

Τράπεζα Θεμάτων Β' Λυκείου: Φυσική Γενικής Παιδείας

ΘΕΜΑ Δ

ΓΗ_Β_ΦΥΣ_4_21360

21360 - ΘΕΜΑ Δ (αναρτήθηκε στις 21/12/2014)

Μια μονοχρωματική ακτινοβολία που διαδίδεται στο κενό, έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$.

Δίνονται: η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

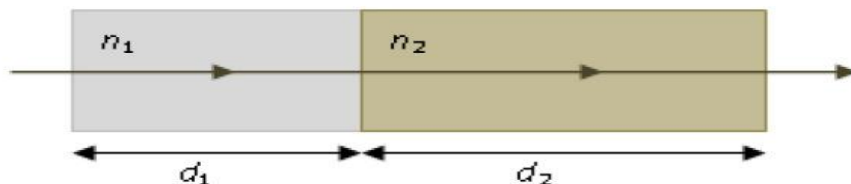
Δ₁. Να υπολογίσετε τη ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος αυτής της μονοχρωματικής ακτινοβολίας, όταν διαδίδεται στο νερό, αν ο δείκτης διάθλασης του νερού για την ακτινοβολία αυτή είναι $n = 4/3$.

Μονάδες 3+3

Δ₂. Να βρείτε την ενέργεια ενός φωτονίου της παραπάνω μονοχρωματικής ακτινοβολίας.

Μονάδες 6

Η μονοχρωματική αυτή ακτινοβολία καθώς κινείται στο κενό, συναντά κάθετα στη πορεία της, δυο γυάλινα πλακίδια (1) και (2), τα οποία εφάπτονται μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η ακτινοβολία εισέρχεται στο πλακίδιο (1) και στη συνέχεια εξέρχεται από το πλακίδιο (2). Τα γυάλινα πλακίδια (1) και (2) έχουν αντίστοιχα πάχος $d_1 = 1 \text{ m}$ και $d_2 = 1,8 \text{ m}$ και δείκτες διάθλασης για την ακτινοβολία αυτή $n_1 = 1,5$ και $n_2 = 1,2$.



Δ₃. Να βρείτε τη μεταβολή $\Delta \lambda$ του μήκους κύματος της ακτινοβολίας, κατά τη μετάβασή της από το κενό στο πλακίδιο (1).

Μονάδες 6

Δ₄. Να υπολογίσετε το συνολικό χρόνο κίνησης της ακτινοβολίας μέσα στα δύο πλακίδια.

Μονάδες 7

Λύση

Δ₁. Η ταχύτητα διάδοσης c της ακτινοβολίας στο νερό είναι:

$$n = c_0 / c \Rightarrow c = c_0 / n \Rightarrow c = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) / (4/3) \Rightarrow c = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

Για το μήκος κύματος της ακτινοβολίας λ στο νερό ισχύει:

$$n = \lambda_0 / \lambda \Rightarrow \lambda = \lambda_0 / n \Rightarrow \lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m} / (4/3) \Rightarrow \lambda = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}.$$

Δ₂.

Η συχνότητα της μονοχρωματικής ακτινοβολίας προσδιορίζεται με τη βοήθεια της θεμελιώδους εξίσωσης της κυματικής. Είναι:

$$c_0 = \lambda_0 \cdot f \Rightarrow f = c_0 / \lambda_0 \Rightarrow f = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) / (600 \cdot 10^{-9} \text{ m}) \Rightarrow f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} .$$

Οπότε για την ενέργεια του φωτονίου ισχύει:

$$E = h \cdot f = (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}) \Rightarrow E = 33,15 \cdot 10^{-20} \text{ J} .$$

Σχόλιο: - Η ενέργεια ενός φωτονίου της μονοχρωματικής ακτινοβολίας είναι ίδια τόσο κατά τη διάδοση της ακτινοβολίας στο κενό όσο και κατά τη διάδοση της ακτινοβολίας στο νερό καθώς η συχνότητα μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας έχει σε όλα τα υλικά την ίδια τιμή.

Δ₃.

Για το μήκος κύματος λ_1 της ακτινοβολίας στο πλακίδιο (1) ισχύει:

$$n_1 = \lambda_0 / \lambda_1 \Rightarrow \lambda_1 = \lambda_0 / n_1 \Rightarrow \lambda_1 = 600 \text{ nm} / 1,5 \Rightarrow \lambda_1 = 400 \text{ nm} .$$

Επομένως η μεταβολή του μήκους κύματος της ακτινοβολίας κατά τη μετάβασή της από το κενό στο πλακίδιο (1) είναι:

$$\Delta \lambda = \lambda_1 - \lambda_0 \Rightarrow \Delta \lambda = 400 \text{ nm} - 600 \text{ nm} \Rightarrow \Delta \lambda = -200 \text{ nm} .$$

Σχόλιο: - Το μείον στο παραπάνω αποτέλεσμα δηλώνει ότι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας μειώθηκε κατά τη μετάβασή της από το κενό στο πλακίδιο (1).

Δ₄.

Σύμφωνα με τον ορισμό του δείκτη διάθλασης, η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο πλακίδιο (1) είναι:

$$n_1 = c_0 / c_1 \Rightarrow c_1 = c_0 / n_1 \Rightarrow c_1 = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) / 1,5 \Rightarrow c_1 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} .$$

Επομένως για το χρόνο κίνησης της ακτινοβολίας στο πλακίδιο (1) θα ισχύει:

$$d_1 = c_1 \cdot \Delta t_1 \Rightarrow \Delta t_1 = d_1 / c_1 \Rightarrow \Delta t_1 = (1 \text{ m}) / (2 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \Rightarrow \Delta t_1 = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ s} .$$

Ομοίως, σύμφωνα με τον ορισμό του δείκτη διάθλασης, η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο πλακίδιο (2) είναι:

$$n_2 = c_0 / c_2 \Rightarrow c_2 = c_0 / n_2 \Rightarrow c_2 = (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) / 1,2 \Rightarrow c_2 = 2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s} .$$

Επομένως για το χρόνο κίνησης της ακτινοβολίας στο πλακίδιο (2) θα ισχύει:

$$d_2 = c_2 \cdot \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t_2 = d_2 / c_2 \Rightarrow \Delta t_2 = (1,8 \text{ m}) / (2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}) \Rightarrow \Delta t_2 = 0,72 \cdot 10^{-8} \text{ s} .$$

Οπότε ο συνολικός χρόνος κίνησης της ακτινοβολίας στα δύο πλακίδια είναι:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \Rightarrow \Delta t = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ s} + 0,72 \cdot 10^{-8} \text{ s} \Rightarrow \Delta t = 1,22 \cdot 10^{-8} \text{ s} .$$

Επιμέλεια: Καθ. Γεώργιος Φ. Σιώρας-Φυσικός.