

αριστεύειν

ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Υμηττού & Φορμίωνος 47, Παγκράτι
Τηλ.: 210 756 3555 • Fax: 210 756 3532
e:aristevein@in.gr



ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΜΑ ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Ηλεκτρόνια επιταχύνονται από τάση $V = 12,5 \text{ V}$. Προσπίπτουν πάνω σε άτομα υδρογόνου τα οποία βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση. Λόγω της κρούσης τα άτομα του υδρογόνου διεγείρονται και στη συνέχεια αποδιεγείρονται εκπέμποντας φωτόνια.

1. Σε ποια επιτρεπόμενη τροχιά φτάνουν τα ηλεκτρόνια των ατόμων του υδρογόνου; Να σχεδιάσετε το φάσμα εκπομπής.
2. Ποιο είναι το ελάχιστο μήκος κύματος των φωτονίων που εκπέμπονται;
3. Ποια η συχνότητα του φωτονίου που αν απορροφηθεί από τα ίδια άτομα υδρογόνου θα παρατηρηθεί το ίδιο φάσμα εκπομπής;
4. Ποια είναι η μέγιστη και ποια η ελάχιστη τιμή της τάσης που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την επιτάχυνση των ηλεκτρονίων, για να μην αλλάξει το φάσμα που παίρνουμε;

Δίνονται ότι:

Η ενέργεια των ηλεκτρονίων στη θεμελιώδη κατάσταση στο άτομο του υδρογόνου είναι: $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ και $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Λύση:

1. Όταν ηλεκτρόνια επιταχύνονται από τάση V αποκτούν ενέργεια

$$E = |e| \cdot V \Rightarrow$$

$$E = 12,5 \text{ eV}$$

Γνωρίζουμε ότι στις διάφορες ενεργειακές στάθμες οι ενέργειες που αντιστοιχούν είναι:

$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

Άρα έχουμε για τις τέσσερις πρώτες στάθμες:

$$n = 1, E_1 = -13,6 \text{ eV}$$

$$n = 2, E_2 = \frac{E_1}{2^2} = -3,40eV$$

$$n = 3, E_3 = \frac{E_1}{3^2} = -1,51eV$$

$$n = 4, E_4 = \frac{E_1}{4^2} = -0,85eV$$

Άρα για να διεγερθεί ένα ηλεκτρόνιο από την $n=1$ στην $n=2$ τροχιά απαιτούνται :

$$E_2 - E_1 = -3,40eV - (-13,6)eV = 10,2eV$$

Από την $n=1$ στην $n=3$ τροχιά απαιτούνται:

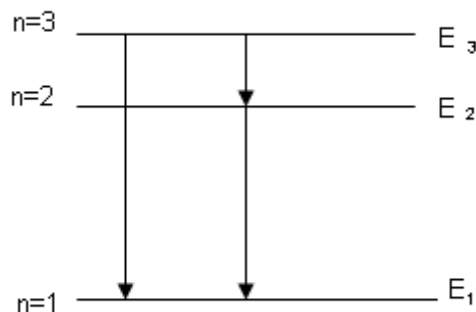
$$E_3 - E_1 = -1,51eV - (-13,6)eV = 12,09eV$$

Από την $n=1$ στην $n=4$ απαιτούνται:

$$E_4 - E_1 = -0,85 - (-13,6)eV = 12,75eV$$

Άρα η ενέργεια που απορροφούν τα ηλεκτρόνια $E=12,5$ eV είναι ικανή για να φτάσουν από τη $n=1$ μέχρι την $n=3$ τροχιά όπου και η μετάβαση απαιτεί ενέργεια ίση με $12,09$ eV.

Φτιάχνουμε το ενεργειακό διάγραμμα:



Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου κατά την αποδιέγερση εκπέμπει τρία φωτόνια όπως φαίνεται και από το ενεργειακό διάγραμμα.

2. Η σχέση που συνδέει την ενέργεια των εκπεμπομένων φωτονίων με το μήκος κύματός τους είναι:

$$E_{\alpha\rho\chi} - E_{\tau\epsilon\lambda} = hf \Rightarrow$$

$$E_{\alpha\rho\chi} - E_{\tau\epsilon\lambda} = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow$$

$$\lambda = \frac{ch}{E_{\alpha\rho\chi} - E_{\tau\epsilon\lambda}}$$

Παρατηρούμε ότι το εκπεμπόμενο φωτόνιο με το ελάχιστο μήκος κύματος είναι εκείνο που η διαφορά $E_{\text{αρχ}} - E_{\text{τελ}}$ είναι μέγιστη. Αυτό συμβαίνει στη μετάβαση από E_3 σε E_1 . Άρα:

$$\lambda_{\min} = \frac{ch}{E_3 - E_1} \Rightarrow$$

$$\lambda_{\min} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{12,09 \cdot 1,610^{-16} \text{ J}} \Rightarrow$$

$$\lambda_{\min} = 1,02 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 102 \text{ nm}$$

(Στον υπολογισμό του μήκους κύματος λ μετατρέψαμε τις ενέργειες από eV σε J πολλαπλασιάζοντας με το φορτίο e του ηλεκτρονίου.)

3. Η συχνότητα του φωτονίου που αν απορροφόταν από τα άτομα του υδρογόνου θα προκαλούσε την ίδια διέγερση είναι:

$$E_3 - E_1 = hf \Rightarrow$$

$$f = \frac{E_3 - E_1}{h} \Rightarrow$$

$$f = \frac{12,09 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} \Rightarrow$$

$$f = 2,93 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

4. Για να βρούμε τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή της τάσης που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για την επιτάχυνση των ηλεκτρονίων ώστε να μην αλλάξει το φάσμα εκπομπής εργαζόμαστε ως εξής:

Θα πρέπει η ενέργεια των ηλεκτρονίων που επιταχύνονται να είναι ικανή να προκαλέσει μετάβαση των ατόμων υδρογόνου από $n=1$ σε $n=3$ αλλά να είναι μικρότερη από την ενέργεια που απαιτεί η μετάβαση από $n=1$ σε $n=4$. Άρα:

$$12,09 \text{ eV} \leq E < 12,75 \text{ eV} \Rightarrow$$

$$12,09 \text{ eV} \leq |e| \cdot V < 12,75 \text{ eV} \Rightarrow$$

$$12,09 \text{ V} \leq V < 12,75 \text{ V}$$