{-1} \times \nu$$

$$\Rightarrow \underline{\nu = 2.47 \times 10^{15} \text{ Hz}}$$

(3 حل)

التواتر

الطول الموجي

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = 1.21457 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 121.457 \text{ nm}$$

(2 حل)

حل التمرين الثاني

. إن المركبة v_x للسرعة الذرة هي فقط من تساهم في فعل دوبلر .
نفترض أن $v_x \ll c$ السرعة غير نسبية

. نفترض أن الطول الموجي λ (أو التواتر ν) للصور المنبعث عن الذرة عند السكون و الطول الموجي λ_0 (أو التواتر ν_0) للصور المنبعث عن الذرة في حالة الحركة بسرعة v_x علن

$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \approx -\frac{v_x}{c} \quad , \quad \frac{\nu - \nu_0}{\nu_0} \approx +\frac{v_x}{c}$$

أو

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 - \frac{v_x}{c}\right) \quad \text{.. (1)}$$

$$\nu = \nu_0 \left(1 + \frac{v_x}{c}\right) \quad \text{.. (2)}$$

. إن توزيع السرعات v_x للذرات يُوضع لتوزيع ماكسويل - بولتزمان وبالتالي شدة الإشعاع تكتب على النحو التالي:

$$I \propto e^{-\frac{1}{2} m v_x^2 / k_B T}$$

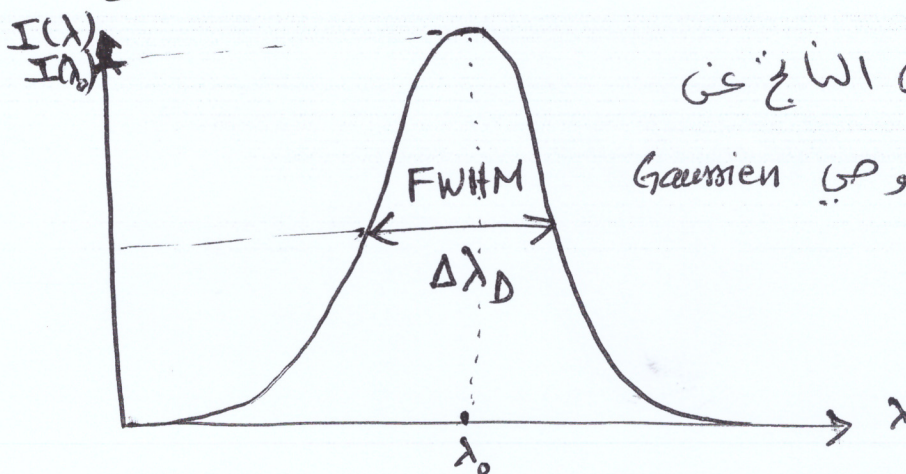
ثم نعوض v_x من خلال العبارة (1) أو العبارة (2). نجد :

$$I(\lambda) = I(\lambda_0) e^{-\frac{1}{2} m c^2 (\lambda - \lambda_0)^2 / \lambda_0^2 k_B T}$$

أو

$$I(\nu) = I(\nu_0) e^{-\frac{1}{2} m c^2 (\nu - \nu_0)^2 / \nu_0^2 k_B T}$$

. فحسب عرض الخط (العرض الكامل عند نصف الارتفاع FWHM)



وتمثل التعريف السابق عن دوبلر هو غاوسي Gaussian

$$\text{FWHM} \Rightarrow I(\lambda) = \frac{1}{2} I(\lambda_0)$$

و

$$I(\lambda_0) e^{-\frac{1}{2} m c^2 (\lambda - \lambda_0)^2 / \lambda_0^2 k_B T} = \frac{1}{2} I(\lambda_0)$$

$$-\frac{1}{2} m c^2 (\lambda - \lambda_0)^2 / \lambda_0^2 k_B T = -\ln 2$$

$$m c^2 (\lambda - \lambda_0)^2 = (2 \ln 2) \lambda_0^2 k_B T$$

$$\lambda - \lambda_0 = \pm \sqrt{\frac{k_B T}{m c^2} \lambda_0^2 (2 \ln 2)}$$

$$\Rightarrow \lambda_{1,2} = \lambda_0 \pm \lambda_0 \sqrt{\frac{k_B T}{m c^2} (2 \ln 2)}$$

$$\Rightarrow \Delta \lambda_D = \lambda_0 \sqrt{\frac{k_B T}{m c^2} (8 \ln 2)}$$

$$= (7.16 \times 10^{-7}) \lambda_0 \left(\frac{T}{m} \right)^{1/2}$$

أ،

$$\Delta \nu_D = \nu_0 \sqrt{\frac{k_B T}{m c^2} (8 \ln 2)}$$

$$= (7.16 \times 10^{-7}) \nu_0 \left(\frac{T}{m} \right)^{1/2}$$

حيث T بالكلفن ، m هي الكتلة الذرية بـ amu .