

$$\% = \frac{(\lambda_{\min})_{\alpha\rho\chi} - (\lambda_{\min})_{\tau\epsilon\lambda}}{(\lambda_{\min})_{\alpha\rho\chi}} \cdot 100 = \frac{\frac{hc}{eV_{\alpha\rho\chi}} - \frac{hc}{eV_{\tau\epsilon\lambda}}}{\frac{hc}{eV_{\alpha\rho\chi}}} \cdot 100$$

$$\Rightarrow \% = \frac{\frac{1}{V_{\alpha\rho\chi}} - \frac{1}{V_{\tau\epsilon\lambda}}}{\frac{1}{V_{\alpha\rho\chi}}} \cdot 100$$

όπου $V_{\alpha\rho\chi}$ και $V_{\tau\epsilon\lambda}$ η αρχική και η τελική τιμή της τάσης αντίστοιχα. Σύμφωνα με τα δεδομένα της ερώτησης η τάση αυξάνεται κατά 25%, δηλαδή ισχύει:

$$V_{\tau\epsilon\lambda} = V_{\alpha\rho\chi} + \frac{25}{100} V_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow V_{\tau\epsilon\lambda} = 1.25 V_{\alpha\rho\chi}$$

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση βρίσκουμε τελικά ότι η εκατοστιαία ελάττωση του ελάχιστου μήκους κύματος είναι:

$$\% = \frac{\frac{1}{V_{\alpha\rho\chi}} - \frac{1}{1.25V_{\alpha\rho\chi}}}{\frac{1}{V_{\alpha\rho\chi}}} \cdot 100 = \frac{\frac{0.25}{1.25V_{\alpha\rho\chi}}}{\frac{1}{V_{\alpha\rho\chi}}} \cdot 100 = 20\%$$

B3. Σωστό το iii.

Αιτιολόγηση: Έστω $(E_A)_{ολ}$ η ολική ενέργεια που ακτινοβολεί ο σταθμός Α σε χρόνο Δt και $(E_B)_{ολ}$ η ολική ενέργεια που ακτινοβολεί ο σταθμός Β στον ίδιο χρόνο. Αν N_A και N_B είναι ο αριθμός των φωτονίων που εκπέμπει αντίστοιχα ο κάθε σταθμός σε χρόνο Δt τότε θα ισχύουν:

$$(E_A)_{ολ} = N_A (hf_A)$$

$$(E_B)_{ολ} = N_B (hf_B)$$

Επομένως αφού οι δύο σταθμοί έχουν την ίδια ισχύ θα έχουμε διαδοχικά:

$$P_A = P_B \Leftrightarrow \frac{(E_A)_{ολ}}{\Delta t} = \frac{(E_B)_{ολ}}{\Delta t} \Leftrightarrow N_A (hf_A) = N_B (hf_B)$$

$$\Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} < 1 \Rightarrow N_A < N_B$$

ΘΕΜΑ Γ: Γ1. Η ενέργεια ιονισμού (E_{iov}) για το ιόν του ηλίου είναι:

$$E_{iov} = E_{\infty} - E_1 \stackrel{E_{\infty}=0}{\Rightarrow} E_{iov} = -E_1 = 54.4\text{eV}$$

Γ2. Εφόσον για το ιόν του Ηλίου ισχύει το πρότυπο του Bohr η ακτίνα περιφοράς του ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα όταν το ιόν βρίσκεται στην κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό n , θα δίνεται από την σχέση:

$$r_n = n^2 r_1 \quad (1)$$

Με την απορρόφηση του φωτονίου το ιόν θα μεταβεί στην κατάσταση με ενέργεια:

$$E_n = E_1 + 51\text{eV} \Rightarrow E_n = -54.4\text{eV} + 51\text{eV} = -3.4\text{eV}$$

η οποία με βάση το ενεργειακό φάσμα του ιόντος έχει κύριο κβαντικό αριθμό $n = 4$. Επομένως για την ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου με βάση τη σχέση (1) προκύπτει:

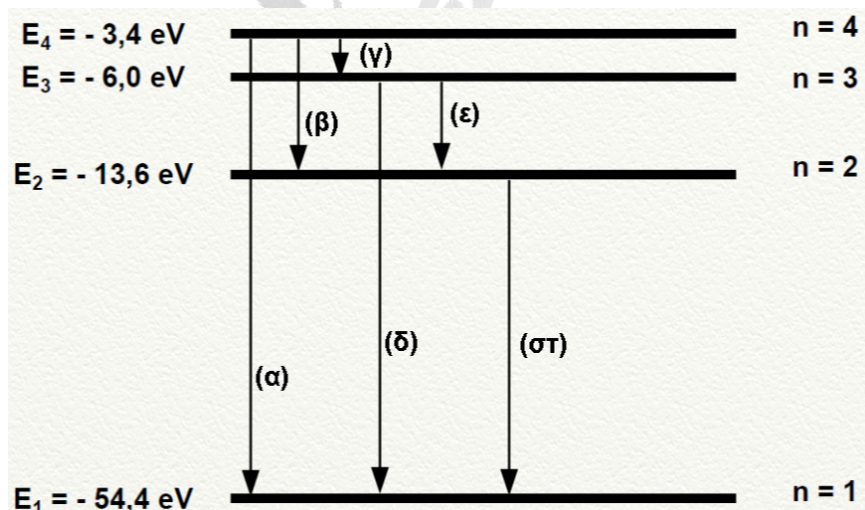
$$r_4 = 4^2 r_1 \Rightarrow r_4 = 4 \cdot 0.27 \cdot 10^{-10} \text{m} = 1.08 \cdot 10^{-10} \text{m}$$

Γ3. Με βάση το πρότυπο του Bohr η στροφορμή (L_n) του ηλεκτρονίου όταν το ιόν βρίσκεται σε κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό n , δίνεται από τη σχέση:

$$L_n = n\hbar$$

Αρχικά το ιόν βρίσκονταν στην θεμελιώδη κατάσταση ($n = 1$) και μετά την απορρόφηση του φωτονίου μεταπήδησε στην 3^η διεγερμένη κατάσταση ($n = 4$). Επομένως το μέτρο της στροφορμής του ηλεκτρονίου από $L_1 = \hbar$ έγινε $L_4 = 4\hbar$, δηλαδή **τετραπλασιάστηκε**.

Γ4. Οι δυνατές μεταβάσεις του ηλεκτρονίου από την κατάσταση με $n = 4$ σε καταστάσεις μικρότερης ενέργειας φαίνονται στο σχήμα.



Για τις ενέργειες των φωτονίων που εκπέμπονται κατά τις μεταβάσεις αυτές θα έχουμε:

$$\begin{aligned}
 (\alpha): E_{4 \rightarrow 1} &= E_4 - E_1 \Rightarrow E_{4 \rightarrow 1} = 51 \text{ eV} \\
 (\beta): E_{4 \rightarrow 2} &= E_4 - E_2 \Rightarrow E_{4 \rightarrow 2} = 10.2 \text{ eV} \\
 (\gamma): E_{4 \rightarrow 3} &= E_4 - E_3 \Rightarrow E_{4 \rightarrow 3} = 2.6 \text{ eV} \\
 (\delta): E_{3 \rightarrow 1} &= E_3 - E_1 \Rightarrow E_{3 \rightarrow 1} = 48.4 \text{ eV} \\
 (\epsilon): E_{3 \rightarrow 2} &= E_3 - E_2 \Rightarrow E_{3 \rightarrow 2} = 7.6 \text{ eV} \\
 (\sigma): E_{2 \rightarrow 1} &= E_2 - E_1 \Rightarrow E_{2 \rightarrow 1} = 40.8 \text{ eV}
 \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Δ: Δ1. Η ενέργεια κάθε φωτονίου της ακτινοβολίας, ανεξάρτητα από το υλικό στο οποίο διαδίδεται, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E = hf \quad (1)$$

όπου f η συχνότητα της ακτινοβολίας, η οποία με βάση την θεμελιώδη εξίσωση των κυμάτων συνδέεται με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό με τη σχέση:

$$c_0 = \lambda_0 f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{400 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \Rightarrow f = 0.75 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Αντικαθιστώντας στη σχέση (1) βρίσκουμε για την ενέργεια κάθε φωτονίου

$$E = (6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (0.75 \cdot 10^{15} \text{ Hz}) \Rightarrow E = 4.95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Δ2. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο υλικό II (λ_{II}) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\lambda_{II} = \frac{\lambda_0}{n_{II}} \Rightarrow \lambda_{II} = \frac{400 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1.8} = \frac{2}{9} \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad (2)$$

Η συνολική απόσταση (S_{II}) που καλύπτει η ακτινοβολία μέσα στο υλικό II, όπως φαίνεται στο σχήμα, είναι:

$$\begin{aligned}
 S_{II} &= (ZE) + (\Theta K) + (K\Lambda) + (\Lambda O) + (\Gamma B) \Leftrightarrow \\
 S_{II} &= 2(ZE) + 2(\Theta K) + (K\Lambda) \quad (3)
 \end{aligned}$$

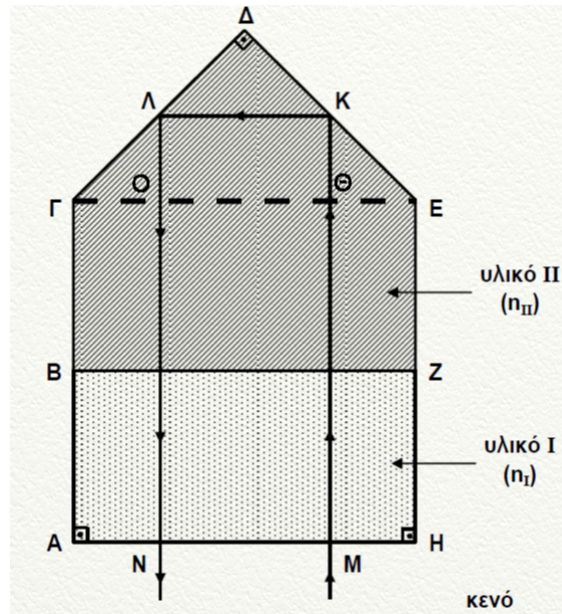
αφού από το ορθογώνιο $\Theta K\Lambda O$ προκύπτει $(\Theta K) = (\Lambda O)$.

Στο τρίγωνο $\Gamma \Delta E$ η $K\Lambda$ ενώνει τα μέσα δύο πλευρών, επομένως θα ισχύει:

$$(K\Lambda) = (\Gamma E)/2 = (A\Gamma)/2 = 1 \text{ cm} \quad (4)$$

Επίσης στο τρίγωνο $K\Theta E$ γνωρίζουμε ότι $\hat{E} = 45^\circ$ (αφού $(\Delta \Gamma) = (\Delta E)$) και $(KE) = (\Delta E)/2 = \sqrt{2}/2 \text{ cm}$, οπότε προκύπτει ότι:

$$(\Theta K) = (KE) \cdot \eta\mu 45^\circ \Rightarrow (\Theta K) = 0.5 \text{ cm} \quad (5)$$



Αντικαθιστώντας τις (4) και (5) στη σχέση (3) παίρνουμε τελικά για το συνολικό μήκος της διαδρομής της ακτίνας στο μέσο (II):

$$S_{II} = 4\text{cm}$$

Επομένως με βάση τη σχέση (2) βρίσκουμε ότι τα μήκη κύματος (N_{II}) που αντιστοιχούν στη διαδρομή της ακτινοβολίας στο μέσο (II) είναι:

$$N_{II} = \frac{S_{II}}{\lambda_{II}} \Rightarrow N_{II} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\frac{2}{9} \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 18 \cdot 10^4$$

Δ3. Η ταχύτητα των φωτονίων της ακτινοβολίας στο υλικό (I) είναι:

$$c_I = \frac{c_0}{n_I} \Rightarrow c_I = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Ομοίως για το υλικό (II) θα ισχύει για την ταχύτητα της ακτινοβολίας:

$$c_{II} = \frac{c_0}{n_{II}} \Rightarrow c_{II} = \frac{1}{0.6} \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Η ακτινοβολία διαδίδεται με σταθερή ταχύτητα μέσα σε κάθε υλικό. Επομένως για να διατρέξει το υλικό (I) χρειάζεται χρόνο:

$$t_I = \frac{2(ZH)}{c_I} \Rightarrow t_I = \frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 10^{-10} \text{ s}$$

ενώ για να διατρέξει το υλικό (II) χρειάζεται χρόνο:

$$t_{II} = \frac{2S_{II}}{c_{II}} \Rightarrow t_{II} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\frac{1}{0.6} \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 2.4 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

Συνολικά ο χρόνο που χρειάζεται η ακτινοβολία για να διατρέξει και τα δύο υλικά θα είναι:

$$t_{ολ} = t_I + t_{II} = 3.4 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

Δ4. Αν $E_{ακτ}$ είναι η ενέργεια της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο υλικό (II), τότε η ενέργεια $E_{απ}$ που πρέπει να απορροφήσει το υλικό για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 20J είναι:

$$E_{απ} = \frac{5}{100} E_{ακτ} \Rightarrow E_{ακτ} = 400 \text{ J}$$

Επομένως ο αριθμός N των φωτονίων που απαιτούνται θα είναι:

$$E_{ακτ} = Nhf \Rightarrow N = \frac{E_{ακτ}}{hf} \Rightarrow N = \frac{400 \text{ J}}{(6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (0.75 \cdot 10^{15} \text{ Hz})} = \frac{8}{99} \cdot 10^{24}$$

ΣΧΟΛΙΟ: Τα θέματα είχαν σωστή κλιμάκωση δυσκολίας και κάλυπταν επαρκώς την ύλη. Οι υποψήφιοι που είχαν προετοιμαστεί σωστά δεν αναμένεται να συνάντησαν κάποια δυσκολία.

Επιμέλεια απαντήσεων:

Βασίλης Βάρης