حل تصحيح الفيزياء لدرجة وتخصص

تمرين 1: نعطي الحقل المغناطيسي الناتج عن تركيز الكترون حول النواة

$$\vec{B} = -\frac{1}{c^2}\vec{v}\times\vec{E} + O\left(\frac{v^2}{c^2}\right)$$

نعطي الحقل الكهربائي الناتج عند ذرة الهيدروجين في كرة كولومبي

$$\vec{E} = \nabla\frac{e}{r} = -e\frac{\vec{r}}{r^3}$$

طاقة التفاعل:

$$W_2 = -\vec{\mu}\vec{B}$$

$$\vec{\mu} = \frac{e}{m}\vec{S}$$

$$W_2 = \frac{e}{m^2c^2}\vec{S}\cdot(\vec{p}\times\vec{E}) \qquad \vec{L} = \vec{r}\times\vec{p}$$

$$W_2 = \frac{e^2}{m^2c^2}\frac{1}{r^3}\vec{S}\cdot\vec{L}$$

بإدخال السبين المتبقي:

$$W_2 = \frac{1}{2}\frac{e^2}{m^2c^2}\frac{1}{r^3}\vec{S}\cdot\vec{L}$$

$r \sim a_0 = \frac{\hbar^2}{me^2}$, $\vec{S}\sim\hbar$, $\vec{L}\sim\hbar$.

$$\frac{W_2}{E_{bn}} \sim \frac{e^2\hbar^2}{m^2c^2}\cdot\frac{m^3e^6}{\hbar^6}\cdot\frac{\hbar^2}{me^4} \sim \frac{e^4}{e^2\hbar^2} = \alpha^2$$

تمرين 1.5:

$$B = -\frac{g_I\mu_N}{\langle J^2\rangle}\langle H_j\vec{J}\rangle.$$

$$\vec{J} = \vec{L}+\vec{S} \Rightarrow$$

$$\vec{B}_J = B_e = -\frac{2\mu_B}{r^3}\left[-L+S-\left(S\cdot\frac{\vec{r}}{r}\right)\frac{\vec{r}}{r}\right]$$

$$P = \frac{2}{J(J+1)}\cdot\frac{g_I\cdot\mu_B\cdot\mu_I}{\langle r^3\rangle}\cdot\left\langle\left[-L+S-\left(S\cdot\frac{\vec{r}}{r}\right)\frac{\vec{r}}{r}\right](\vec{L}+\vec{S})\right.$$

$$\vec{L}\cdot\vec{r} = 0$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{2}{J(J+1)}\, g_J \mu_B \cdot \mu_N \left\langle \left[-L^2 + S^2 - \frac{\vec{S}\cdot\vec{r}}{r^2} \right] \right\rangle \left\langle \frac{1}{r^3} \right\rangle$$

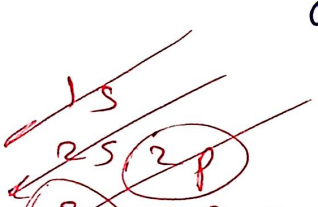
$$= \frac{2}{J(J+1)}\, g_J \mu_B \mu_N \left\langle \frac{1}{r^3} \right\rangle \left[-L(L+1) + S(S+1) - 3\frac{S_z}{r} \right]$$

$$S(S+1) = \frac{3}{4}, \quad \langle S_z \rangle = m_s = \frac{1}{2}.$$

$$\left\langle S \cdot \frac{\vec{r}}{r} \right\rangle = m_s = \frac{1}{2}$$

$$\left\langle \frac{1}{r^3} \right\rangle = \frac{Z^3}{a_0^3\, n^3 (L+1)\left(\ell + \frac{1}{2}\right)}$$

$$a_0 = \frac{\hbar^2}{\mu e^2} \Rightarrow \beta = \frac{Z^3 \cdot g_J \mu_B \mu_N}{a_0^3\, n^3 \left(\ell + \frac{1}{2}\right)(J+1)}$$



$L_1' = 3$.

35

$|L-S| \le J \le |L+S|$

$1s^2\ 2s^1$ $\quad 3s^1\ {}^2S_{\frac{1}{2}}$ $\quad L=0,\ S=\frac{1}{2} \Rightarrow J=\frac{1}{2}$

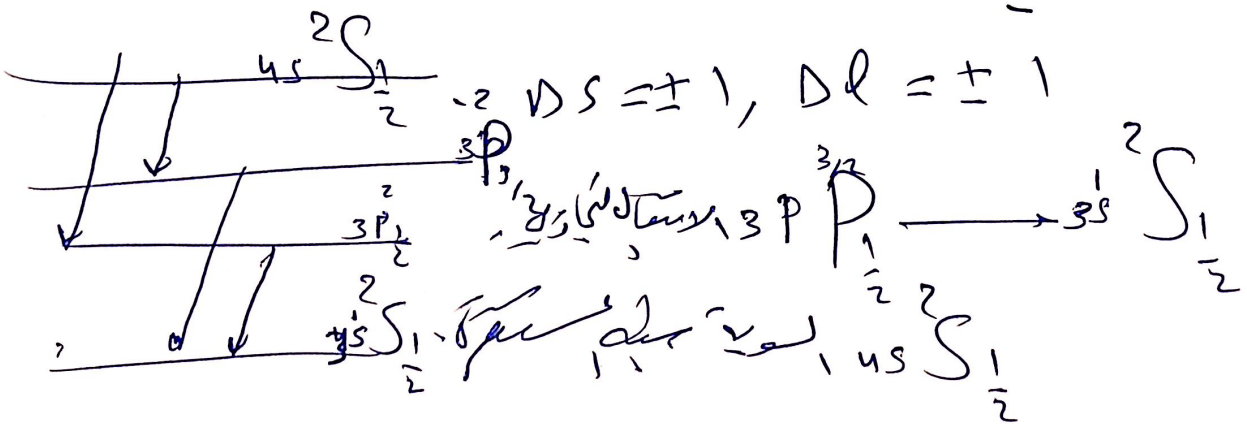
$3s\ {}^1S_0$

$L=1,\ S=\frac{1}{2} \Rightarrow J=\frac{1}{2},\frac{3}{2}$ $\quad 2p^2\ {}^2P_{\frac{1}{2},\frac{3}{2}}$. $2p$; الحالة الأولى

$L=0,\ S=\frac{1}{2} \Rightarrow J=\frac{1}{2}$ $\quad 4s\ {}^2S_{\frac{1}{2}}$ .. $4s$ الحالة الثانية

الحالة الثالثة ; الحالة الرابعة ; الحالة الخامسة

قواعد الانتقاء: $\Delta J = 0, \pm 1$ ولكن $J=0 \not\to J=0$



$\Delta S = 0, \quad \Delta \ell = \pm 1$

$3p\ {}^2P_{\frac{1}{2}}^{\frac{3}{2}} \longrightarrow 3s\ {}^2S_{\frac{1}{2}}$