سلم الفيزياء الكمومية

قسم (2)

حل ١: **المسلمة الأولى:** يدور الالكترون حول النواة في مدار دائري دون أن يشع طاقة أو يمتص طاقة وتدعى هذه المدارات بالحالات المستقرة.

المسلمة الثانية: يدور الالكترون في مدارات معينة بحيث تكون كمية الحركة الزاوية

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} \qquad L = mvr$$

المسلمة الثالثة: الالكترون يدور في مدار مسموح لا تنبعث منه أي موجات كهرومغناطيسية على الرغم من أن له تسارعاً ثابتاً (كمية الحركة ثابتة أو الحالات المستقرة).

المسلمة الرابعة: الإصدار أو الامتصاص الكهرومغناطيسي يحدث فقط عندما ينتقل من مستوى مستقر معين

$$E_i - E_f = h\nu .$$

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = \frac{2\pi^2 m e^4}{k_0^2 h^3 c}\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

* السلاسل الطيفية:

				حد السلسلة:
ليمان	فوق بنفسجي	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 2, 3, \ldots$	911,2
بالمر	مرئي	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 3, 4, 5, \ldots$	3645,1
باشن	تحت حمراء	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 4, 5, 6$	8201,4
براكيت	تحت حمراء	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 5, 6, 7$	14580 A
فوند	تحت حمراء	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	$n = 6, 7, 8$	22782

حل ٢

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \left[-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2} + U(x)\right]\psi$$

الحل

$$\psi(r,t) = \psi(r)\, e^{-\frac{i}{\hbar}Et} .$$

للتأكد نعوضها

$$\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{i}{\hbar}E\psi(r)\, e^{-\frac{i}{\hbar}Et} = \frac{-i}{\hbar}E\psi(r,t)$$

نضرب الطرفين $i\hbar$

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = E\psi(r,t)$$

$$E\psi(r,t) = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} \Rightarrow E\psi(x)\, e^{-\frac{iEt}{\hbar}} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\psi_{(x)} e^{-\frac{iEt}{\hbar}}\right.$$

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = -\frac{2m}{\hbar^2}E\psi(r) \Rightarrow \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\,\psi(x) = 0$$

$$\frac{d^2\psi_1}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0 \quad \text{Ⓘ} \qquad K_1^2 = \frac{2mE}{\hbar^2}$$

$$\psi_1(x) = A e^{iK_1 x} + B e^{-iK_1 x}.$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2E}{m}}.$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(E-V_0)}{m}}.$$

$$\frac{d^2\psi_2}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E-V_0)\psi_2 = 0. \quad \text{(II)}$$

$$\frac{d^2\psi_2}{\partial x^2} + K_2^2\,\psi_2^2 = 0. \Rightarrow K_2^2 = \frac{2m}{\hbar}(E-V_0)$$

$$\psi_2(x) = C e^{iK_2 x} + D e^{-iK_2 x}.$$

* لكي ~~نجد~~ نطبق قيم A,B,C تطبيق الشروط الحدودية

$$\psi_1(x)\Big|_{x=0} = \psi_2\Big|_{x=0}. \Rightarrow \frac{\partial\psi_1}{\partial x}\Big|_{x=0} = \frac{\partial\psi}{\partial x}\Big|_{x=0}.$$

$$A + B = C. \Rightarrow \left|\frac{\partial\psi_1}{\partial x}\right|_{x=0} = iK_1(A-B)$$

$$\frac{\partial\psi_2}{\partial x}\Big|_{x=0} = CiK_2 \Rightarrow K_1(A-B) = CK_2$$

نفرض $A=1$

$$B = \frac{K_1-K_2}{K_1+K_2}. \Rightarrow C = \frac{2K_1}{K_1+K_2}.$$

$T = \frac{J_t}{J_1}$ معامل النفوذ, $R = \frac{J_r}{J_1}$

نعرف معامل الانعكاس

$$R = \left(\frac{K_1-K_2}{K_1+K_2}\right)^2.$$

$$R + T = 1$$

$$T = \frac{4K_1K_2}{(K_1+K_2)^2}$$

عمليا: نحل معادلة شرودنكر $\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{2m}{\hbar^2}(E-V)\psi=0$

$V(x)=0$ داخل البئر.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{2m}{\hbar^2}E\psi=0. \quad K^2=\frac{2m}{\hbar^2}E \Rightarrow \frac{d^2\psi}{dx^2}+K^2\psi=0.$$

$$\psi=A_1e^{ikx}+A_2e^{-ikx} \Rightarrow A_1, A_2.$$

$$\psi(x)=0,\ x=0 \quad , \quad \psi(x)=0 \quad x=L \Rightarrow \psi(0)=0$$

$$A_1+A_2=0$$

$$A_1=-A_2.$$

$$\Rightarrow \psi(0)=A_1\left(e^{i(kx}-e^{-ikx)}\right)$$

$$\psi(x)=A_1\,2i\sin(kx)=c\sin kx. \quad 2iA=c$$

تطبيق الشرط الحدي

$$\psi(x)=0 \Rightarrow x=L.$$

$$=A_1\left(e^{ikL}-e^{-ikL}\right) \Rightarrow \psi(L)=2iA_1\sin KL=0.$$

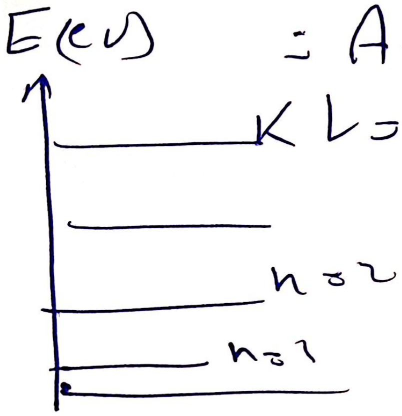
$$=c\sin KL.$$

$$\Leftarrow c\neq 0$$

$$KL=n\pi \Rightarrow \boxed{K=\frac{n\pi}{L}}$$

$$\Rightarrow n=1,2,3,\ldots$$

$\Leftarrow$ والعدد الكمي الرئيسي $\Leftarrow$



ج س:

$$\frac{d^2\psi}{dx^2}+\left(\frac{2m}{\hbar^2}E-\frac{m^2w^2x^2}{\hbar^2}\right)\psi=0.$$

الفرق بين الشكلين هو ان الطاقة الكامنة ليست ثابتة كما في البئر بل تابعة للمتحول x وكما نلاحظ تعتبر انها تمثل قطع مكافئ x² هو هنا له شكل تربيعي مقعر.