تصحيح إمتحان الأضواء الذرية والإنتقالات الإشعاعية
- 22 ماي 2022 -

حل التمرين الأول (12 نقطة)

1. توافر الإنتقال $2p \longrightarrow 1s$:

$$\hbar\omega_{2p,1s} = 13.6\ eV\left(1 - \frac{1}{4}\right) \Rightarrow \omega_{2p,1s} = \frac{10.2\ eV}{\hbar}$$
$$= 1.55 \times 10^{16}\ Hz$$

نعم هذا الإنتقال مسموح في تقريب E1 لأنه تحقق قاعدة الاصطفاء $\Delta l = \pm 1$.

2. معدل الاصدار التلقائي $W^{SD}_{1s,2p}$ هو أي $\frac{1}{\tau_{2p}}$

$$W^{SD}_{1s,2p} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-9}\ s} = 0.625 \times 10^{9}\ s^{-1}.$$

3. وبالتالي معامل أينشتاين للإصدار التلقائي $A_{1s,2p}$ يساوي

$$A_{1s,2p} = W^{SD}_{1s,2p} = 0.625 \times 10^{9}\ s^{-1}$$

4. لأن الإنتقال $1s \longrightarrow 2s$ غير مسموح في تقريب E1 (لا تحقق قاعدة الإصطفاء $\Delta l = \pm 1$) ولهذا مدة حياة الحالة 2s ليست من رتبة النانوثانية بل هي أكبر بكثير من ذلك $\tau_{2s} = 0.1\ s$.

5. عرض الخط الطيفي الطبيعي هو $\Gamma = \frac{\hbar}{\tau_{2p}} + 0 = 4.11 \times 10^{-7}\ eV$ وهو لورنتزي

6. فإن شدة الهزار للإنتقال $1s \longrightarrow 2p$ هي $f = 0.416$ فإن بقية الإنتقالات E1 مثل $1s \longrightarrow 3p$ و $1s \longrightarrow 4p$, $1s \longrightarrow 5p$ و $1s \longrightarrow 6p$ شدة هزازاتها أقل بكثير من هذه القيمة لأن حسب قاعدة الجمع TRK: $\sum_k f_{k,1s} = 1$ فبقية الإنتقالات شدة هزازاتها جميعا هي $1 - 0.416 = 0.584$.

7. لتعريض دوبلر للخط الطيفي $2p \longrightarrow 1s$ هو

$$\Delta\omega_{Doppler} = 7.16 \times 10^{-7} \times \omega_{2p,1s}\sqrt{\frac{6000}{1}} = 859.647 \times 10^{9}\ s^{-1}$$

وهو عرضي.

8. عند مقارنة $\Delta\omega_{Doppler}$ و $\Delta\omega_{natural}$ نجد أن $\left(\Delta\omega_{natural} = 0.625 \times 10^{9}\ s^{-1}\right)$

$$\Delta\omega_{Doppler} \gg \Delta\omega_{natural}$$

حل التمرين الثاني (08 نقاط).

. الأجوبة موجودة في مطبوعة الدرس

إنتهى

تصحيح إمتحان الأضياف الذرية والإنتقالات الإشعاعية
- 22 ماي 2022 -

حل التمرين الأول (12 نقطة)

1. توابر الإنتقال $2p \longrightarrow 1s$:

$$\hbar\omega_{2p,1s} = 13.6\ eV\left(1 - \frac{1}{4}\right) \Rightarrow \omega_{2p,1s} = \frac{10.2\ eV}{\hbar}$$
$$= 1.55 \times 10^{16}\ Hz$$

نعم هذا الانتقال مسموح في تقريب E1 لأنه تحقق قاعدة الاصطفاء $\Delta l = \pm 1$.

2. معدل الاصدار التلقائي $W^{SD}_{1s,2p}$ هو أي $\frac{1}{\tau_{2p}}$

$$W^{SD}_{1s,2p} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-9}\ s} = 0.625 \times 10^{9}\ s^{-1}.$$

3. وبالتالي معامل أينشتاين للإصدار التلقائي $A_{1s,2p}$ سيادي

$$A_{1s,2p} = W^{SD}_{1s,2p} = 0.625 \times 10^{9}\ s^{-1}$$

4. لأن الإنتقال $1s \longrightarrow 2s$ غير مسموح في تقريب E1 (لا تحقق قاعدة الإصطفاء $\Delta l = \pm 1$) ولهذا مدة حياة الحالة 2s ليست من رتبة النانوثانية بل هي أكبر بكثير من ذلك $\tau_{2s} = 0.1\ s$.

5. عرض الخط الطيفي الطبيعي هو $\Gamma = \frac{\hbar}{\tau_{2p}} + 0 = 4.11 \times 10^{-7}\ eV$ ودوبلر نتزيح

6. فإن شدة الهزاز للإنتقال $1s \longrightarrow 2p$ هي $f = 0.416$ فإن بقية الانتقالات E1 مثلا $1s \longrightarrow 3p$ و $1s \longrightarrow 4p$, $1s \longrightarrow 5p$ و $1s \longrightarrow 6p$ شدة هزازاتها أقل بكثير من هذه القيمة لأن حسب قاعدة الجمع TRK: $\sum_k f_{k,1s} = 1$ فهذه الانتقالات شدة هزازاتها جميعا هي $1 - 0.416 = 0.584$.

7. تزيح دوبلر للخط الطيفي $2p \longrightarrow 1s$ هو

$$\Delta\omega_{Doppler} = 7.16 \times 10^{-7} \times \omega_{2p,1s}\sqrt{\frac{6000}{1}} = 859.647 \times 10^{9}\ s^{-1}$$

وهو عرضي.

8. عند مقارنة $\Delta\omega_{Doppler}$ و $\Delta\omega_{natural}$ ($\Delta\omega_{natural} = 0.625 \times 10^{9}\ s^{-1}$) نجد أن

$$\Delta\omega_{Doppler} \gg \Delta\omega_{natural}$$

حل التمرين الثاني (08 نقاط).

. الأجوبة موجودة في مطبوعة الدرس

إنتهى