جامعـــة الـــشهيد حمه لخضر

كلية العلوم الدقيقة — قسم الفيزياء

امتحان / الاطياف الذرية والانتقالات الاشعاعية

ماستر 1 فيزياء تطبيقية : اشعاع وطاقة

المدة : ساعة ونصف — 07 ماي 2018

التمرين الأول: (5 نقاط)

نعتبر ذرة بها الكترونين $(i = 1,2)$ حيث يمكن تمثيل كل الكترون بتابع موجي فضائي للإلكترون الوحيد $\varphi_i(\vec{r}_i)$. أما التابع الموجي السبيني χ فيعطى بـ $\alpha(i)$ من أجل القيمة $+\frac{1}{2}$ و بـ $\beta(i)$ من أجل القيمة $-\frac{1}{2}$. باستعمال مبدأ عدم التمييز بين الالكترونات و في حالة أخذ التابع الموجي الفضائي ضد تناظري.

1- ماهي ميزة التابع الموجي السبيني من حيث التناظر؟ علل جابتك

2- أكتب جميع عبارات التابع الموجي الكلي ψ الموافقة لهذه الحالة.

التمرين الثاني: (10 نقاط)

I - يعتبر الصوديوم Na من العناصر القلوية حيث أن العدد الذري لهذا العنصر هو $Z=11$.

1 - أعط العدد الصفي الموافق للحالة الأساسية لهذا العنصر في الازدواج L-S باستعمال الرمز $^{2S+1}L_J$.

2 - أعط الحدود الطيفية الموافقة لحالة الذرة من اجل جميع المستويات من $n=1$ الى $n=4$ لهذا العنصر في الازدواج L-S باستعمال الرمز $^{2S+1}L_J$

3 - باستعمال الرمز $^{2S+1}L_J$ أرفق الحدود الطيفية المتحصل عليها من السؤال 2 على مخطط الصقوف المرفق في الشكل 1 ثم وضح على نفس المخطط لطيف الذري لذرة الصوديوم

الشكل 1 : المخطط الطاقوي

جامعة الوادي

قسم الفيزياء

العلوم الدقيقة

ستر 1 فيزياء تطبيقية : اشعاع وطاقة

المدة: 1h30

07 ماي 2018

التصحيح النموذجي لـ: امتحان الاطياف الذرية والانتقالات الاشعاعية

التمرين الأول 5ن:

1/ حيرة التابع الموجي السبيني من حيث التناظر تابع موجي سبيني تناظري (0.5)

التعليل: بما أن التابع الموجي الجزيئي المحصل عند تناظر جزيء الهيدروجين (0.5) أن التابع الموجي السبيني تناظري لكن تابع الموجي الكلي عند تناظر (0.5)

2/ كتابة جميع عبارات التابع الموجي الكلي Ψ

لدينا جسيمان الحالة المحتملة 3 عبارات

التابع الجزيئي عند تناظر

(1) $\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{2}}\left[\varphi_1(\vec{r}_1)\,\varphi_2(\vec{r}_2) + \varphi_1(\vec{r}_2)\,\varphi_2(\vec{r}_1)\right]$ ... 1, 2

التابع السبيني: حسب مبدأ عدم التمييز بين الالكترونات التابع

من هذه الحالة ثلاث حالات

$$\chi = \begin{cases} \alpha(1)\,\alpha(2) & (0.5) \\ \frac{1}{\sqrt{2}}\left[\alpha(1)\,\beta(2) + \alpha(2)\,\beta(1)\right] & (0.5) \\ \beta(1)\,\beta(2) & (0.5) \end{cases}$$

التابع الموجي الكلي Ψ:

$\Psi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}\left[\varphi_1(\vec{r}_1)\,\varphi_2(\vec{r}_2) + \varphi_1(\vec{r}_2)\,\varphi_2(\vec{r}_1)\right]\alpha(1)\,\alpha(2)$ (0.5)

$\Psi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\left[\varphi_1(\vec{r}_1)\,\varphi_2(\vec{r}_2) + \varphi_1(\vec{r}_2)\,\varphi_2(\vec{r}_1)\right]\left[\alpha(1)\,\beta(2) + \alpha(2)\,\beta(1)\right]$ (0.5)

$\Psi_3 = \frac{1}{\sqrt{2}}\left[\varphi_1(\vec{r}_1)\,\varphi_2(\vec{r}_2) + \varphi_1(\vec{r}_2)\,\varphi_2(\vec{r}_1)\right]\beta(1)\,\beta(2)$ (0.5)

1) إعطاء الحد الطيفي الموافق للحالة الأساسية للصوديوم Na

التوزيع الالكتروني لذرة الصوديوم هو (Z=11) Na

$Na : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ (0.25)

الحالة الأساسية لـ Na : الإلكترون المتأصل وحيد في الطبقة المتممة

$L = 0,\ S = \frac{1}{2} \Rightarrow J = L + S = \frac{1}{2}$ (0.25) ... $3s^1$:

باستعمال الرمز $^{2S+1}L_J$ الحد الطيفي للحالة الأساسة $^2S_{\frac{1}{2}}$ (0.5) $3^2S_{\frac{1}{2}}$

2) إعطاء الحدود الطيفية في الحالة المثارة لـ Na باستعمال $^{2S+1}L_J$

الحالة المثارة لـ Na توافق الهيئة nl ولدينا $n = 1,4$ و $l = 0,3$

الهيئة n.s : $L = 0,\ S = \frac{1}{2} \Rightarrow J = \frac{1}{2} \Rightarrow {}^2S_{\frac{1}{2}}$ (0.5)

الرموز : $1\,{}^2S_{\frac{1}{2}},\ 2\,{}^2S_{\frac{1}{2}},\ 3\,{}^2S_{\frac{1}{2}},\ 4\,{}^2S_{\frac{1}{2}},\ 5\,{}^2S_{\frac{1}{2}}$ (0.5)

الهيئة n.p : $L = 1,\ S = \frac{1}{2} \Rightarrow J = \frac{1}{2}, \frac{3}{2} \Rightarrow {}^2P_{\frac{1}{2},\frac{3}{2}}$ (0.5)

الرموز الطيفية : $2\,{}^2P_{\frac{1}{2},\frac{3}{2}},\ 3\,{}^2P_{\frac{1}{2},\frac{3}{2}},\ 4\,{}^2P_{\frac{1}{2},\frac{3}{2}}$ (0.5)

الهيئة nd : $L = 2,\ S = \frac{1}{2} \Rightarrow J = \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \Rightarrow {}^2D_{\frac{3}{2},\frac{5}{2}}$ (0.5)

الرموز الطيفية : $3\,{}^2D_{\frac{3}{2},\frac{5}{2}},\ 4\,{}^2D_{\frac{3}{2},\frac{5}{2}}$ (0.5)

الهيئة nf : $L = 3,\ S = \frac{1}{2} \Rightarrow J = \frac{5}{2}, \frac{7}{2} \Rightarrow {}^2F_{\frac{5}{2},\frac{7}{2}}$ (0.5)

الرموز الطيفية : $4\,{}^2F_{\frac{5}{2},\frac{7}{2}}$ (0.5)

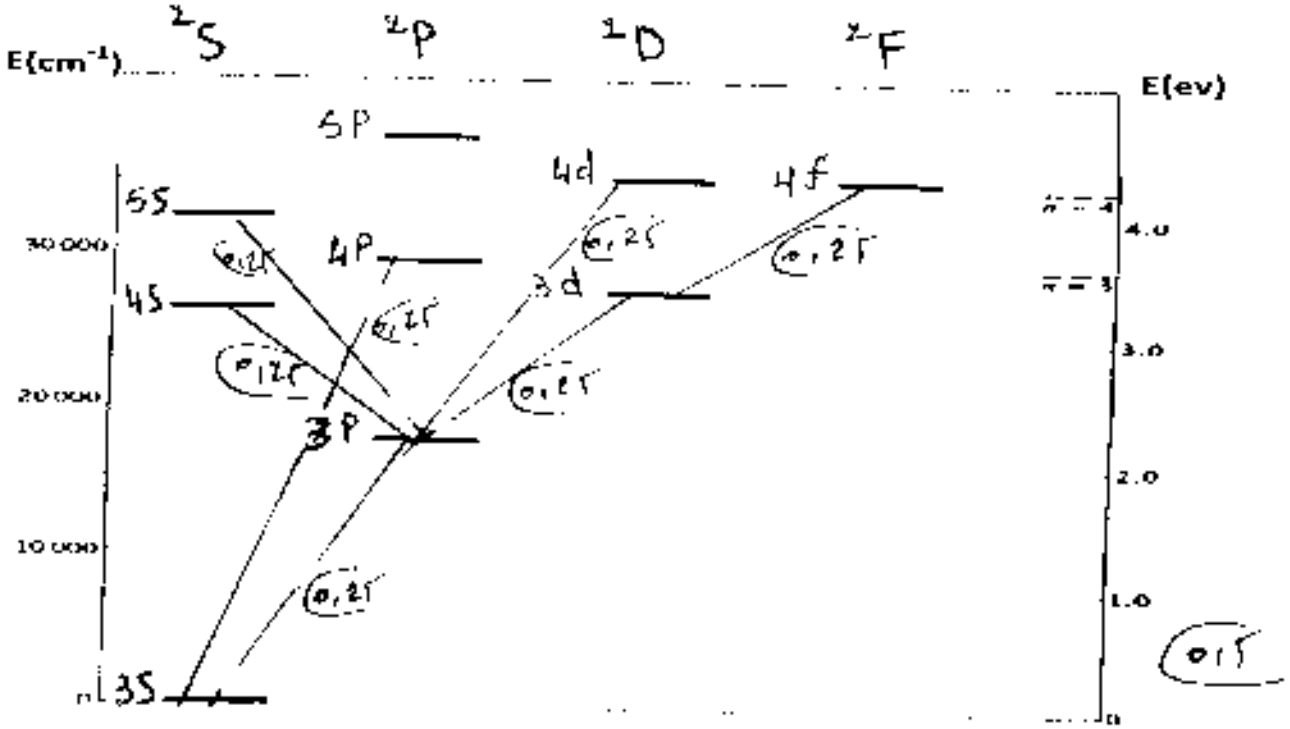
3) الحدود الطيفية باستعمال الرمز ^{2S+1}L والطيف الذري لـ Na

الرمز L الذي L = الحدود الطيفية : $^2S,\ ^2P,\ ^2D,\ ^2F$ (0.5)

الخطوط الناتجة عن الانتقالات الممنوعة لذرة الصوديوم توافق الانتقالات

من المستوى $n=3$ إلى $n=4$

مخطط الذرة لذرة الصوديوم يمثل جميع الانتقالات المسموحة
طيفيا بالنسبة لتلك المتواجدة من 3S



المخطط الطاقوي لذرة Na

II. 1/ سمي الحقل الناتج عن تطبيق حقل مغناطيسي خارجي قويا لذرة الصوديوم بـ حقل باشن باك Paschen-back

2/ عبارة الطاقة الاضافية الناتجة عن هذا التفاعل

$\Delta E = \Delta E_{\ell B} + \Delta E_{sB} + \Delta E_{\ell s}$ (0,25)

$= g_\ell \mu_B B m_\ell + g_s \mu_B B m_s + a \hat{\ell} \hat{s} \cos(\hat{\ell}, \hat{s})$ (0,5)

$\Delta E = \mu_B B (m_\ell + 2m_s) + a m_\ell m_s$ (0,25)

حيث $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_0}$ معناطور بور، $g_s \simeq 2$ ، $g_\ell = 1$ معاملا لندي للعزم المداري والسبيني على التوالي

B: الحقل المغناطيسي الخارجي

a: ثابت التفاعل المداري السبيني

(0,5)

$\Delta\bar{\sigma} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_1\lambda_2} = \frac{6}{\lambda_1\lambda_2} = 1{,}73 \times 10^{-1}$ (1pt)

$\frac{1}{\lambda_1(\lambda_1+6)} = \frac{1{,}73 \cdot 10^{-1}}{6} \Rightarrow \lambda_1^2 + 6\lambda_1 = 3{,}468 \cdot 10^{2}$

(0,5)

$\sqrt{\Delta} = 117{,}78 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{-6 \pm 117{,}78}{2}$ مرفوض $= 58{,}9\ \text{Å}$

$\lambda_1 = \frac{-6+117{,}78}{2} = 58{,}86\ \text{Å}$

$\lambda_1 = 5886\ \text{Å}$ (0,25)

$\lambda_2 = 5892\ \text{Å}$ (0,25) ومنه فإن

التمرين الثالث: 5ن

1/ لتبرير الخرجة الطيفي لهذه الحياة المصدرة للضوء يجب أن نعلم أن الضوء الذي يستطيع عين الإنسان أن يراه هو الضوء الذي يكون طوله الموجي محصور بين $0{,}4\ \mu m$ و $0{,}8\ \mu m$ أي أن الضوء الذي يستطيع عين الإنسان أن يراه هو الضوء المرئي. (1)

2/ استنتاج عبارة الشدة الضوئية:

• بدلالة D:

لدينا $\omega = 2\pi D$ (0,25) و $\omega_c = 2\pi D_c$ (0,25)

ومنه:

$$I(D) = \frac{1}{\pi} \frac{\frac{6}{2}}{(2\pi D - 2\pi D_c)^2 + \left(\frac{6}{2}\right)^2}$$

$$I(D) = \frac{1}{\pi} \frac{\frac{6}{2}}{(2\pi)^2 (D - D_c)^2 + \left(\frac{6}{2}\right)^2} = \frac{1}{\pi} \frac{\frac{6}{8\pi^2}}{(D - D_c)^2 + \left(\frac{6}{4\pi}\right)^2}$$

$$I(D) = \frac{1}{\pi} \frac{\frac{6}{8\pi^2}}{(D - D_c)^2 + \left(\frac{6}{4\pi}\right)^2}$$ (1)

حساب ΔD و الحرض النسبي $\frac{\Delta D}{D}$ للخط الطيفي المنبعث

$\Delta D = \frac{1}{2\pi \Delta t}$ (0.5) $\Delta t = 10^{-8}$ s

$\Delta D = \frac{1}{2\pi \cdot 10^{-8}} = 1,59 \cdot 10^{2}$ Hz

$\Delta D = 1,59 \cdot 10^{2}$ Hz (0.5)

الحرض النسبي $\frac{\Delta D}{D}$

$D = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{500 \cdot 10^{-9}} = 6 \cdot 10^{14}$ Hz $\lambda = 500$ nm

(0.5) (0.5)

$\frac{\Delta D}{D} = \frac{1,59 \cdot 10^{2}}{6 \cdot 10^{14}} = 2,65 \cdot 10^{-8}$

$\frac{\Delta D}{D} = 2,65 \cdot 10^{-8}$ (0.5)