

**Τράπεζα θεμάτων Β' Λυκείου: Φυσική Γενικής Παιδείας**
**ΘΕΜΑ Δ**
**ΓΗ\_Β\_ΦΥΣ\_4\_21309**

ΘΕΜΑ Δ (αναρτήθηκε 21/12/2014)

Φωτόνια προσπίπτουν σε άτομα υδρογόνου που βρίσκονται στην θεμελιώδη κατάσταση και τα διεγείρουν στην ενεργειακή στάθμη με κύριο κβαντικό αριθμό  $n = 4$ . Δίνονται η ενέργεια του ατόμου του υδρογόνου στην θεμελιώδη κατάσταση  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ , η ταχύτητα του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

**Δ<sub>1</sub>.** Να υπολογίσετε την ενέργεια ενός ατόμου υδρογόνου στη διεγερμένη κατάσταση που αντιστοιχεί στο κύριο κβαντικό αριθμό  $n = 4$ .

Κατά τις αποδιεγέρσεις από την ενεργειακή στάθμη που αντιστοιχεί στον κβαντικό αριθμό  $n = 4$ , στις αμέσως δύο χαμηλότερες ενεργειακές στάθμες ( $n = 3$  και  $n = 2$ ) παράγονται οι ακτινοβολίες I και II. Τα φωτόνια που αντιστοιχούν σε αυτές τις ακτινοβολίες έχουν ενέργειες  $E_{\phi 1}$  και  $E_{\phi 2}$  αντίστοιχα.

Μονάδες 6

**Δ<sub>2</sub>.** Να υπολογίσετε τις ενέργειες  $E_{\phi 1}$  και  $E_{\phi 2}$ .

Μονάδες 3+3

**Δ<sub>3</sub>.** Να υπολογίσετε το λόγο  $\lambda_{02} / \lambda_{01}$  των μηκών κύματος των δυο ακτινοβολιών, δεδομένου ότι αυτές διαδίδονται στο κενό.

- (Ο υπολογισμός να γίνει με στρογγυλοποίηση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου)!

Μονάδες 5

Οι ακτινοβολίες I και II που διαδίδονται στο κενό, εισέρχονται ταυτόχρονα σε γυαλί στο οποίο έχουν αντίστοιχα δείκτη διάθλασης  $n_1 = 1,5$  και

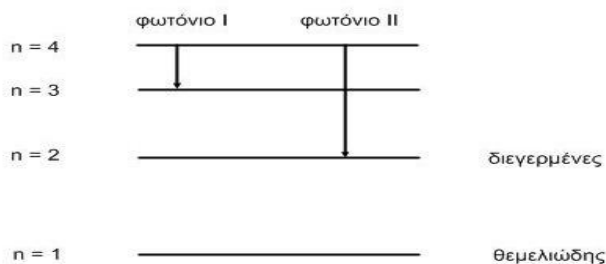
$n_2 = 1,55 = (31 / 30) \cdot 1,5$ . Τα μήκη κύματος των ακτινοβολιών I και II στο γυαλί είναι  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  αντίστοιχα. Μέσα στο γυαλί κάθε μια από τις ακτινοβολίες διασχίζει απόσταση  $d = 0,3 \text{ m}$  και στη συνέχεια εξέρχεται στο κενό.

**Δ<sub>4</sub>.** Να υπολογίσετε το λόγο  $c_1 / c_2$  των ταχυτήτων των δυο ακτινοβολιών, όταν αυτές διέρχονται μέσα στο γυαλί, καθώς και το χρόνο που απαιτείται για να διανύσει η ακτινοβολία I το μήκος  $d$ .

Μονάδες 4+4

**Λύση**

**Δ<sub>1</sub>.**



Η ενέργεια σε μια διεγερμένη κατάσταση του ηλεκτρονίου του ατόμου :

(Η σχέση ισχύει στο άτομο του υδρογόνου):

$$E_n = E_1 / n^2, \text{ για } n = 4 :$$

$$E_4 = E_1 / 4^2 \Rightarrow E_4 = -13,6 / 16 \Rightarrow E_4 = -0,85 \text{ eV} .$$

**Δ<sub>2</sub>.**

Οι ενέργειες των φωτονίων, λόγω της αποδιέγερσης του ηλεκτρονίου του ατόμου :

$$E_{hf} = \Delta E_{\text{αποδ}} \Rightarrow E_{\phi,1} = E_4 - E_3 \Rightarrow E_{\phi,1} = -0,85 - (-13,6 / 3^2) \Rightarrow E_{\phi,1} = -0,85 + 1,51 \Rightarrow E_{\phi,1} = 0,66 \text{ eV} .$$

$$E_{\phi,2} = E_4 - E_2 \Rightarrow E_{\phi,2} = -0,85 - (-13,6 / 4^2) \Rightarrow E_{\phi,2} = -0,85 + 3,4 \Rightarrow E_{\phi,2} = 2,55 \text{ eV} .$$

**Δ<sub>3</sub>.**

Η θεμελιώδης κυματική εξίσωση δίνει :

$$c_0 = \lambda_0 \cdot f \Rightarrow \lambda_0 = c_0 / f, \text{ η σχέση παίρνει την μορφή :}$$

$$c_0 = \lambda_{0,2} \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_{0,2} = c_0 / f_2 \text{ και } c_0 = \lambda_{0,1} \cdot f_1 \Rightarrow \lambda_{0,1} = c_0 / f_1 ,$$

διαιρούμε κατά μέλη τις δύο σχέσεις :

$$\lambda_{0,2} / \lambda_{0,1} = (c_0 / f_2) / (c_0 / f_1) \Rightarrow \lambda_{0,2} / \lambda_{0,1} = f_1 / f_2 \Rightarrow$$

$$\lambda_{0,2} / \lambda_{0,1} = (E_{\phi,1} / h) / (E_{\phi,2} / h) \Rightarrow$$

$$\lambda_{0,2} / \lambda_{0,1} = E_{\phi,1} / E_{\phi,2} \Rightarrow$$

$$\lambda_{0,2} / \lambda_{0,1} = 0,66 / 2,55 \Rightarrow$$

$$\lambda_{0,2} / \lambda_{0,1} = 0,26 .$$

**Δ<sub>4</sub>.**

Δίνεται :

$$n_2 = 1,55 = (31 / 30) \cdot 1,5 \text{ και } n_1 = 1,5, \text{ άρα } n_2 = (31 / 30) \cdot n_1 ,$$

$$n_2 = (31 / 30) \cdot n_1 \Rightarrow n_2 / n_1 = 31 / 30 \dots(I)$$

Ο ορισμός του δείκτη διάθλασης :

$$n = c_0 / c, \text{ η σχέση (I) γίνεται :}$$

$$n_2 / n_1 = 31 / 30 \Rightarrow$$

$$(c_0 / c_2) / (c_0 / c_1) = 31 / 30 \Rightarrow$$

$$c_1 / c_2 = 31 / 30 .$$

Η ταχύτητα ορίζεται :

$$c_1 = d / \Delta t \Rightarrow$$

$$\Delta t = d / c_1 \Rightarrow$$

$$\Delta t = d / (c_0 / n_1) \Rightarrow$$

$$\Delta t = d \cdot n_1 / c_0 \Rightarrow$$

$$\Delta t = 0,3 \cdot 1,5 / (3 \cdot 10^8) \Rightarrow$$

$$\Delta t = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ s} .$$

Επιμέλεια: Καθ. Γεώργιος Φ. Σ ι ώ ρ η ς-Φυσικός.