
Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα - Διάδοση Φωτός

5ο Σετ Ασκήσεων - Δεκέμβρης 2014

Επιμέλεια: Μιχάλης Ε. Καραδημητρίου, MSc Φυσικός

<http://www.perifysikhs.com>

1. Θέμα Α - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

1.1. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα :

- α. διαδίδονται σε όλα τα υλικά με ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.
- β. είναι διαμήκη κύματα.
- γ. μπορούν να δημιουργηθούν κατά την επιβράδυνση νετρονίων όταν αυτά συγκρούονται με μεταλλικό στόχο.
- δ. μεταφέρουν ενέργεια ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου.

1.2. Ηλεκτρομαγνητικό κύμα συχνότητας f και μήκους κύματος λ_0 διαδίδεται στο κενό. Αν το κύμα διαδιδόταν σε ένα υλικό μέσο, τότε το μήκος κύματος λ που θα είχε κατά τη διάδοση του στο υλικό μέσο θα ήταν :

- α. μικρότερο του λ_0
- β. μεγαλύτερο του λ_0
- γ. ίσο με το λ_0
- δ. διπλάσιο του λ_0

1.3. Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα :

- α. είναι εγκάρσια.
- β. διαδίδονται στη διεύθυνση του διανύσματος \vec{E} της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.
- γ. διαδίδονται σε διεύθυνση που είναι κάθετη στη διεύθυνση του διανύσματος \vec{B} της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
- δ. δεν ικανοποιούν τη θεμελιώδη κυματική εξίσωση.

- 1.4.** Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.
- α.** Το ορατό φάσμα εκτείνεται μεταξύ μερικών mm και 700 nm.
 - β.** Η ακτινοβολία γ χρησιμοποιείται στις τηλεπικοινωνίες.
 - γ.** Η ακτινοβολία Röntgen παράγεται κατά την επιβράδυνση ταχέως κινούμενων ηλεκτρονίων, όταν προσκρούουν σε μεταλλικό στόχο.
 - δ.** Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εκτείνεται μεταξύ 400nm και 700nm.
- 1.5.** Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές. Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα παράγεται από ταλαντούμενο ηλεκτρικό δίπολο και διαδίδεται στο κενό. Μακριά από το δίπολο :
- α.** τα διανύσματα των εντάσεων του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου είναι παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
 - β.** η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου παρουσιάζει διαφορά φάσης $\frac{\pi}{2}rad$ με την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
 - γ.** το πηλίκο $\frac{E_{max}}{B_{max}}$ ισούται με $3 \cdot 10^8 m/s$.
 - δ.** η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σχηματίζει γωνία $\frac{\pi}{2}rad$ με την ένταση του μαγνητικού πεδίου.
- 1.6.** Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.
- α.** Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν υπακούουν στην αρχή της επαλληλίας.
 - β.** Μονοχρωματική ονομάζεται η ακτινοβολία που ανήκει στο ορατό φάσμα.
 - γ.** Τα ραδιοκύματα έχουν μικρότερη συχνότητα από την υπεριώδη ακτινοβολία.
 - δ.** Οι ακτίνες Röntgen έχουν γενικά μήκος κύματος μεγαλύτερο από αυτό των ακτίνων γ.
- 1.7.** Η ταχύτητα διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων :
- α.** ισούται πάντα με $3 \cdot 10^8 m/s$.
 - β.** είναι ανάλογη της συχνότητας του κύματος.
 - γ.** εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου διάδοσης.
 - δ.** είναι παράλληλη στην ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

1.8. Ηλεκτρομαγνητικό κύμα μπορεί να δημιουργηθεί όταν :

- α.** τα ηλεκτρόνια μίας δέσμης ηλεκτρονίων κινούνται ευθύγραμμα ομαλά.
- β.** τα νετρόνια μίας δέσμης νετρονίων επιβραδύνονται.
- γ.** τα πρωτόνια μιας δέσμης πρωτονίων επιταχύνονται.
- δ.** τα νετρόνια μιας δέσμης νετρονίων κινούνται ισοταχώς.

1.9. Φωτεινή ακτίνα διαδίδεται σε ένα οπτικό μέσο και συναντά τη λεία διαχωριστική επιφάνεια με δεύτερο οπτικό μέσο. Να επιλέξετε τις σωστές προτάσεις.

- α.** Η ανακλώμενη ακτίνα διαδίδεται ταχύτερα σε σχέση με την προσπίπτουσα.
- β.** Η γωνία ανάκλασης εξαρτάται από το δείκτη διαθλάσεως του υλικού της διαχωριστικής επιφάνειας των μέσων.
- γ.** Η γωνία ανάκλασης και η γωνία πρόσπτωσης είναι ίσες μεταξύ τους.
- δ.** Η ανακλώμενη ακτίνα έχει το ίδιο μήκος κύματος με την προσπίπτουσα.

1.10. Όταν μία φωτεινή ακτίνα ανακλάται τότε η ανακλώμενη ακτίνα σε σχέση με την προσπίπτουσα έχει :

- α.** διαφορετική διεύθυνση.
- β.** διαφορετική ταχύτητα διάδοσης.
- γ.** διαφορετική συχνότητα.
- δ.** διαφορετικό μέσο διάδοσης.

1.11. Όταν μια δέσμη παράλληλων φωτεινών ακτίνων προσπίπτουν σε μία ανακλώσα επιφάνεια, τότε :

- α.** αν η ανακλώσα επιφάνεια είναι τραχιά, συμβαίνει κατοπτρική ανάκλαση.
- β.** αν η ανακλώσα επιφάνεια είναι λεία, οι ανακλώμενες ακτίνες παραμένουν παράλληλες μεταξύ τους.
- γ.** το μήκος κύματος της ανακλώμενης δέσμης είναι διαφορετικό από αυτό της προσπίπτουσας.
- δ.** η ανακλώμενη δέσμη εκτρέπεται σε σχέση με την προσπίπτουσα κατά γωνία ίση με την κρίσιμη γωνία του οπτικού μέσου.

- 1.12.** Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα διαδίδεται σε οπτικό μέσο με δείκτη διαθλάσεως n και προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια του υλικού με τον περιβάλλοντα αέρα υπό γωνία πρόσπτωσης θ_π τέτοια ώστε $n\mu\theta_\pi > \frac{1}{n}$.
- α.** Στο σημείο πρόσπτωσης συμβαίνει ανάκλαση και διάθλαση.
 - β.** Η φωτεινή ακτίνα υφίσταται ολική ανάκλαση.
 - γ.** Η φωτεινή ακτίνα εξέρχεται στον αέρα παράλληλα στη διαχωριστική επιφάνεια.
 - δ.** Η γωνία διάθλασης είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης.
- 1.13.** Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.
- α.** Η λειτουργία του περισκοπίου βασίζεται στην ολική ανάκλαση του φωτός.
 - β.** Η ολική ανάκλαση μπορεί να συμβεί ακόμα και αν το φως προσπίπτει κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια δύο οπτικών μέσων, αρκεί το φως να προέρχεται από το οπτικά αραιότερο και να κατευθύνεται σε οπτικά πυκνότερο μέσο.
 - γ.** Η κρίσιμη γωνία είναι η μεγαλύτερη δυνατή γωνία πρόσπτωσης μιας φωτεινής ακτίνας που διέρχεται από οπτικά πυκνότερο μέσο προς οπτικά αραιότερο, ώστε να συμβεί ανάκλαση και διάθλαση.
 - δ.** Αν μια φωτεινή ακτίνα υποστεί ολική ανάκλαση, τότε μεταβάλλεται το μήκος κύματος της χωρίς να μεταβληθεί η ταχύτητα διάδοσης, αφού παραμένει στο ίδιο οπτικό μέσο.
- 1.14.** Μονοχρωματική φωτεινή ακτινοβολία διέρχεται πλάγια από τον αέρα σε οπτικό μέσο. Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές.
- α.** Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο υλικό μέσο είναι μεγαλύτερο από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στον αέρα.
 - β.** Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία διάθλασης.
 - γ.** Η ταχύτητα διάδοσης v της ακτινοβολίας εντός του υλικού μέσου υπολογίζεται από τη σχέση $v = \frac{c}{n}$ όπου n ο δείκτης διάθλασης και c η ταχύτητα διάδοσης στο κενό.
 - δ.** Η ακτινοβολία δεν είναι δυνατόν να ανακλαστεί ολικά.
- 1.15.** Μονοχρωματική δέσμη φωτός εισέρχεται (από το κενό) σε γυάλινη πλάκα με δείκτη διάθλασης 1,5. Για την δέσμη μέσα στο γυαλί
- α.** το μήκος κύματος θα αυξηθεί.
 - β.** η συχνότητα θα αυξηθεί.
 - γ.** η συχνότητα θα μειωθεί.
 - δ.** το μήκος κύματος θα μειωθεί.

- 1.16.** Μονοχρωματική δέσμη φωτός περνάει από τον αέρα στο γυαλί. Στην περίπτωση που η διαθλώμενη δέσμη διαδίδεται στην ίδια διεύθυνση με την προσπίπτουσα, τότε :
- α.** η ταχύτητα της δέσμης στον αέρα είναι ίδια με την ταχύτητά της στο γυαλί
 - β.** η γωνία πρόσπτωσης είναι 90°
 - γ.** η γωνία διάθλασης είναι 0°
 - δ.** η γωνία εκτροπής είναι 90°
- 1.17.** Τα μήκη κύματος τεσσάρων ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών που διαδίδονται στο κενό συμβολίζονται ως: υπέρυθρο: λ_v , ραδιοκύματα: λ_ρ , πράσινο ορατό φως: λ_π , ακτίνες X: λ_x . Η σχέση μεταξύ των μηκών είναι :
- α.** $\lambda_x > \lambda_\rho > \lambda_v > \lambda_\pi$
 - β.** $\lambda_\rho > \lambda_\pi > \lambda_v > \lambda_x$
 - γ.** $\lambda_\rho > \lambda_v > \lambda_\pi > \lambda_x$
 - δ.** $\lambda_v > \lambda_x > \lambda_\rho > \lambda_\pi$
- 1.18.** Όταν οδηγούμε τη νύχτα σε βρεγμένο δρόμο, με τα φώτα αναμμένα, η οδήγησή μας είναι :
- α.** ευκολότερη λόγω του φαινομένου της ολικής ανάκλασης του φωτός
 - β.** ευκολότερη λόγω του φαινομένου της διάχυσης του φωτός
 - γ.** δυσκολότερη λόγω του φαινομένου της κατοπτρικής ανάκλασης του φωτός
 - δ.** δυσκολότερη λόγω του φαινομένου της διάχυσης του φωτός.
- 1.19.** Ολική ανάκλαση παρατηρείται, όταν μια μονοχρωματική ακτίνα φωτός μεταβαίνει από :
- α.** αραιότερο σε πυκνότερο οπτικό μέσο.
 - β.** πυκνότερο σε αραιότερο οπτικό μέσο, με γωνία πρόσπτωσης μικρότερη από την κρίσιμη γωνία.
 - γ.** πυκνότερο σε αραιότερο οπτικό μέσο, με γωνία πρόσπτωσης μεγαλύτερη από την κρίσιμη γωνία.
 - δ.** αραιότερο σε πυκνότερο οπτικό μέσο, με γωνία πρόσπτωσης ίση με μηδέν μοίρες.
- 1.20.** Μια φωτεινή ακτίνα, με μήκος κύματος λ_0 στον αέρα, περνά από τον αέρα στο νερό. Αν c η ταχύτητα διάδοσης της ακτίνας στον αέρα και v η ταχύτητα διάδοσης της ακτίνας στο νερό, το μήκος κύματος λ της φωτεινής ακτίνας στο νερό δίνεται από τη σχέση :

(α) $\frac{c\lambda_0}{v}$

(β) $\frac{v\lambda_0}{c}$

(γ) $\frac{v}{c\lambda_0}$

δ. $\frac{c}{\lambda_0 v}$

2. Θέμα Β - Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση

- 2.1.** Δίνεται η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου $E = 4 \cdot 10^{-2} \eta \mu 4 \cdot 10^6 \pi (3 \cdot 10^8 t - x)$ ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος το οποίο διαδίδεται στο κενό, με ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Η ακτινοβολία ανήκει:

- α.** στο ορατό φάσμα.
β. στο υπεριώδες φάσμα.
γ. στο υπέρυθρο φάσμα.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.2.** Ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται σε υλικό με ταχύτητα $v = 2 \cdot 10^8 m/s$. Ποιο από τα παρακάτω ζεύγη εξισώσεων μπορεί να περιγράψει το κύμα στο S.I. ;

- α.**
$$\begin{cases} E = 8 \cdot 10^{-4} \eta \mu 2 \pi (6 \cdot 10^{14} t - 6 \cdot 10^6 x) \\ B = 4 \cdot 10^{-12} \eta \mu 2 \pi (6 \cdot 10^{14} t - 6 \cdot 10^6 x) \end{cases}$$
- β.**
$$\begin{cases} E = 8 \cdot 10^{-4} \eta \mu 2 \pi (24 \cdot 10^{14} t - 12 \cdot 10^6 x) \\ B = 4 \cdot 10^{-12} \eta \mu 2 \pi (24 \cdot 10^{14} t - 12 \cdot 10^6 x) \end{cases}$$
- γ.**
$$\begin{cases} E = 4 \cdot 10^{-4} \eta \mu 2 \pi (12 \cdot 10^{14} t - 6 \cdot 10^6 x) \\ B = 4 \cdot 10^{-12} \eta \mu 2 \pi (12 \cdot 10^{14} t - 6 \cdot 10^6 x) \end{cases}$$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.3.** Δύο διαφορετικά ηλεκτρομαγνητικά κύματα, συχνοτήτων f_1 και f_2 , ώστε $f_1 = 4f_2$, διαδίδονται σε διαφορετικά υλικά με ταχύτητες v_1 και $v_2 = 2v_1$ αντίστοιχα. Τα μήκη κύματος των ακτινοβολιών στα υλικά που διαδίδονται θα ικανοποιούν τη σχέση:

- α.** $\lambda_1 = \lambda_2$
β. $4\lambda_1 = \lambda_2$
γ. $8\lambda_1 = \lambda_2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.4.** Μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda = 9 \cdot 10^{-7} m$ διαδίδεται σε υλικό, με ταχύτητα $v = 2,7 \cdot 10^8 m/s$. Αν η ίδια ακτινοβολία διαδιδόταν στο κενό ($c = 3 \cdot 10^8 m/s$), τότε το μήκος κύματος λ_0 θα ήταν:

- α.** $2,7 \cdot 10^8 m$
β. $9 \cdot 10^{-7} m$
γ. $10 \cdot 10^{-7} m$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.5.** Ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται σε υλικό μέσο με ταχύτητα μέτρου $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Ποια από τις παρακάτω εξισώσεις μπορεί να περιγράψει την εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη διάδοση του στον οριζόντιο άξονα ;

α. $E = E_{max} \eta \mu 2\pi(10^{14}t - \frac{10^6}{3}x)$

β. $E = E_{max} \eta \mu \pi(2 \cdot 10^{14}t - 5 \cdot 10^5x)$

γ. $E = E_{max} \eta \mu 2\pi(\cdot 10^{14}t - 5 \cdot 10^5x)$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.6.** Η εξίσωση η οποία περιγράφει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη διάδοση του στον οριζόντιο άξονα ενός υλικού μέσου είναι: $E = 5 \cdot 10^{-2} \eta \mu 2\pi(10^{14}t - 5 \cdot 10^5x)$ (S.I.) . Το πλάτος της έντασης του διαδιδόμενου μαγνητικού πεδίου ισούται με :

α. $B_{max} = 10^{-10}T$

β. $B_{max} = \frac{2}{3}10^{-10}T$

γ. $B_{max} = 1,5 \cdot 10^{-10}T$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.7.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει σε ανακλαστική επιφάνεια, έτσι ώστε η προσπίπτουσα ακτίνα να είναι κάθετη στην ανακλώμενη. Η γωνία ανάκλασης ισούται με :

α. 30°

β. 45°

γ. 60°

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.8.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαδίδεται σε οπτικό μέσο (Α) και διέρχεται σε οπτικό μέσο (Β). Το πηλίκο του πλάτους της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου προς το πλάτος της έντασης του μαγνητικού πεδίου όταν το φως διαδίδεται στο μέσο (Α) είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο όταν διαδίδεται στο μέσο (Β). Ο δείκτης διαθλάσεως του μέσου (Α) σε σχέση με τον αντίστοιχο του μέσου (Β) είναι :

α. μεγαλύτερος.

β. μικρότερος.

γ. ίσος.

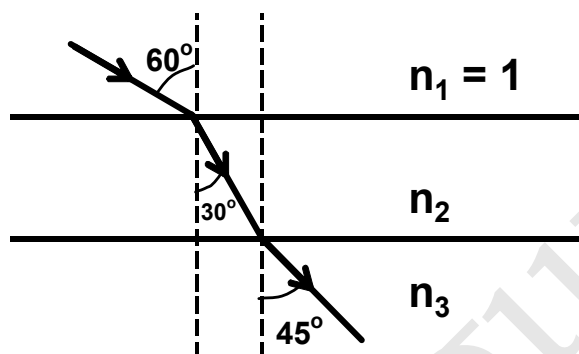
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.9.** Μία ακτίνα μονοχρωματικού φωτός περνά διαδοχικά από 3 στρώματα διαφορετικών οπτικών μέσων όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο δείκτης διάθλασης του μέσου 3 είναι:

α. $n_3 = \frac{\sqrt{6}}{2}$

β. $n_3 = \sqrt{2}$

γ. $n_3 = 2$



Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.10.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός που διαδίδεται σε οπτικό μέσο (Α) προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια με οπτικό μέσο (Β). Η προσπίπτουσα με την ανακλώμενη ακτίνα σχηματίζουν γωνία 120° ενώ η διαθλώμενη εκτρέπεται κατά 30° σε σχέση με την προσπίπτουσα. Αν $n_b > n_a$ τότε ο λόγος $\frac{n_a}{n_b}$ ισούται με:

α. $\frac{\sqrt{2}}{2}$

β. $\frac{\sqrt{3}}{3}$

γ. $\frac{1}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.11.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει κάθετα σε διαφανές πλακίδιο πάχους d και δείκτη διαθλάσεως n_a . Εξερχόμενη από το πλακίδιο προσπίπτει ομοίως κάθετα σε δεύτερο διαφανές πλακίδιο πάχους $2d$ και δείκτη διαθλάσεως n_b . Ο χρόνος διάδοσης της ακτίνας στο πρώτο πλακίδιο είναι ίσος με τον αντίστοιχο στο δεύτερο πλακίδιο. Ο λόγος $\frac{n_a}{n_b}$ ισούται με:

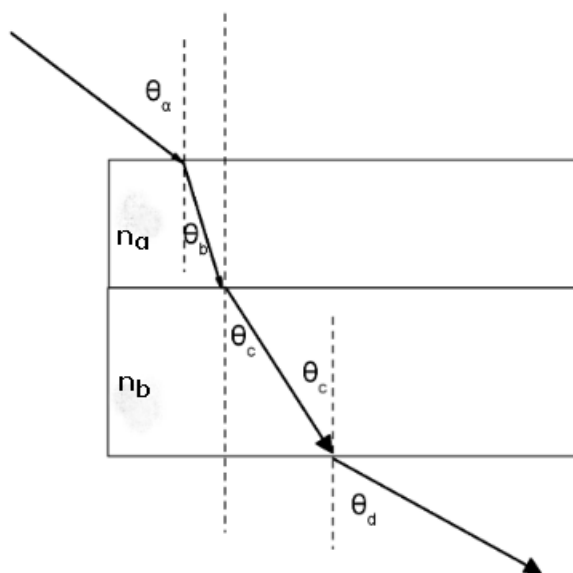
α. $\frac{1}{4}$

β. 4

γ. 2

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.12.** Δύο παράλληλα πλακίδια έχουν δείκτες διαθλάσεως n_a και n_b αντίστοιχα. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει στην επιφάνεια του ενός και ακολουθεί την πορεία του σχήματος. Για τις γωνίες θ_a και θ_b ισχύει:



- α. $\theta_a = \theta_d$
 β. $\theta_a < \theta_d$
 γ. $\theta_a > \theta_d$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.13.** Μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει σε πρίσμα του οποίου η τομή είναι ορθογώνιο ισοσκελές τρίγωνο. Το φως προσπίπτει κάθετα στη μία κάθετη πλευρά του πρίσματος και διαθλάται κατά την έξοδό της από το πρίσμα. Η κρίσιμη γωνία της ακτινοβολίας για το συγκεκριμένο πρίσμα ισούται με 40° . Η εξερχόμενη ακτίνα σε σχέση με την προσπίπτουσα σχηματίζει γωνία:

- α. 90°
 β. 180°
 γ. 90°

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.14.** Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα μεταβαίνει από τον αέρα σε οπτικό μέσο με δείκτη διαθλάσεως $n > 1$. Η διαθλώμενη ακτίνα:

- α. εκτρέπεται σε σχέση με την προσπίπτουσα ώστε η γωνία διάθλασης να είναι μεγαλύτερη της γωνίας πρόσπτωσης.
 β. έχει μήκος κύματος μικρότερο από το αντίστοιχο της προσπίπτουσας.
 γ. ενδέχεται να είναι παράλληλη στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο οπτικών μέσων.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.15. Ένας μαθητής παρατηρεί ένα ψάρι που κολυμπά στη γυάλα του. Ο μαθητής βλέπει το ψάρι:

- α.** σε μικρότερο βάθος από αυτό στο οποίο βρίσκεται το ψάρι.
- β.** στη θέση που πράγματι βρίσκεται το ψάρι.
- γ.** σε μεγαλύτερο βάθος από αυτό στο οποίο βρίσκεται το ψάρι.

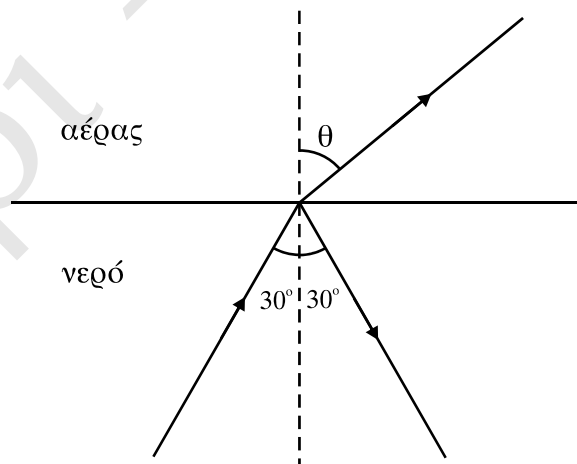
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.16. Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα που διαδίδεται στον αέρα προσπίπτει πλάγια στην ήρεμη επιφάνεια μιας λίμνης.

- α.** Η φωτεινή ακτίνα είναι δυνατό να υποστεί ολική ανάκλαση.
- β.** Το μήκος κύματος της διαθλώμενης ακτίνας είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της προσπίπτουσας.
- γ.** Η γωνία διάθλασης θα είναι μικρότερη από τη γωνία πρόσπτωσης.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

2.17. Μονοχρωματική ακτίνα φωτός διαδίδεται στο νερό και προσπίπτει στην ελεύθερη επιφάνειά του με γωνία 30° . Η ακτίνα εξέρχεται στον αέρα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν v είναι η ταχύτητα του φωτός στο νερό και c στον αέρα, τότε ισχύει:

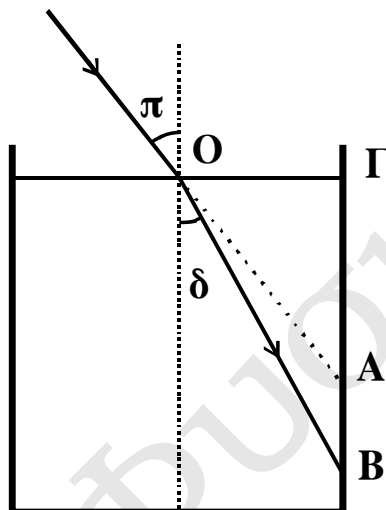


- α.** $v < \frac{c}{2}$
- β.** $v = \frac{c}{2}$
- γ.** $v > \frac{c}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.18.** Μονοχρωματική ακτίνα φως πέφτει στη διαχωριστική επιφάνεια υγρού και αέρα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η γωνία πρόσπτωσης είναι π , η γωνία διάθλασης είναι δ , το μήκος στην προέκταση της προσπίπτουσας ακτίνας μέχρι το κατακόρυφο τοίχωμα του δοχείου είναι (OA) και το μήκος στη διεύθυνση της διαθλώμενης ακτίνας μέχρι το τοίχωμα του δοχείου είναι (OB). Αν η γωνία πρόσπτωσης π αυξάνεται, τότε ο λόγος $\frac{(OA)}{(OB)}$:

α. αυξάνεται.

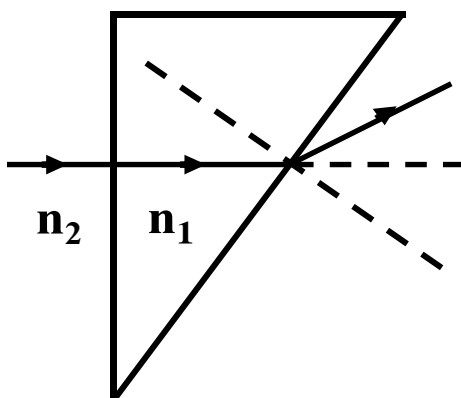


β. μειώνεται.

γ. παραμένει σταθερός.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.19.** Πρίσμα με δείκτη διάθλασης n_1 βρίσκεται μέσα σε υλικό με δείκτη διάθλασης n_2 . Ακτίνα μονοχρωματικού φως ακολουθεί την πορεία που φαίνεται στο σχήμα. Αν λ_1 και λ_2 είναι τα μήκη κύματος στο πρίσμα και στο υλικό αντίστοιχα, ισχύει ότι:



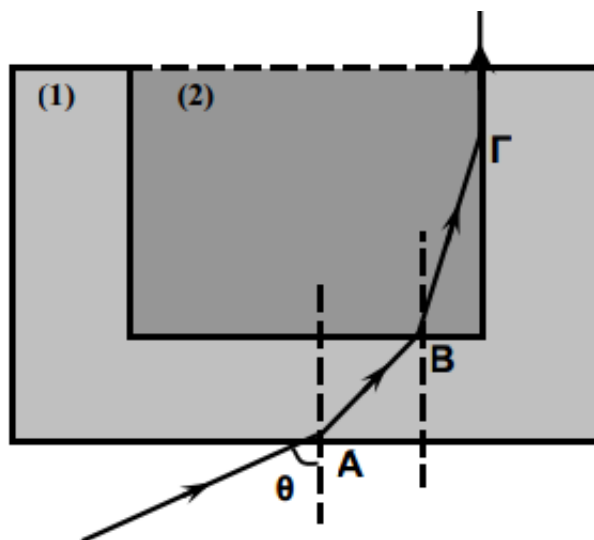
α. $\lambda_1 = \lambda_2$

β. $\lambda_1 > \lambda_2$

γ. $\lambda_1 < \lambda_2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.20.** Δύο υλικά (1) και (2) με δείκτες διάθλασης n_1 και n_2 , αντίστοιχα, με $n_1 < n_2$, τοποθετούνται όπως στο παρακάτω σχήμα :



Μονοχρωματική δέσμη φωτός από τον αέρα εισέρχεται στο υλικό (1) στο σημείο Α με γωνία πρόσπτωσης θ . Μετά από διάθλαση στο σημείο Β, εισέρχεται στο υλικό (2) και συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υλικών στο σημείο Γ. Αν γνωρίζουμε ότι στη συνέχεια κινείται παράλληλα με τη διαχωριστική επιφάνεια των δύο υλικών, τότε ισχύει :

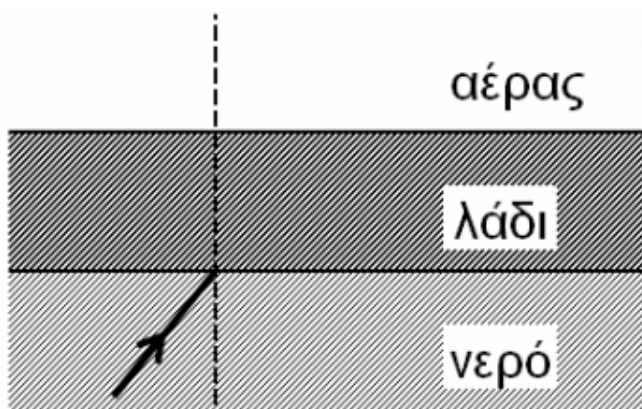
(α) $n_1 \sin \theta = n_2$

(β) $n_1 \sin \theta = \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$

(γ) $n_1 \sin \theta = 1 - \frac{n_1}{n_2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.21.** Ακτίνα μονοχρωματικού φωτός, προερχόμενη από πηγή που βρίσκεται μέσα στο νερό, προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια νερού - αέρα υπό γωνία ίση με την κρίσιμη. Στην επιφάνεια του νερού ρίχνουμε στρώμα λαδιού το οποίο δεν αναμιγνύεται με το νερό, έχει πυκνότητα μικρότερη από το νερό και δείκτη διάθλασης μεγαλύτερο από το δείκτη διάθλασης του νερού.

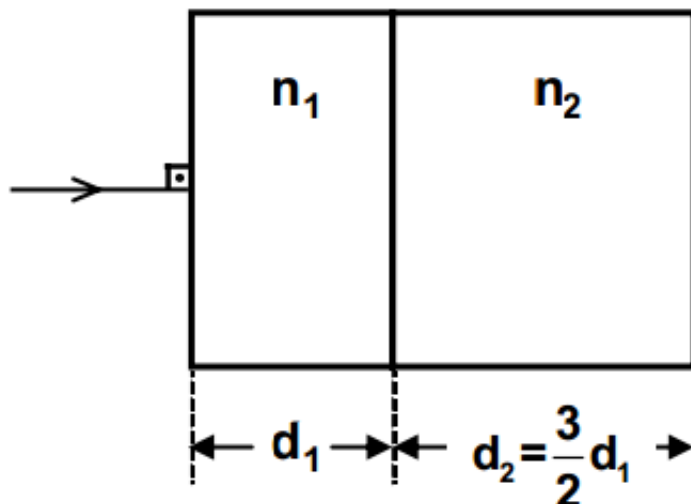


Τότε η ακτίνα:

- α. θα εξέλθει στον αέρα
- β. θα υποστεί ολική ανάκλαση
- γ. θα κινηθεί παράλληλα προς τη διαχωριστική επιφάνεια λαδιού - αέρα.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2.22.** Μονοχρωματική ακτινοβολία πέφτει κάθετα στο σύστημα δύο διαφανών πλακών με δεξιά διάθλασης n_1 και n_2 και πάχους d_1 και d_2 αντίστοιχα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Αν οι χρόνοι διέλευσης της ακτινοβολίας μέσα από κάθε υλικό είναι ίσοι ($t_1 = t_2$), τότε:

α. $\frac{n_1}{n_2} = 1$

β. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{3}$

γ. $\frac{n_1}{n_2} = \frac{3}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

3. Θέμα Γ - Ασκήσεις

- 3.1.** Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται κατά τη διεύθυνση του άξονα x και η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου είναι:

$$E = 5 \cdot 10^{-2} \eta \mu \pi (10^{15} t - 4 \cdot 10^6 x) \quad (S.I.)$$

- α.** Να αποδείξετε ότι η ακτινοβολία δεν διαδίδεται στο κενό.
- β.** Να εξετάσετε αν η ακτινοβολία ανήκει στο ορατό φάσμα.
- γ.** Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του μαγνητικού πεδίου.
- δ.** Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου τις χρονικές στιγμές που η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $10^{-10}m$.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

- 3.2.** Η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου μονοχρωματικής ακτινοβολίας κατά τη διάδοση της στον οριζόντιο άξονα είναι:

$$E = 6 \cdot 10^{-3} \eta \mu 2\pi(6 \cdot 10^{14}t - 2 \cdot 10^6 x) \text{ (S.I.)}$$

- α.** Να εξετάσετε αν η ακτινοβολία είναι ορατή και να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος. Να θεωρήσετε γνωστό ότι το ορατό φάσμα αφορά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου από τα $400nm$ έως τα $700nm$.
- β.** Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του διαδιδόμενου μαγνητικού πεδίου.
- γ.** Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου τις χρονικές στιγμές που το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου ισούται με $3\sqrt{3} \cdot 10^{-3} \frac{V}{m}$.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

- 3.3.** Ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται σε υλικό μέσο. Η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη διάδοση του κύματος στον οριζόντιο άξονα είναι:

$$E = 5 \cdot 10^{-5} \eta \mu (4\pi \cdot 10^{10}t - kx) \text{ (S.I.)}$$

, όπου k θετική σταθερά (σε m^{-1}). Σε χρονικό διάστημα $10^{-10}s$ το κύμα διαδίδεται κατά $5mm$.

- α.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.
- β.** Να υπολογίσετε τη σταθερά k .
- γ.** Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του διαδιδόμενου μαγνητικού πεδίου στην οριζόντια διεύθυνση, εντός του υλικού μέσου.
- δ.** Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του διαδιδόμενου ηλεκτρικού πεδίου στην οριζόντια διεύθυνση, όταν το κύμα διαδίδεται στον αέρα, αν γνωρίζουμε ότι σε αυτή την περίπτωση το πλάτος της έντασης του διαδιδόμενου μαγνητικού πεδίου ισούται με $B'_{max} = 0,8 \cdot 10^{-12}T$

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

3.4. Ένας ραδιοφωνικός σταθμός εκπέμπει ραδιοκύματα που έχουν μήκος κύματος $3m$, ενώ το πλάτος της έντασης του διαδιδόμενου μαγνητικού πεδίου είναι $B_{max} = 0,5 \cdot 10^{-10}T$.

- Να υπολογίσετε τη συχνότητα των εκπεμπόμενων κυμάτων.
- Να υπολογίσετε το πλάτος της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.
- Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του κύματος κατά τη διάδοση του στην οριζόντια διεύθυνση.
- Για τη λήψη του ραδιοφωνικού σήματος, ένας δέκτης χρησιμοποιεί κύκλωμα LC στο οποίο ο συντελεστής αυτεπαγωγής έχει τιμή $L = 1\mu H$. Να υπολογίσετε τη χωρητικότητα C του πυκνωτή, έτσι ώστε ο δέκτης να συντονιστεί με το εκπεμπόμενα ραδιοκύματα.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$ και $\pi^2 \simeq 10$

3.5. Μονοχρωματική ακτινοβολία διαδίδεται εντός υλικού μέσου κατά τη διεύθυνση του οριζόντιου άξονα και η εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του είναι:

$$E = 4 \cdot 10^{-2} \eta \mu \frac{2\pi}{3} \cdot 10^7 (2 \cdot 10^8 t - x) \text{ (S.I.)}$$

- Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.
- Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του διαδιδόμενου μαγνητικού πεδίου.
- Να βρείτε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο κενό και να εξετάσετε αν η ακτινοβολία είναι ορατή. Να θεωρήσετε γνωστό ότι το ορατό φάσμα αφορά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου από τα $400nm$ έως τα $700nm$.
- Αν το κύμα διέλθει από το υλικό μέσο στον αέρα, τότε το πλάτος της έντασης του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται κατά 2%. Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου όταν το κύμα διαδίδεται στο κενό.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

3.6. Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα διαδίδεται σε οπτικό μέσο (1) δείκτη διαθλάσεως n_1 . Η ακτίνα συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια του μέσου με οπτικό μέσο (2) δείκτη διαθλάσεως n_2 ($n_1 > n_2$) υπό γωνία πρόσπτωσης 30° . Μέρος της ακτινοβολίας ανακλάται και η υπόλοιπη διαθλάται, έτσι ώστε η ανακλώμενη ακτίνα να σχηματίζει με τη διαθλώμενη γωνία $\phi = 105^\circ$.

- Να σχεδιάσετε την προσπίπτουσα, την ανακλώμενη και τη διαθλώμενη ακτίνα στο σημείο πρόσπτωσης.
- Να υπολογίσετε τη γωνία κατά την οποία εκτρέπεται η διαθλώμενη ακτίνα σε σχέση με την προσπίπτουσα ακτίνα.
- Να υπολογίσετε το λόγο των δεικτών διαθλάσεως $\frac{n_1}{n_2}$.

- δ. Να υπολογίσετε το λόγο του μήκους κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο (1) προς το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο (2), $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

3.7. Μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 12 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ διαδίδεται σε οπτικό μέσο (1) με δείκτη διαθλάσεως n_1 . Η ακτίνα συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια του μέσου με οπτικό μέσο (2) που έχει δείκτη διαθλάσεως n_2 . Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας στο μέσο (2) είναι κατά 20 % μικρότερο από το αντίστοιχο στο μέσο (1).

- α. Να υπολογίσετε το λόγο των δεικτών διαθλάσεως $\frac{n_1}{n_2}$.
- β. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής της ταχύτητας διάδοσης της ακτινοβολίας κατά την αλλαγή μέσου διάδοσης.
- γ. Αν η ακτινοβολία διαδίδεται αντίστροφα, δηλαδή από το μέσο (2) προς το μέσο (1) και συναντά την διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων υπό γωνία πρόσπτωσης $\theta_1 = 60^\circ$, να υπολογίσετε τη γωνία κατά την οποία εκτρέπεται.
- δ. Να εξετάσετε αν η ακτινοβολία είναι ορατή, αν θεωρήσετε γνωστό ότι το ορατό φάσμα αφορά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου από τα 400 nm έως τα 700 nm .

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και $\eta\mu 60^\circ = 0,87$.

3.8. Μονοχρωματική ακτίνα συχνότητας $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του αέρα και ενός οπτικού μέσου με δείκτη διαθλάσεως $n = \sqrt{3}$, χωρίς να γνωρίζουμε από ποιο μέσο προέρχεται. Η διαθλώμενη ακτίνα εκτρέπεται σε σχέση με τη διεύθυνση της προσπίπτουσας κατά γωνία $\theta_e = 30^\circ$, ενώ η γωνία διάθλασης είναι μικρότερη της γωνίας πρόσπτωσης.

- α. Να εξετάσετε αν η ακτινοβολία διέρχεται από τον αέρα στο μέσο ή αντίστροφα και να σχεδιάσετε την πορεία των ακτίνων.
- β. Να υπολογίσετε τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία διάθλασης.
- γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας όταν διαδίδεται στον αέρα και όταν διαδίδεται στο οπτικό μέσο.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
και $\eta\mu(A + B) = \eta\mu A \sigma\upsilon\upsilon B + \eta\mu B \sigma\upsilon\upsilon A$.

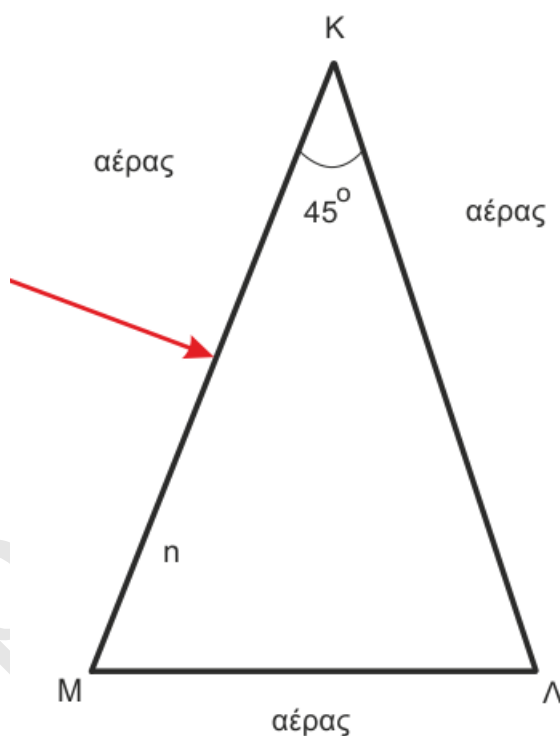
3.9. Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα διαδίδεται στο κενό με μήκος κύματος λ_0 και προσπίπτει στη λεία επιφάνεια ενός υαλότουβλου, με δείκτη διαθλάσεως $n = \sqrt{2}$. Η ανακλώμενη δέσμη είναι κάθετη με την προσπίπτουσα. Να υπολογίσετε:

- α. την ταχύτητα διάδοσης της φωτεινής ακτίνας εντός του υαλότουβλου.
- β. τη γωνία διάθλασης.

- γ.** την επί τοις εκατό μεταβολή του μήκους κύματος της ακτινοβολίας κατά την είσοδο της στο υαλότουβλο.
- δ.** την επί τοις εκατό μεταβολή της μέγιστης έντασης του διαδιδόμενου ηλεκτρικού πεδίου κατά την είσοδο της ακτινοβολίας στο υαλότουβλο, αν το πλάτος της έντασης του μαγνητικού πεδίου μειώθηκε κατά 5% σε σχέση με το κενό.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Για τις πράξεις να θεωρήσετε ότι $\sqrt{2} \simeq 1,44$.

- 3.10.** Μονοχρωματική φωτεινή ακτίνα διαδίδεται στο κενό όπου έχει μήκος κύματος $\lambda_0 = 700nm$. Η ακτίνα προσπίπτει κάθετα στην έδρα ενός πρίσματος όπως φαίνεται στο σχήμα. Εντός του πρίσματος, το μήκος κύματος της ακτινοβολίας ισούται με $500nm$.



- A.**
- τη συχνότητα της ακτινοβολίας.
 - το δείκτη διαθλάσεως του πρίσματος.
 - την ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας εντός του πρίσματος.
- B.** Να σχεδιάσετε την πορεία της φωτεινής ακτίνας και να υπολογίσετε την γωνία κατά την οποία εκτρέπεται τελικά η φωτεινή ακτίνα σε σχέση με την ακτίνα που εισέρχεται στο πρίσμα.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Για τις πράξεις να θεωρήσετε ότι $\sqrt{2} \simeq 1,44$.

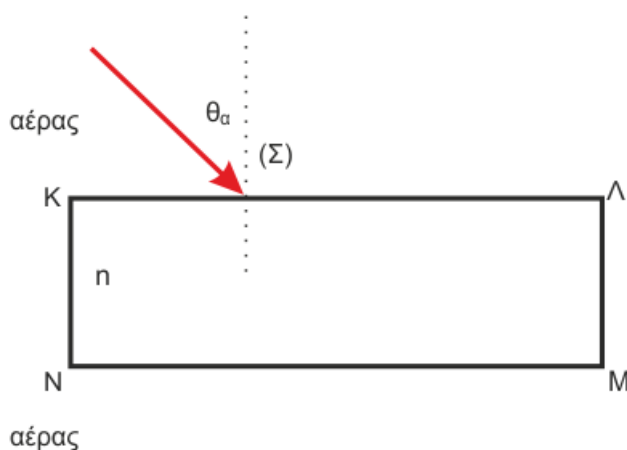
3.11. Μονοχρωματική φωτεινή ακτινοβολία διαδίδεται σε γυάλινο σώμα, όπου το μήκος κύματος της ακτινοβολίας ισούται με $\lambda = 500nm$. Η ακτινοβολία προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια του σώματος με τον αέρα με γωνία πρόσπτωσης $\theta_{\pi} = 30^{\circ}$ και ένα μέρος της διαθλάται. Η διαθλώμενη ακτινοβολία διαδίδεται με ταχύτητα κατά 40% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη εντός του γυάλινου σώματος. Να υπολογίσετε:

- το δείκτη διαθλάσεως του γυάλινου σώματος.
- το μήκος κύματος της ακτινοβολίας όταν αυτή διαδίδεται στον αέρα.
- τη γωνία διάθλασης.
- την τιμή που θα έπρεπε να έχει η γωνία πρόσπτωσης, ώστε η ακτίνα να διαθλαστεί εφ'όσον της διαχωριστικής επιφάνειας.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Για τις πράξεις να θεωρήσετε ότι $\sqrt{2} \simeq 1,44$.

3.12. Μονοχρωματική φωτεινή ακτινοβολία διαδίδεται στον αέρα και συναντά υπό γωνία πρόσπτωσης 45° την έδρα ΚΛ ενός γυάλινου πλακιδίου πάχους $d = 27\sqrt{6}mm$. Εντός του πλακιδίου το φως διαδίδεται με ταχύτητα $v = \frac{3\sqrt{2}}{2} \cdot 10^8 m/s$. Να υπολογίσετε:

- το λόγο του μήκους κύματος της ακτινοβολίας όταν διαδίδεται στον αέρα, προς το αντίστοιχο μήκος κύματος όταν διαδίδεται στο πλακίδιο.



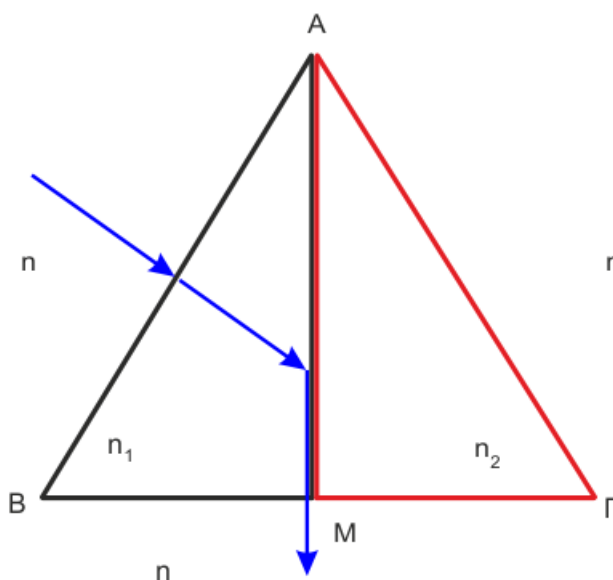
- τη γωνία διαθλάσεως θ_{β} κατά την είσοδο της ακτινοβολίας από τον αέρα στο πλακίδιο.
- το απαιτούμενο χρονικό διάστημα για να διασχίσει η ακτινοβολία το πλακίδιο.
- τη γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της ακτίνας που εισέρχεται στο πλακίδιο και της ακτίνας που εξέρχεται από αυτό.

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.

3.13. Δύο πρίσματα με ίσες ορθογώνιες τριγωνικές τομές εφάπτονται όπως φαίνεται στο σχήμα, σχηματίζοντας ένα «διπλό» πρίσμα με τομή ισόπλευρου τριγώνου. Το πρίσμα (1) έχει δείκτη διαθλάσεως $n_1 = 3$ ενώ το πρίσμα (2) έχει δείκτη διαθλάσεως n_2 . Βυθίζουμε το διπλό πρίσμα σε δοχείο το οποίο περιέχει υγρό με δείκτη διαθλάσεως $n = n_1$. Μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας $f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ που διαδίδεται στο υγρό, προσπίπτει κάθετα στην έδρα AB του πρίσματος (1) και ακολουθεί την πορεία που φαίνεται στο σχήμα.

A. Να υπολογίσετε το δείκτη διαθλάσεως n_2 .

B. Αλλάζουμε το πρίσμα με δείκτη διαθλάσεως n_2 με άλλο πρίσμα που έχει δείκτη διαθλάσεως $n_3 (n_3 < n)$ έτσι ώστε η ακτινοβολία να διέρχεται σε αυτό και συναντώντας την έδρα ΜΓ να διαθλάται στο υγρό με γωνία διαθλάσεως $\theta'_b = 45^\circ$.



α. Να υπολογίσετε το δείκτη διαθλάσεως n_3 .

β. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής του μήκους κύματος της ακτινοβολίας κατά τη διέλευση της από το πρίσμα (1) στο πρίσμα (3) (Για τις πράξεις να θεωρήσετε ότι $\sqrt{3} \simeq 1,725$).

γ. Να εξετάσετε αν και σε ποιο οπτικό μέσο η ακτινοβολία είναι ορατή αν θεωρήσετε γνωστό ότι το ορατό φάσμα αφορά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία της οποίας το μήκος κύματος στο κενό κυμαίνεται περίπου από τα 400 nm έως τα 700 nm .

Δίνονται η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ και η τριγωνομετρική ιδιότητα

$$\eta \mu^2 x = \frac{\epsilon \phi^2 x}{1 + \epsilon \phi x}$$

