

Τυπολόγιο 1ου Κεφαλαίου

<b>Συχνότητα</b>		
$f = \frac{N}{t}$		
<b>Θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής</b>		
$c = \lambda \cdot f$		
<b>Ενέργεια φωτονίου</b>		
$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$		
<b>Ολική ενέργεια φωτεινής δέσμης (N φωτονίων)</b>		
$E_{ολ} = N \cdot E_{\varphi} = N \cdot h \cdot f = N \cdot h \cdot \frac{c}{\lambda}$		
<b>Ανάκλαση και διάθλαση του φωτός</b>		
$n = \frac{c_0}{c}$	$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$	$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$

**Φως : Βασικές έννοιες**

1. Στις ασκήσεις συχνά συναντάμε πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των μονάδων μέτρησης. Πρέπει λοιπόν να έχουμε υπόψη μας ότι για την π.χ. μονάδα μέτρησης μέτρο m θα είναι:

$$1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}, 1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}, 1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$$

2. Αν μία μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται σε δυο διαφορετικά υλικά με δείκτες διάθλασης  $n_1$  και  $n_2$  τότε ισχύει ότι:

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{c_0}{c_1} \\ n_2 = \frac{c_0}{c_2} \end{array} \right\} \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{c_2}{c_1} \text{ όπου } c_1, c_2$$

οι ταχύτητες της ακτινοβολίας στα δύο υλικά.

## Φυσική της Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας

3. Η ισχύς μιας συσκευής που εκπέμπει ακτινοβολία χωρίς απώλειες ισούται με την ισχύ της ακτινοβολίας δηλαδή:

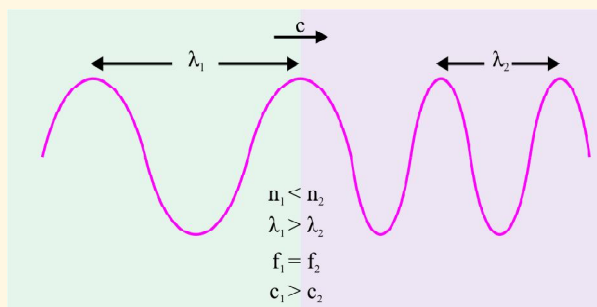
$$P = \frac{E_{\text{ολ.}}}{t} = \frac{NE}{t} = \frac{N \cdot h \cdot f}{t} = \frac{N}{t} hf \quad \text{όπου } N \text{ ο αριθμός των φωτονίων.}$$

4. Ο αριθμός των μηκών κύματος μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας που αντιστοιχούν σε μήκος  $d$  είναι  $x = \frac{d}{\lambda}$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος.

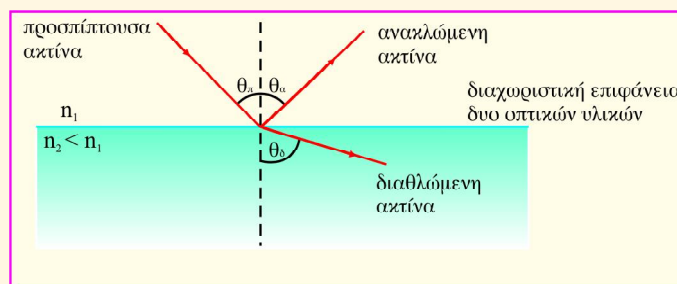
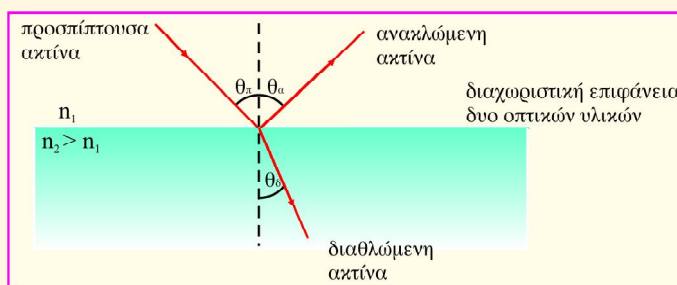
5. Το φως εκτελεί, σε κάθε μέσο, ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και ισχύει:

$$d = c \cdot t \Rightarrow t = \frac{d}{c}$$

6. Στα παρακάτω σχήματα φαίνεται η πορεία μιας ακτίνας όταν διαδίδεται από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο σώμα και αντίστροφα.



7. Ανάκλαση και διάθλαση του φωτός



8. Όταν η ακτίνα πέσει κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια τότε δεν αλλάζει διεύθυνση διάδοσης καθώς περνά στο δεύτερο οπτικά διαφανές μέσο, αλλά μεταβάλλονται η ταχύτητα και το μήκος κύματός της.

9. Διατυπώσεις μεταβολής του μήκους κύματος.

Όταν σε μια άσκηση αναφέρεται ότι το μήκος κύματος π.χ.:

<p>Μειώνεται κατά <math>\frac{1}{3}</math>: <math>\lambda = \lambda_0 - \frac{\lambda_0}{3} = \frac{2\lambda_0}{3}</math></p>	<p>Μειώνεται κατά 30%:</p> $\lambda = \lambda_0 - \frac{30}{100}\lambda_0 = \frac{70}{100}\lambda_0 = 0,7\lambda_0$
<p>Μειώνεται σε (ή στο) <math>\frac{1}{3}</math>: <math>\lambda = \frac{\lambda_0}{3}</math></p>	<p>Μειώνεται σε (ή στο) 30%:</p> $\lambda = \frac{30}{100}\lambda_0 = 0,3\lambda_0$

## Μαθαίνουμε τις αποδείξεις

**ΘΕΩΡΙΑ 1** Να υπολογιστεί το μήκος κύματος  $\lambda$  φωτός, με μήκος κύματος  $\lambda_0$  στο κενό, όταν εισέρχεται σε μέσο με δείκτη διάθλασης  $n$ .

### Απόδειξη

$$\left. \begin{array}{l} \text{Για το κενό } c_0 = \lambda_0 \cdot f \\ \text{Για το μέσο } c = \lambda \cdot f \end{array} \right\} \xrightarrow{(*)} \frac{c_0}{c} = \frac{\lambda_0}{\lambda} \xrightarrow{n = \frac{c_0}{c}} n = \frac{\lambda_0}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

**ΘΕΩΡΙΑ 2** Να αποδείξετε ότι όταν το φως διαδίδεται σε δύο διαφορετικά μέσα με δείκτες διάθλασης  $n_1$  και  $n_2$  ( $n_1 < n_2$ ) το μήκος κύματος στο οπτικά πυκνότερο μέσο έχει μικρότερη τιμή από αυτή στο οπτικά αραιότερο.

### Απόδειξη

Για τα δύο οπτικά μέσα ισχύει:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1} \\ \lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} \end{array} \right\} \xrightarrow{(*)} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \text{ και επειδή } n_1 < n_2, \text{ προκύπτει } \lambda_1 > \lambda_2$$

## Λύνουμε περισσότερες ασκήσεις

- 1.** Ένα φωτόνιο διαδίδεται στο κενό με συχνότητα  $f = 7,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ . Να υπολογιστεί:
- α. το μήκος κύματος του σε m και σε nm. Ανήκει το φωτόνιο στο ορατό φως;
  - β. η ενέργεια του σε Joule και σε eV
  - γ. πόσα φωτόνια της ακτινοβολίας μεταφέρουν ενέργεια  $E = 1,989 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ;
- Δίνονται:  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

### Λύση:

$$\alpha. c_0 = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c_0}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{7,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}} \Rightarrow \lambda = 0,4 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = 40 \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ nm}$$

$$\beta. E_\varphi = h \cdot f \Rightarrow E_\varphi = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 7,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \Rightarrow E_\varphi = 49,5 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_\varphi = \frac{49,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}}} \Rightarrow E_\varphi = 30,94 \text{ eV}$$

$$\gamma. N = \frac{E}{E_\varphi} = \frac{1,989 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{49,5 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 4 \cdot 10^{16} \text{ φωτ.}$$

- 2.** Πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκπέμπει φωτόνια με μήκη κύματος 1,5m. Να υπολογίσετε:
- α. την ενέργεια φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας
  - β. τον αριθμό των φωτονίων που εκπέμπονται σε 1/10 του δευτερολέπτου, αν η ισχύς που ακτινοβολείται είναι 6,63KW
  - γ. το λόγο της ενέργειας αυτού του φωτονίου προς την ενέργεια ενός φωτονίου με μήκος κύματος 450nm.
- Δίνονται:  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ,  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

**Λύση:**

$$\alpha. E_{\varphi} = h \cdot f \Rightarrow E_{\varphi} = h \cdot \frac{c_0}{\lambda} \Rightarrow E_{\varphi} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,5 \text{ m}} \Rightarrow E_{\varphi} = 13,26 \cdot 10^{-26} \text{ J}$$

$$\beta. P = \frac{E_{\text{ολ}}}{t} \Rightarrow P = \frac{N \cdot E_{\varphi}}{t} \Rightarrow N = \frac{P \cdot t}{E_{\varphi}} \Rightarrow N = \frac{6,63 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 10^{-1} \text{ s}}{13,26 \cdot 10^{-26} \text{ J}} \Rightarrow N = 5 \cdot 10^{27} \text{ φωτ}$$

$$\gamma. \frac{E_{\varphi_1}}{E_{\varphi_2}} = \frac{h \cdot f_1}{h \cdot f_2} = \frac{h \cdot \frac{c_0}{\lambda_1}}{h \cdot \frac{c_0}{\lambda_2}} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{450 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1,5 \text{ m}} \Rightarrow \frac{E_{\varphi_1}}{E_{\varphi_2}} = 3 \cdot 10^{-7}$$

**3.** Ένα γυάλινο ποτήρι περιέχει νερό. Το πάχος του γυάλινου πυθμένα του ποτηριού είναι  $x=4\text{cm}$  ενώ το νερό που βρίσκεται στο ποτήρι έχει ύψος  $H=16\text{cm}$ . Μια δέσμη μονοχρωματικής ακτινοβολίας που διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  διαπερνά κάθετα το νερό που βρίσκεται μέσα στο ποτήρι και το γυάλινο πυθμένα του. Ο δείκτης διάθλασης για το νερό είναι  $4/3$  ενώ το γυαλί είναι  $8/5$ . Να υπολογιστούν:

- η ταχύτητα της δέσμης στο νερό και στο γυαλί
- ο χρόνος κίνησης της δέσμης στο νερό και στο γυαλί
- η χρονική καθυστέρηση στη διάδοση της δέσμης στον αέρα από την παρεμβολή του ποτηριού με το νερό
- ο λόγος της περιόδου της ακτινοβολίας στο νερό προς την περίοδο της ακτινοβολίας στο γυαλί.

**Λύση:**

$$\alpha. n_v = \frac{c_0}{c_v} \Rightarrow c_v = \frac{c_0}{n_v} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{4} \cdot 10^8 \text{ m/s} = 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$c_{\gamma} = \frac{c_0}{n_{\gamma}} \Rightarrow c_{\gamma} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{\frac{8}{5}} = \frac{15}{8} \cdot 10^8 \text{ m/s} = 1,875 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\beta. H = c_v \cdot t_v \Rightarrow t_v = \frac{H}{c_v} = \frac{16 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 7,11 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$x = c_{\gamma} \cdot t_{\gamma} \Rightarrow t_{\gamma} = \frac{x}{c_{\gamma}} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1,875 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 2,13 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$\gamma. H + x = c_0 \cdot t_a \Rightarrow t_a = \frac{H + x}{c_0} = \frac{20 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 6,66 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$\Delta t = t_v + t_\gamma - t_a \Rightarrow \Delta t = (7,11 \text{ s} + 2,13 \text{ s} - 6,66 \text{ s}) \cdot 10^{-10} = 2,58 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

$$\delta. \frac{T_v}{T_\gamma} = \frac{\frac{1}{f_v}}{\frac{1}{f_\gamma}} = \frac{f_\gamma}{f_v} = 1 \quad [f_\gamma = f_v = \text{σταθερή}]$$

**4.** Η πράσινη ακτινοβολία που έχει μήκος κύματος 500nm διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

α. Να βρεθεί η συχνότητα της ακτινοβολίας.

β. Να βρεθεί η ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της ακτινοβολίας.

γ. Αν η ακτινοβολία αυτή διαδοθεί σε αιθανόλη με ταχύτητα  $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης της αιθανόλης και το νέο μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

δ. Αν το πάχος της αιθανόλης είναι 50cm, να υπολογιστεί πόσα μήκη κύματος της πράσινης ακτίνας χωράνε σε αυτό το πάχος. Δίνεται η σταθερά του Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .

**Λύση:**

$$\alpha. c_0 = \lambda_0 \cdot f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\beta. E = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} \cdot 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 39,78 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$\gamma. n = \frac{c_0}{c} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 1,5 \quad \text{και} \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{1,5} = 3,33 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\delta. d = N \cdot \lambda \Rightarrow N = \frac{d}{\lambda} = \frac{50 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\frac{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{1,5}} = 1,5 \cdot 10^6 \text{ μήκη κύματος}$$

**5.** Θερμική ακτινοβολία συχνότητας  $3 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$  απορροφάται πλήρως από μια ποσότητα νερού και αυξάνει τη θερμοκρασία του κατά  $20^\circ \text{C}$ . Αν γνωρίζουμε ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία αυτής της ποσότητας νερού κατά  $20^\circ \text{C}$  απαιτούνται  $198,9 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ , να υπολογιστούν:

α. η ενέργεια ενός φωτονίου αυτής της θερμικής ακτινοβολίας

## Φυσική της Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας

- β. το πλήθος των φωτονίων αυτής της θερμικής ακτινοβολίας που θα απορροφηθούν από την συγκεκριμένη ποσότητα νερού για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά  $20^{\circ}\text{C}$
- γ. το ποσό ενέργειας αυτής της ακτινοβολίας που θα έπρεπε να απορροφήσει η συγκεκριμένη ποσότητα νερού αν κατά τη θέρμανσή της είχαμε απώλειες 70%. Δίνεται η σταθερά Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

### Λύση:

α.  $E_{\phi} = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^{12} \text{ Hz} = 19,89 \cdot 10^{-22} \text{ J}$

β.  $2^{\circ}\text{C} \rightarrow 198,9 \cdot 10^{-20} \text{ J}$

$20^{\circ}\text{C} \quad E_{\text{ολ}};$

$$E_{\text{ολ}} = 198,9 \cdot 10^{-20} \text{ J} \cdot \frac{20^{\circ}\text{C}}{2^{\circ}\text{C}} \Rightarrow E_{\text{ολ}} = 198,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Άρα } N = \frac{E_{\text{ολ}}}{E_{\phi}} = \frac{198,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{19,89 \cdot 10^{-22} \text{ J}} = 10^4 \text{ φωτόνια}$$

γ. Από τα 100 J χρησιμοποιούνται τα 30 J

$x; \quad 198,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$x = 6,63 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

## 6. Πηγή μονοχρωματικού φωτός με συχνότητα $f=10^{15}\text{Hz}$ βρίσκεται μέσα σε

διαφανές μέσο που έχει δείκτη διάθλασης  $n_1 = \frac{5}{4}$  και απέχει από διάφραγμα απόσταση  $\ell = 1\text{m}$ . Μεταξύ πηγής και διαφράγματος και κάθετα στην πορεία των ακτινών, τοποθετείται διαφανής πλάκα με δείκτη διάθλασης  $n_2=1,5$  και πάχος  $d=10\text{cm}$ . Να υπολογιστούν:

- α. η ταχύτητα του μονοχρωματικού φωτός στο διαφανές μέσο (c)
- β. το μήκος κύματος του μονοχρωματικού φωτός στη διαφανή πλάκα ( $\lambda_2$ )
- γ. ο λόγος των ενεργειών των φωτονίων του μονοχρωματικού φωτός στο διαφανές μέσο και στη διαφανή πλάκα
- δ. ο αριθμός των μηκών κύματος που χωράνε μεταξύ πηγής και διαφράγματος.

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό:  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

### Λύση:

α.  $c = \frac{c_0}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{\frac{5}{4}} = 2,4 \cdot 10^8 \text{ m/s}$



$$\beta. c_0 = \lambda_0 \cdot f \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c_0}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{10^{15} \text{ Hz}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{1,5} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\gamma. \frac{E_\mu}{E_\pi} = \frac{h \cdot f}{h \cdot f} = 1$$

$$\delta. d = N_2 \cdot \lambda_2 \Rightarrow N_2 = \frac{d}{\lambda_2} = \frac{10^{-1} \text{ m}}{2 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ μήκη κύματος}$$

$$\ell - d = N_1 \cdot \lambda_1 \Rightarrow \ell - d = N_1 \cdot \frac{\lambda_0}{n_1} \Rightarrow$$

$$N_1 = \frac{\ell - d}{\lambda_0} \cdot n_1 = \frac{9 \cdot 10^{-1} \text{ m}}{3 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \cdot \frac{5}{4} = 3,75 \cdot 10^6 \text{ μήκη κύματος}$$

$$\text{Άρα } N_{\text{ολ}} = N_1 + N_2 = 4,25 \cdot 10^6 \text{ μήκη κύματος.}$$

**7.** 100 φωτόνια μιας ορισμένης ακτινοβολίας μήκους κύματος  $\lambda_0 = 663 \text{ nm}$  προσπίπτουν στον αμφιβληστροειδή του ανθρώπινου ματιού, οπότε το μάτι αντιδρά.

**α.** Πόση είναι η συχνότητα του φωτονίου;

**β.** Πόση είναι η ενέργεια του φωτονίου;

**γ.** Πόση είναι η ισχύς η οποία διεγείρει το μάτι, αν τα παραπάνω φωτόνια προσπίπτουν σε αυτό σε χρόνο 2s;

**δ.** Σε πόση απόσταση έχει διαδοθεί η παραπάνω ακτινοβολία στον αέρα, σε αυτό το χρόνο των 2s;

Δίνονται η σταθερά Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  και η ταχύτητα του φωτός

στο κενό  $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

**Λύση:**

$$\alpha. c_0 = \lambda_0 \cdot f \Rightarrow f = \frac{c_0}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{6,63 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = \frac{3}{6,63} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\beta. E_\varphi = h \cdot f \Rightarrow E_\varphi = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot \frac{3}{6,63} \cdot 10^{15} \text{ Hz} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\gamma. P = \frac{E_{\text{ολ}}}{t} = \frac{100 \cdot 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{2 \text{ s}} = 1,5 \cdot 10^{-17} \text{ W} \text{ επειδή } E_{\text{ολ}} = N \cdot E_\varphi$$

$$\delta. x = c_0 \cdot t = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} \Rightarrow x = 6 \cdot 10^8 \text{ m}$$

- 8.** Μονοχρωματική ακτινοβολία που διαδίδεται στο κενό με μήκος κύματος  $\lambda_0 = 600\text{nm}$ , περνά μέσα από διαφανές ορυκτό που έχει δείκτη διά-

$$\theta\lambda\alpha\sigma\eta\varsigma \ n = \frac{6}{5}.$$

- α. Ποια η ταχύτητα της μονοχρωματικής ακτίνας στο διαφανές ορυκτό;  
 β. Αν το πάχος του διαφανούς ορυκτού είναι 10cm, με πόσα μήκη κύματος της μονοχρωματικής ακτίνας όταν διαδίδεται στο ορυκτό, ισοδυναμεί το πάχος του;  
 γ. Ποια μεταβολή θα έχουμε στην ενέργεια του κάθε φωτονίου κατά το πέρασμά του από τον αέρα στο διαφανές ορυκτό;  
 δ. Πόση είναι η ισχύς που απορροφά ένα φωτοκύτταρο, όταν προσπίπτουν πάνω του  $10^5$  φωτόνια αυτής της μονοχρωματικής ακτινοβολίας για χρόνο 6,6s;  
 ε. Η ίδια μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται μέσα από υλικό άγνωστης προέλευσης, χάνοντας το 1/5 της ταχύτητάς της σε σχέση με την ταχύτητά της στο κενό. Να υπολογιστεί ο δείκτης διάθλασης του άγνωστου αυτού υλικού.

$$\text{Δίνεται: } h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \quad c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

**Λύση:**

$$\alpha. \ n = \frac{c_0}{c} \Rightarrow c = \frac{c_0}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{\frac{6}{5}} = 2,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\beta. \ d = N \cdot \lambda \Rightarrow N = \frac{d}{\lambda} = \frac{d}{\frac{\lambda_0}{n}} = \frac{d \cdot n}{\lambda_0} = \frac{10^{-1} \text{ m} \cdot \frac{6}{5}}{6 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 2 \cdot 10^5 \text{ μήκη κύματος}$$

$$\gamma. \ \Delta E_\varphi = h \cdot f - h \cdot f = 0$$

$$\delta. \ P = \frac{E_{\text{ολ.}}}{t} = \frac{N \cdot E_\varphi}{t} = \frac{N \cdot h \cdot f}{t} = \frac{10^5 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}{6,6 \text{ s}} = 5 \cdot 10^{-15} \text{ W}$$

$$\mu\epsilon \ f = \frac{c_0}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{6 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\epsilon. \ n_x = \frac{c_0}{c} = \frac{c_0}{\frac{4}{5}c_0} = \frac{5}{4}$$