

Απολυτήριες εξετάσεις Γ' Τάξης
Ημερήσιου Γενικού Λυκείου
ΦΥΣΙΚΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
30 – 5 – 2014

- ΘΕΜΑ Α:** **A1.** δ **A2.** γ **A3.** β
 A4. α **A5.** α) Σ
 β) Σ
 γ) Λ
 δ) Σ
 ε) Λ

ΘΕΜΑ Β: **B1.** Σωστό το **i.**

Αιτιολόγηση: Για το χρόνο διέλευσης (t_α) της ακτίνας από το υλικό α θα ισχύει:

$$t_\alpha = \frac{d}{c_\alpha} \quad (1)$$

όπου c_α η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται η ακτίνα στο υλικό α. Από τον ορισμό του δείκτη διάθλασης για το υλικό α προκύπτει:

$$n_\alpha = \frac{c_0}{c_\alpha} \Leftrightarrow c_\alpha = \frac{c_0}{n_\alpha}$$

οπότε η σχέση (1) γίνεται:

$$t_\alpha = \frac{d}{c_0} n_\alpha$$

Ομοίως για τον χρόνο διέλευσης (t_β) της ακτίνας από το υλικό β θα ισχύει:

$$t_\beta = \frac{d}{c_0} n_\beta$$

Από την γραφική παράσταση που δίνεται παρατηρούμε ότι $n_\alpha > n_\beta$ για το πράσινο χρώμα. Επομένως από τις δύο τελευταίες σχέσεις προκύπτει εύκολα ότι $t_\alpha > t_\beta$.

B2. Σωστό το ii.

Αιτιολόγηση: Από το πρότυπο του Bohr προκύπτει για την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του Υδρογόνου, όταν αυτό βρίσκεται στην ενεργειακή κατάσταση n :

$$K_n = \frac{k_e e^2}{2r_n} \Rightarrow K_n = \frac{k_e e^2}{2n^2 r_1} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} K_3 = \frac{k_e e^2}{2 \cdot 3^2 r_1} \\ K_3 = \frac{k_e e^2}{2 \cdot 1^2 r_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{K_3}{K_1} = \frac{1}{9}$$

Επίσης για τη στροφορμή του ηλεκτρονίου όταν το άτομο του Υδρογόνου βρίσκεται στην ενεργειακή κατάσταση n ισχύει:

$$L_n = n\hbar \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} L_3 = 3\hbar \\ L_1 = \hbar \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{L_3}{L_1} = 3$$

B3. Σωστό το ii.

Αιτιολόγηση: Έστω E_X , E_Y και E_Ω οι ενέργειες σύνδεσης των πυρήνων X, Y και Ω αντίστοιχα. Η ενέργεια (Q) που εκλύεται κατά τη διάσπαση $X \rightarrow Y + \Omega$ θα ισούται με την ενέργεια που εκλύεται κατά τον σχηματισμό των πυρήνων Y και Ω ($E_Y + E_\Omega$) μείον την ενέργεια που απαιτείται για τη διάσπαση του πυρήνα X (E_X). Επομένως θα ισχύει:

$$Q = E_Y + E_\Omega - E_X \Leftrightarrow E_\Omega = Q + E_X - E_Y \Rightarrow E_\Omega = 164\text{MeV} + (200 \cdot 7.8)\text{MeV} - (120 \cdot 8.5)\text{MeV} = 704\text{MeV}$$

Άρα η ενέργεια σύνδεσης ανά νουκλεόνιο του πυρήνα Ω είναι:

$$\frac{704}{80} = 8.8\text{MeV} / \text{νουκλεόνιο}$$

ΘΕΜΑ Γ: Γ1. Για την ενέργεια του φωτονίου ισχύει:

$$E_1 = hf_1 \stackrel{c=\lambda_1 f_1}{\Rightarrow} E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} \Leftrightarrow \lambda_1 = \frac{hc}{E_1} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{m/s}}{15 \cdot 10^3 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{J}} = 8.2875 \cdot 10^{-11} \text{m}$$

Γ2. Για το ελάχιστο μήκος κύματος που εκπέμπει η συσκευή ισχύει:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{|e|V}$$

Όπου V η τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου. Με βάση τα δεδομένα της άσκησης ισχύει $\lambda_{\min} = \lambda_1/3$, οπότε από την τελευταία σχέση θα έχουμε διαδοχικά:

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_1}{3} &= \frac{hc}{|e|V} \Rightarrow \frac{hc}{3E_1} = \frac{hc}{|e|V} \Leftrightarrow |e|V = 3E_1 \Rightarrow \\ |e|V &= 3 \cdot 15k\text{eV} \Rightarrow V = 45kV \end{aligned}$$

Γ3. Για την ένταση του ρεύματος (I) της ηλεκτρονιακής δέσμης ισχύει:

$$I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{N|e|}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{2 \cdot 10^{17} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}}{1\text{s}} = 3.2 \cdot 10^{-2} \text{A}$$

όπου Q το ηλεκτρικό φορτίο που φτάνει στην άνοδο σε χρόνο $\Delta t = 1\text{s}$ και N ο αριθμός των ηλεκτρονίων που συγκροτούν αυτό το φορτίο. Επομένως η ισχύς που μεταφέρει η ηλεκτρονιακή δέσμη θα είναι:

$$P = V \cdot I \Rightarrow P = 45 \cdot 10^3 \text{V} \cdot 3.2 \cdot 10^{-2} \text{A} = 1440 \text{W}$$

Γ4. Ας ονομάσουμε v το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ένα ηλεκτρόνιο φτάνει στην άνοδο του σωλήνα πριν μεταβάλλουμε την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου. Με βάση το θεώρημα έργου – ενέργειας και υποθέτοντας ότι το ηλεκτρόνιο ξεκινά από την κάθοδο με μηδενική ταχύτητα (δεδομένο οποίο δεν διευκρινίζεται στην άσκηση ενώ θα έπρεπε!) έχουμε:

$$\frac{mv^2}{2} = |e|V \quad (1)$$

Ομοίως αν $v' = v/2$ είναι το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ένα ηλεκτρόνιο φτάνει στην άνοδο του σωλήνα αφού μεταβάλλουμε την τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου, θα έχουμε:

$$\frac{mv'^2}{2} = |e|V' \Rightarrow \frac{m\left(\frac{v}{2}\right)^2}{2} = |e|V' \Leftrightarrow \frac{mv^2}{8} = |e|V' \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει εύκολα ότι για την νέα τάση (V') μεταξύ ανόδου και καθόδου θα ισχύει: $V' = V/4$, επομένως για την νέα ισχύ (P') που μεταφέρει η ηλεκτρονιακή δέσμη θα ισχύει:

$$P' = V'I = \frac{V}{4}I = \frac{P}{4} \Rightarrow P' = \frac{1440}{4} \text{W} = 360 \text{W}$$

ΘΕΜΑ Δ: Δ1. Για την δυναμική ενέργεια του ατόμου του Υδρογόνου όταν αυτό βρίσκεται σε ενεργειακή κατάσταση n ισχύει:

$$U_n = -k_c \frac{e^2}{r_n}$$

ενώ για την ολική ενέργεια του ατόμου στην ίδια κατάσταση ισχύει:

$$E_n = -k_c \frac{e^2}{2r_n}$$

Από τις δύο τελευταίες σχέσεις προκύπτει ότι ή δυναμική και η ολική ενέργεια του ατόμου συνδέονται με τη σχέση:

$$E_n = \frac{U_n}{2}$$

Επομένως θα έχουμε:

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \Rightarrow \frac{U_n}{2} = \frac{E_1}{n^2} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{2E_1}{U_n}} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{2(-13.6)\text{eV}}{-1.7\text{eV}}} = 4$$

Δ2. Εφαρμόζοντας την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας για το σύστημα άτομο – βλήμα πριν και μετά τη διέγερση του ατόμου έχουμε:

$$E_1 + K = E_4 + \frac{K}{2} \Rightarrow \frac{K}{2} = \frac{E_1}{16} - E_1 \Rightarrow K = -\frac{15E_1}{8} \Rightarrow K = 25.5\text{eV}$$

Δ3. Για τη στροφορμή του ηλεκτρονίου στο άτομο του Υδρογόνου όταν αυτό βρίσκεται σε ενεργειακή κατάσταση n ισχύει:

$$L_n = n\hbar = nL_1$$

όπου L_1 το μέτρο της στροφορμής στην θεμελιώδη κατάσταση. Επομένως σύμφωνα με τα δεδομένα της άσκησης για τον κβαντικό αριθμό της ενδιάμεσης κατάστασης στην οποία καταλήγει το άτομο μετά το 1^ο άλμα θα ισχύει:

$$L_n = 2L_1 \Rightarrow nL_1 = 2L_1 \Rightarrow n = 2$$

Άρα για τις συχνότητες f_A και f_B των φωτονίων που εκπέμπονται κατά τις μεταβάσεις από την $n = 4$ στην $n = 2$ και από την $n = 2$ στην θεμελιώδη αντίστοιχα, θα έχουμε:

$$\left. \begin{aligned} E_4 - hf_A = E_2 &\Rightarrow hf_A = \frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4} \Rightarrow f_A = -\frac{3E_1}{16h} \\ E_2 - hf_B = E_1 &\Rightarrow hf_B = \frac{E_1}{4} - E_1 \Rightarrow f_B = -\frac{3E_1}{4h} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{1}{4}$$

Δ4. Σύμφωνα με το πρότυπο του Bohr για το άτομο του Υδρογόνου, η ταχύτητα περιφοράς του ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα στην ενεργειακή κατάσταση n έχει μέτρο:

$$v_n = e \sqrt{\frac{k_c}{mr_n}} \Rightarrow v_n = e \sqrt{\frac{k_c}{mn^2r_1}} \Rightarrow v_n = \frac{v_1}{n}$$

όπου v_1 το μέτρο της ταχύτητας περιφοράς του ηλεκτρονίου στην $1^{\text{η}}$ επιτρεπόμενη τροχιά ($n = 1$). Επομένως για την περίοδο περιφοράς θα ισχύει:

$$T_n = \frac{2\pi r_n}{v_n} \Rightarrow T_n = \frac{2\pi r_1 \cdot n^2}{\frac{v_1}{n}} = \frac{2\pi r_1}{v_1} n^3 \Rightarrow T_n = T_1 n^3$$

όπου T_1 η περίοδος περιφοράς του ηλεκτρονίου γύρω από τον πυρήνα στην $1^{\text{η}}$ επιτρεπόμενη τροχιά. Εφαρμόζοντας την παραπάνω σχέση διαδοχικά για τις καταστάσεις $n = 4$ και $n = 2$ έχουμε:

$$\left. \begin{aligned} T_4 &= T_1 \cdot 16^3 \\ T_2 &= T_1 \cdot 2^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{T_4}{T_2} = \frac{16^3}{2^3} = 512$$

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