

Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

Θέμα

Άτομο υδρογόνου βρίσκεται σε κατάσταση f .

(i) Υπολογίστε την ενέργεια διαχωρισμού των σταθμών διαφορετικών m_l όταν το άτομο τοποθετηθεί σε μαγνητικό πεδίο μέτρου $B = 0,2 \text{ T}$ και κατεύθυνσης $-z$.

(ii) Σε ποια τιμή του m_l αντιστοιχεί η στάθμη χαμηλότερης ενέργειας;

(iii) Σχεδιάστε ένα διάγραμμα που να δείχνει τις εν λόγω ενεργειακές στάθμες πριν και μετά την εφαρμογή του μαγνητικού πεδίου.

(iv) Εξαρτώνται οι φασματικές γραμμές που προκύπτουν από τις καταστάσεις του ερωτήματος (i) από την τιμή του n ;

i) Σύμφωνα με το ορατό φαινόμενο Zeeman κατά την τοποθέτηση του ατόμου του υδρογόνου μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο από κάθε αρχική στάθμη δεδομένου l θα προκύψουν $2l+1$ στάθμες διαφορετικά τοποθετημένες ως προς την αρχική και σε απόσταση μεταξύ τους απόσταση ίση με:

$$\Delta E = \frac{e\hbar}{2m_e c} B = \mu_B B$$

όπου η μαγνητόν του Bohr είναι: $\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e c} = 5,788 \cdot 10^{-9} \frac{\text{eV}}{\text{G}}$

και το μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο: $B = 0,2 \text{ T} = 0,2 \cdot 10^4 \text{ G}$ ($1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$)

Συνεπώς η ενέργεια διαχωρισμού των σταθμών διαφορετικών m_l είναι:

$$\Delta E = 5,788 \cdot 10^{-9} \frac{\text{eV}}{\text{G}} \cdot 0,2 \cdot 10^4 \text{ G} \rightarrow \Delta E = 1,158 \cdot 10^{-5} \text{ eV}$$

ii) Η κατάσταση f αντιστοιχεί στον κβαντικό αριθμό $l=3$ και το επίπεδο αυτό θα διαχωριστεί σε $2 \cdot 3 + 1 = 7$ ενεργειακά επίπεδα ($m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$).

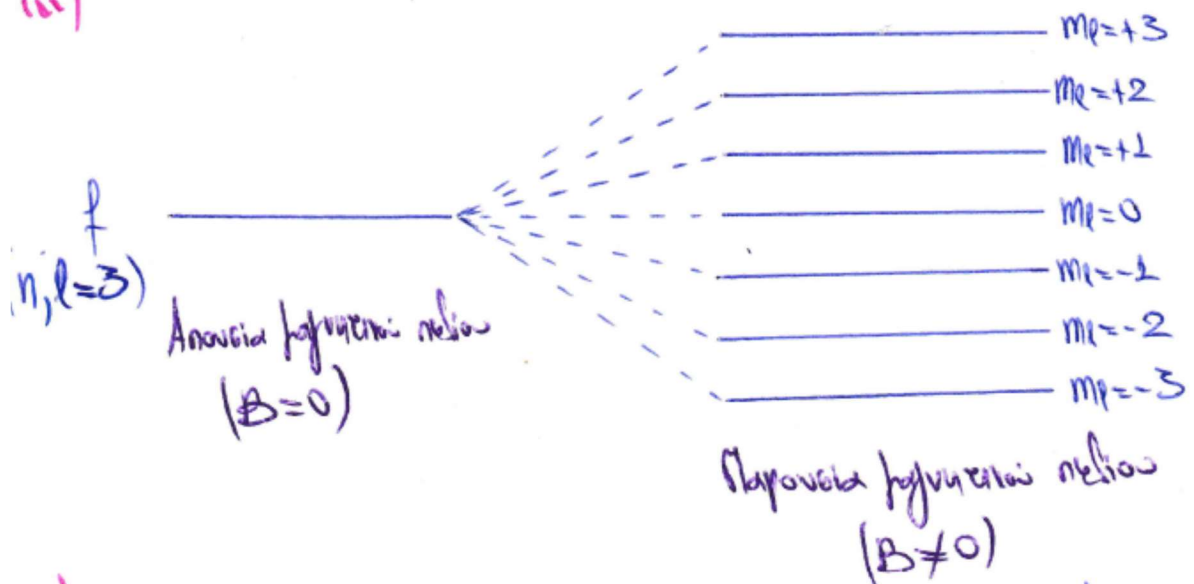
Συνεπώς παρουσία μαγνητικού πεδίου το ενεργειακό επίπεδο $l=3$ διασπάται σε επτά επίπεδα με ενέργειες:

Μεθοδικά, απλά & κατανοητά...

$$E'_n = E_n + m_l \Delta E, \text{ όπου } m_l = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$$

Άρα η στάθμη χαμηλότερης ενέργειας αντιστοιχεί στην τιμή $m_l = -3$ και έχει τιμή ενέργειας $E'_n = E_n - 3\Delta E$

iii)



iv) Σύμφωνα με τους κανόνες επιλογής, $\Delta l = \pm 1$ και $\Delta m = 0, \pm 1$ θα υπάρχουν μόνο τρεις ενεργειακοί διαφορές:

$$\Delta E = E_{n, m_l} - E_{n', m'_l} = E_n + m_l \Delta E - E_{n'} - m'_l \Delta E \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta E = E_n - E_{n'} + \Delta m \Delta E.$$

Οπότε θα υπάρχουν μόνο 3 φασματικά γραμμές για τις τιμές $\Delta m = 0, +1, -1$.

Άρα η τιμή του n δεν καθορίζει τον αριθμό των φασματικών γραμμών, αλλά τις ενέργειες των φασματικών αυτών γραμμών.