

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Διδάσκοντες: Κ. Κοσμίδης, Κ. Φουντάς, Ν. Πατρώνης, Μ. Μπενής

“ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ”

3 – 10 – 2013

Θέμα 1^ο:

(α) Ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές διατάξεις αντιστοιχούν σε άτομα στη βασική ηλεκτρονιακή κατάσταση. Εξηγήστε

$1s^2 2s^2 2p^5$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$, $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

[10 μονάδες]

Απάντηση:

Βασική κατάσταση $1s^2 2s^2 2p^5$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$, $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$: Διεγερμένες // $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$: Δεν υπάρχει

(β) Που οφείλεται η λεπτή υφή στα ατομικά φάσματα; Εξηγήστε με απόλυτη συντομία.

[5 μονάδες]

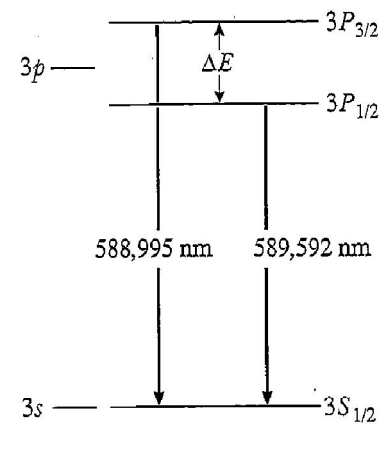
Απάντηση:

Το φαινόμενο της λεπτής υφής, δηλαδή του διπλασιασμού πολλών ατομικών φασματικών γραμμών, οφείλεται στην αλληλεπίδραση σπιν-τροχιάς του ηλεκτρονίου.

(γ) Λαμβάνοντας υπόψη την λεπτή υφή δώστε μια ποιοτική απεικόνιση του φάσματος που προκύπτει από τη μετάβαση (αποδιέγερση) $1s^2 2s^2 2p^6 3p \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s$ στο άτομο του Na. Δώστε τον πλήρη φασματοσκοπικό συμβολισμό των εμπλεκόμενων ατομικών καταστάσεων.

[10 μονάδες]

Απάντηση:



Θέμα 2^ο:

Η ενέργεια της πρώτης διεγερμένης περιστροφικής κατάστασης του ${}^1\text{H}^{35}\text{Cl}$ είναι $2,62 \times 10^{-3} \text{ eV}$. Ποια η αντίστοιχη ενέργεια στο μόριο ${}^1\text{H}^{37}\text{Cl}$; (θεωρείστε ότι το μήκος του δεσμού είναι ίδιο στα δύο μόρια). Υπολογίστε το μήκος κύματος των φωτονίων που θα εκπέμφθουν κατά την αποδιέγερση από την περιστροφική κατάσταση με $\ell = 4$ στην $\ell = 3$ στα ανωτέρω μόρια.

[25 μονάδες]

Δίδεται: $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{sec}$, $E_{\text{περ}} = hB\ell(\ell+1)$, $B = h/8\pi^2 I$, $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$,
 $1 \text{ eV} \cong 1239.8 / \lambda(\text{nm})$, $I = \mu R^2$, $m_{\text{H}} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $m_{35\text{Cl}} = 58.51 \times 10^{-27} \text{ kg}$,
 $m_{37\text{Cl}} = 61.86 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$.

Απάντηση:

$$\text{Για το } {}^1\text{H}^{35}\text{Cl} \text{ είναι } E(\ell = 1) = hB[1(1 + 1)] = 2hB = \frac{h^2}{4\pi^2 I} \quad [1]$$

$$\text{Ομοίως για το } {}^1\text{H}^{37}\text{Cl} \text{ είναι } E'(\ell = 1) = \frac{h^2}{4\pi^2 I'} \quad [2]$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις [2] / [1]

$$\frac{E'(\ell = 1)}{E(\ell = 1)} = \frac{\frac{h^2}{4\pi^2 I'}}{\frac{h^2}{4\pi^2 I}} = \frac{I}{I'} = \frac{\mu R^2}{\mu' R^2} = \frac{\mu}{\mu'} = \frac{\frac{m_{\text{H}} m_{35\text{Cl}}}{m_{\text{H}} + m_{35\text{Cl}}}}{\frac{m_{\text{H}} m_{37\text{Cl}}}{m_{\text{H}} + m_{37\text{Cl}}}} = \frac{m_{35\text{Cl}}}{m_{37\text{Cl}}} \cdot \frac{m_{\text{H}} + m_{37\text{Cl}}}{m_{\text{H}} + m_{35\text{Cl}}} = 0.9985 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E'(\ell = 1) = 0.9985 \times E(\ell = 1) = 2.616 \times 10^{-3} \text{ eV}$$

Για το δεύτερο ερώτημα χρειάζεται να υπολογιστεί η ροπή του κάθε μορίου.

$$[1] \Rightarrow I = \frac{h^2}{4\pi^2 E(\ell=1)}$$

$$|\Delta E(\ell = 4 \rightarrow \ell = 3)| = hB[4(4 + 1) - 3(3 + 1)] = 8hB = \frac{h^2}{\pi^2 I} = \frac{h^2}{\pi^2 \frac{h^2}{4\pi^2 E(\ell = 1)}} = 4 \cdot E(\ell = 1) \\ = 10,48 \times 10^{-3} \text{ eV}$$

Επομένως

$$\lambda = \frac{1239,8}{10,48 \times 10^{-3} \text{ eV}} (\text{nm}) = 118 \mu\text{m}$$

Ομοίως για το ${}^1\text{H}^{37}\text{Cl}$ είναι

$$[2] \Rightarrow I' = \frac{h^2}{4\pi^2 E'(\ell=1)} = \frac{h^2}{4\pi^2 \Delta E'}$$

$$|\Delta E(\ell = 4 \rightarrow \ell = 3)| = 4 \cdot E'(\ell = 1) = 10,464 \times 10^{-3} \text{ eV} \quad \text{και}$$

$$\lambda' = \frac{1239,8}{10,464 \times 10^{-3} \text{ eV}} (\text{nm}) = 118,5 \mu\text{m}$$