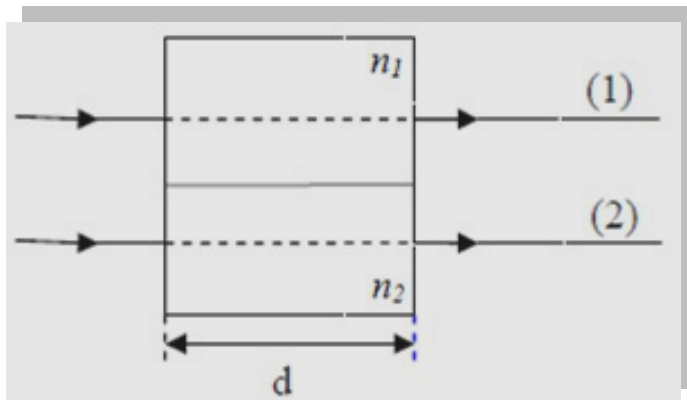


**Τράπεζα θεμάτων Β' Λυκείου: Φυσική Γενικής Παιδείας**
**ΘΕΜΑ Δ**
**ΓΗ\_Β\_ΦΥΣ\_4\_21843**

21843 - ΘΕΜΑ Δ ( αναρτήθηκε στις 21/12/2014 )

Δύο μονοχρωματικές ακτινοβολίες (1) και (2), που αρχικά διαδίδονται στο κενό με μήκη κύματος  $\lambda_{0,1}$  και  $\lambda_{0,2}$  αντίστοιχα, προσπίπτουν ταυτόχρονα κάθετα σε δύο οπτικά υλικά πάχους  $d$  το καθένα (με διαφορετικούς δείκτες διάθλασης) και τα διαπερνούν, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το υλικό με δείκτη διάθλασης  $n_1$  είναι γυαλί και το υλικό με δείκτη διάθλασης  $n_2$  είναι κρύσταλλος ιωδιούχου λιθίου (LiI).



Αν θεωρήσουμε ότι η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας (1) στο γυαλί είναι  $c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  κι ότι ισχύει  $n_1 / n_2 = 3 / 4$  τότε:

**Δ<sub>1</sub>.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2) στο LiI. Μονάδες 6

**Δ<sub>2</sub>.** Αν οι δύο ακτινοβολίες εξέρχονται από τα δύο ίδιου πάχους οπτικά υλικά με χρονική διαφορά  $\Delta t = 2 \cdot 10^{-10} \text{ s}$ , να υπολογίσετε το πάχος  $d$ . Μονάδες 6

**Δ<sub>3</sub>.** Αν η ενέργεια κάθε φωτονίου της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2) θεωρήσουμε ότι είναι ίση με  $3,3 \cdot 10^{-15} \text{ J}$  να υπολογίσετε τον αριθμό των μηκών κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του γυαλιού. Μονάδες 6

**Δ<sub>4</sub>.** Πόσα φωτόνια της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2) θα δώσουν ενέργεια ίση με την ενέργεια του φωτονίου που παράγεται κατά την αποδιέγερση από την διεγερμένη κατάσταση με κύριο κβαντικό αριθμό  $n = 2$  στην θεμελιώδη κατάσταση ( $E_2 \rightarrow E_1$ ) του ατόμου του υδρογόνου. Μονάδες 7

Για διευκόλυνση στις πράξεις σας θεωρήστε  $3,3 / 1,6 \approx 2,04$ .

Δίνονται: η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  και η σταθερά του Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

### Λύση

**Δ<sub>1</sub>.** Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού ορίζεται:  $n_1 = c_0 / c_1$ .

Ο δείκτης διάθλασης των κρυστάλλων L i l ορίζεται:  $n_2 = c_0 / c_2$ .

Διαιρούμε τις σχέσεις κατά μέλη και έχουμε:

$$n_1 / n_2 = c_2 / c_1 \Rightarrow c_2 = (n_1 / n_2) \cdot c_1 \Rightarrow c_2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

**Δ<sub>2</sub>.** Το φως στο κάθε υλικό διανύει απόσταση  $d$  με σταθερή ταχύτητα.

Η ταχύτητα  $c_1$  στο γυαλί:

$$c_1 = d / t_1 \Rightarrow t_1 = d / c_1.$$

Η ταχύτητα  $c_2$  των κρυστάλλων L i l:

$$c_2 = d / t_2 \Rightarrow t_2 = d / c_2.$$

Αφού  $c_2 < c_1$  θα είναι  $t_2 > t_1$ .

Η χρονική διαφορά  $\Delta t$ :

$$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow \Delta t = (d / c_2) - (d / c_1) \Rightarrow \Delta t = d \cdot ((1 / c_2) - (1 / c_1)) \Rightarrow d = \Delta t / ((1 / c_2) - (1 / c_1)) \Rightarrow d = 2 \cdot 10^{-10} / (0,5 / 3 \cdot 10^8) \Rightarrow d = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow d = 12 \text{ cm}.$$

**Δ<sub>3</sub>.** Η ενέργεια ενός φωτονίου της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2):

$$E_{(2)} = h \cdot f_2 \Rightarrow f_2 = E_{(2)} / h \Rightarrow f_2 = 3,3 \cdot 10^{-15} / (6,6 \cdot 10^{-34}) \Rightarrow f_2 = 0,5 \cdot 10^{19} \text{ Hz} \Rightarrow f_2 = 5 \cdot 10^{18} \text{ Hz}.$$

Η βασική κυματική εξίσωση για την μονοχρωματική ακτινοβολία (2) στον κρύσταλλο ιωδιούχου λιθίου:

$$c_2 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_2 = c_2 / f_2 \Rightarrow \lambda_2 = 1,5 \cdot 10^8 / 0,5 \cdot 10^{19} \Rightarrow \lambda_2 = 3 \cdot 10^{-11} \text{ m}.$$

Ο αριθμός των μηκών κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2) στο εσωτερικό του γυαλιού είναι:

$$k_2 = d / \lambda_2 = 12 \cdot 10^{-2} / (3 \cdot 10^{-11}) \Rightarrow k_2 = 4 \cdot 10^9 \text{ μήκη κύματος}.$$

**Δ<sub>4</sub>.** Η ενέργεια του φωτονίων, λόγω της α π ο δ ι έ γ ε ρ σ η ς του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου :

$$E_{\phi} = \Delta E_{\alpha\pi\omicron\delta} \Rightarrow E_{\phi} = E_2 - E_1 \Rightarrow E_{\phi} = -13,6 / 2^2 - (-13,6) \Rightarrow$$

$$E_{\phi,1} = -3,4 + 13,6 \Rightarrow E_{\phi} = 10,2 \text{ eV} = 10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow E_{\phi} = 16,32 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Παρατηρούμε ότι η ενέργεια της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2) είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια των φωτονίων της α π ο δ ι έ γ ε ρ σ η ς  $E_2 \rightarrow E_1$

**Θα έπρεπε να ζητείται :**

**<< Πόσα από τα φωτόνια που παράγονται κατά την α π ο δ ι έ γ ε ρ σ η  $E_2 \rightarrow E_1$  θα δώσουν ενέργεια ίση με την ενέργεια της μονοχρωματικής ακτινοβολίας (2)>>**  
και θα είχαμε :

$$N = E_{(2)} / E_{\phi} = 3,3 \cdot 10^{-15} / (10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) = (2,04 / 10,2) \cdot 10^4 = 0,2 \cdot 10^4 \Rightarrow N = 2000 \text{ φωτόνια}.$$

**Έτσι όπως το ζητάνε η απάντηση είναι 1 / 2000 φωτόνιο  $\Rightarrow$  ΑΤΟΠΟ !**

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