

## حل المـرـنـيـنـ الأولـ (12 نقطـهـ)

1. دوـاءـاـنـرـ الإـسـعـالـ :  $2p \rightarrow 1s$

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

نعم هذا الاستعمال مسموح في تعرـيب E1 لأنـهـ حقـقـ فـاـدـةـ الـاحـطـخـادـ  $\Delta l = \pm 1$

2. معدل الاصدار السقطـيـ  $W_{1s,2p}^{SD}$  هو  $\frac{1}{4} \times 6.25 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$

$$W_{1s,2p}^{SD} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-9} \text{ s}} = 0.625 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

3. وبالتاليـ معـاملـ أـيـشـتـاـينـ لـلاـصـدـارـ السـقطـيـ  $A_{1s,2p}^{SD}$  يـساـدـ  $6.25 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$

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

4. لأنـ الإـسـعـالـ  $2s \rightarrow 2s$  غير مسموح في تعرـيب E1 (لـاتـحقـ فـاـدـةـ الإـحـطـخـادـ  $\Delta l = \pm 1$ ) وهذا مـرـدـدـةـ حـيـاةـ آـيـاـتـ 2ـ لـيـسـ منـ رـتـبـةـ النـافـقـيـةـ بلـ هـيـ أـكـبـرـ بـكـثـيرـ مـنـ ذـلـكـ  $0.145 \text{ s}^{-1}$ .

5. عـرضـ الخـطـ الصـيفـيـ الطـبـيـعـيـ هو  $P = \frac{k}{\lambda} + 0 = 4.11 \times 10^7 \text{ eV}$  وـبوـلـورـنـتـزـيـ

6. نـيـانـ سـنـهـ اـهـزـاـرـ الإـسـعـالـ  $2p \rightarrow 1s$  فـيـ  $f = 0.416 \text{ Hz}$  بـعـيـةـ الـإـسـعـالـ E1  
مـثـلـ  $2s \rightarrow 3p$ ,  $2s \rightarrow 1s$ ,  $4p \rightarrow 1s$ ,  $6p \rightarrow 1s$  سـدـةـ هـزـازـاـهـ أـقـلـ  
بـكـثـيرـ مـنـ هـذـهـ الـقـيـمـهـ لـانـ حـسـبـ قـاسـهـ اـجـمـعـهـ  $\sum f_{k,1s} = 1: TRK$  فـيـنـهـ الـإـسـعـالـ

$$\text{سدـةـ هـزـازـاـهـ جـمـيعـاـ هيـ} 1 - 0.416 = 0.584$$

$$7. تـرـيـضـهـ دـوـلـيـرـ لـخـطـ الصـيفـيـ  $2p \rightarrow 1s$  هو  $\Delta\omega_{Doppler} = 7.16 \times 10^7 \times \omega_{2p,1s} \sqrt{\frac{6000}{1}} = 859.647 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$   
وـدـعـوـعـصـيـ.$$

8. عند مـتـارـنـهـ  $\Delta\omega_{natural}$ :  $\Delta\omega_{Doppler}$   $\Delta\omega_{Doppler} \gg \Delta\omega_{natural}$

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

حل المـرـنـيـنـ الثانيـ (08 نقاطـ).

الأـجـوـبـهـ مـوـجـودـهـ فيـ مـطـبـرـعـةـ الـدـرـرـهـ

## حل المسئـلـيـنـ الأولـ (12 نقطـهـ)

1. تـقـيـيـمـ الإـسـقـالـ :  $2p \rightarrow 1s$

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

نـمـ هـذـاـ الإـسـقـالـ مـسـمـوحـ مـعـ تـقـيـيـمـ E1 لـأـنـهـ تـقـيـيـمـ قـادـمـةـ الـاصـطـارـيـهـ  $\Delta l = \pm 1$ .

2. مـعـدـلـ الـاصـدـارـ التـقـاعـديـ  $W_{1s,2p}^{SD}$  هو  $\frac{1}{4} \frac{1}{1.6 \times 10^{-9} \text{ s}}$

$$W_{1s,2p}^{SD} = \frac{1}{1.6 \times 10^{-9} \text{ s}} = 0.625 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

3. وبـالـتـالـيـ معـاـمـلـ أـيـنـشـتاـينـ لـإـصـدـارـ التـقـاعـديـ  $A_{1s,2p}$  سـيـادـيـ

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

4. لأنـ الإـسـقـالـ  $2s \rightarrow 2s$  غـيرـ مـسـمـوحـ خـيـرـ تـقـيـيـمـ E1 (لاـ تـقـيـيـمـ قـاعـدةـ الـاصـطـارـيـهـ  $\Delta l = \pm 1$ ) وهذا مـدـةـ حـيـاةـ أـيـالـ 2s لـيـسـ منـ رـتـبـةـ النـاـوـنـيـهـ بلـ هـوـ أـكـبـرـ بـكـسـيـرـ مـنـ ذـلـكـ  $0.14s = 0.14 \times 10^{-7} \text{ s}$ .

5. عـرـضـ الخـطـ الصـيفـيـ الطـبـيـعـيـ هو  $P = \frac{h}{\lambda} + 0 = 4.11 \times 10^{-7} \text{ eV}$  وـ دـوـلـورـنـتـزـيـ

6. نـمـ سـنـهـ اـهـزـازـ الإـسـقـالـ  $2p \rightarrow 2p$  هيـ  $f = 0.416 \text{ Hz}$  فـلـهـ بـعـيـةـ الـإـسـقـالـ E1 مـنـذـ  $8s \rightarrow 8p$  وـ  $1s \rightarrow 1s$  وـ  $4p \rightarrow 4p$  وـ  $6p \rightarrow 6p$  سـدـةـ هـزـازـاهـاـ أـقـلـ بـكـسـيـرـ مـنـ هـذـهـ الـغـيـرـيـهـ لـأـنـ حـسـبـ قـاعـدةـ الـجـمـعـ  $\sum f_{k,ls} = 1: TRK$  فـعـدـهـ الـإـسـقـالـ سـدـةـ هـزـازـاهـاـ جـمـيعـاـ هـيـ  $1 - 0.416 = 0.584$ .

7. تـقـيـيـمـ دـوـلـورـنـتـزـيـ دـوـلـورـنـتـزـيـ  $1s \rightarrow 2p$  هو  $2p \rightarrow 1s$

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

وـ دـعـوـ عـوـضـيـ.

8. عند مـتـارـنـهـ  $\Delta \omega_{natural}$ :  $\Delta \omega_{Doppler}$  (نـجـائـنـ)  $\Delta \omega_{Doppler} \gg \Delta \omega_{natural}$

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

حلـ المسـلـيـنـ الثـانـيـ (08 نقاطـ).

. الأـجـوبـةـ مـوـجـودـةـ فيـ مـطـبـرـعـةـ الـدـرـرـةـ