

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΦΥΕ 34 2008-09

2^η ΕΡΓΑΣΙΑ

Προθεσμία παράδοσης 16/12/08

Άσκηση 1

Το μαγνητικό πεδίο ενός επίπεδου ηλεκτρομαγνητικού κύματος σε Tesla , δίνεται από

$$\vec{B}(\vec{r}, t) = 10^{-6} (\hat{x} + 2\hat{y} + b\hat{z}) \cos(\omega t + 3x - y - z)$$

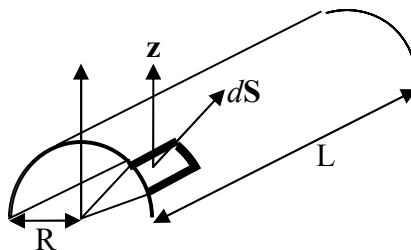
όπου b άγνωστη σταθερά. Υπολογίστε τα παρακάτω

- Τη διεύθυνση διάδοσης.
- Το μήκος κύματος.
- Τη σταθερά b .
- Το ηλεκτρικό πεδίο.
- Το διάνυσμα του Poynting και την ένταση του ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Άσκηση 2

Δεξιόστροφα κυκλικά πολωμένο επίπεδο αρμονικό Η/Μ κύμα προσπίπτει κατακορύφως προς το έδαφος.

- Γράψτε το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο $\mathbf{E}(t, x, y, z)$, $\mathbf{B}(t, x, y, z)$ και
- Υπολογίστε την ισχύ που περνά από διαφανές ημικυλινδρικό θερμοκήπιο (tole) ακτίνας R και μήκους L .

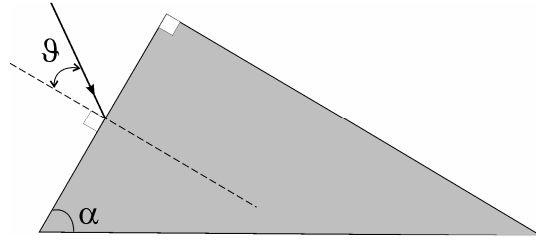
**Άσκηση 3**

Λεπτή δέσμη γραμμικά πολωμένου φωτός πηγής Laser προσπίπτει από τον αέρα ($n_1=1$) σε γυάλινη πλάκα πάχους $d=10$ cm έτσι ώστε το επίπεδο πόλωσης να είναι παράλληλο στο επίπεδο πρόσπτωσης. Ένας φοιτητής πειραματίζεται με τη γωνία πρόσπτωσης της δέσμης Laser και διαπιστώνει ότι η ένταση της ανακλώμενης δέσμης μηδενίζεται όταν η διαθλώμενη δέσμη εξέρχεται από την κάτω επιφάνεια σε οριζόντια απόσταση $x=5.77$ cm από το σημείο εισόδου.

- Να προσδιοριστεί η γωνία πρόσπτωσης.
- Να προσδιοριστεί ο δείκτης διάθλασης της γυάλινης πλάκας.
- Εάν ο φοιτητής αλλάξει την πόλωση της δέσμης έτσι ώστε το επίπεδο πόλωσης να είναι κάθετο στο επίπεδο πρόσπτωσης, ποιος ο λόγος της έντασης που θα παρατηρήσει προς την προσπίπτουσα ένταση για τη γωνία πρόσπτωσης του ερωτήματος (Α);

Άσκηση 4

Φωτεινή ακτίνα που διαδίδεται στον αέρα προσπίπτει σε μία πλευρά ορθογώνιου γυάλινου πρίσματος υπό γωνία ϑ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Δίνεται ότι για γωνίες πρόσπτωσης $\vartheta \leq 30^\circ$ η διαθλώμενη δέσμη δεν εξέρχεται από την κάτω πλευρά του πρίσματος. Να εξηγηθεί το φαινόμενο και να προσδιοριστεί ο συντελεστής διάθλασης του πρίσματος n . Δίνεται ότι ο συντελεστής διάθλασης του αέρα είναι ίσος με τη μονάδα και ότι $\alpha = 60^\circ$.



Άσκηση 5

Μια κεραία ραδιοφωνικού σταθμού ισχύος 300 W αποτελείται από κατακόρυφο σύρμα μήκους 20 m και τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα πλάτους έντασης $I_0 = 10$ A.

- A) Σε ποιά συχνότητα πρέπει να συντονίσει τον δέκτη του ένας ακροατής που βρίσκεται σε ακτίνα 2.5 Km από την κεραία προκειμένου να ακούει αυτό το σταθμό;
B) Να βρεθεί η ένταση του σήματος που λαμβάνει ένας δέκτης που βρίσκεται στην ίδια οριζόντια απόσταση αλλά σε υψόμετρο $h = 500$ m από το επίπεδο του σταθμού.
Γ) Για ποιο λόγο επιλέγουμε η κεραία (αυτού του τύπου) ενός ραδιοφωνικού σταθμού να είναι κατακόρυφη και όχι οριζόντια;

Άσκηση 6

Στην θεωρία Bohr για το άτομο υδρογόνου το ηλεκτρόνιο λόγω ηλεκτροστατικής αλληλεπίδρασης με το πρωτόνιο κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας 5×10^{-11} m. Σύμφωνα με την κλασσική ηλεκτροδυναμική το ηλεκτρόνιο χάνει ενέργεια λόγω εκπομπής ακτινοβολίας, διαγράφει σπειροειδή τροχιά και πέφτει τελικά στον πυρήνα.

- (A) Ναδειχθεί ότι για το μεγαλύτερο τμήμα της τροχιάς αυτής ισχύει $v \ll c$.
(B) Να χρησιμοποιηθεί ο τύπος του Larmor και να εκτιμηθεί ο χρόνος ζωής του ατόμου του Bohr. Για επιτάχυνση να θεωρήσετε μόνο την κεντρομόλο επιτάχυνση κυκλικής τροχιάς ενώ θα πρέπει να υποθέσετε ότι κάθε σπείρα της τροχιάς είναι κατά προσέγγιση κυκλική.

Υπόδειξη: Βρείτε σε πόσο χρόνο dt ακτινοβολείται ενέργεια dE , και πόσο ελαττώνεται η ακτίνα της τροχιάς κατ' αυτόν τον χρόνο.

Άσκηση 7

Για διαφανή υλικά οι μικρότερες σημαντικές συχνότητες συντονισμού βρίσκονται στην υπεριώδη περιοχή. Να γίνει εκτίμηση του όρου $Ne^2 / m_e \epsilon_0$ (εξ. 19.58) για αέρια και στη συνέχεια με χρήση της προσέγγισης $(1+x)^a \cong 1+ax$ για x μικρό ναδειχθεί ότι για αέρια στην περιοχή των οπτικών συχνοτήτων ισχύει η εξίσωση του Cauchy

$$n = 1 + A \left(1 + \frac{B}{\lambda^2} \right)$$

Όπου n ο δείκτης διάθλασης, λ το μήκος κύματος και A, B σταθερές που πρέπει να υπολογισθούν συναρτήσει των χαρακτηριστικών ποσοτήτων που αναφέρονται σε

συγκεκριμένο αέριο ($f_i, \omega_i, m_e, e, N, \epsilon_0$). Τα A, B ονομάζονται συντελεστής διάθλασης και συντελεστής διασποράς αντίστοιχα. Σε αυτή την οπτική περιοχή η διασπορά είναι ομαλή ή ανώμαλη;

Άσκηση 8

Η πλάκα ηλιακού θερμοσίφωνα έχει εμβαδόν $A=2\text{m}^2$ και είναι εστραμμένη έτσι ώστε το μεσημέρι η πρόσπτωση του ηλιακού φωτός να είναι κάθετη. Η ένταση του ηλιακού φωτός είναι 1400 W/m^2 .

A) Βρείτε την δύναμη που ασκεί το ηλιακό φως στην πλάκα το μεσημέρι.

B) Πόση θα ήταν η αντίστοιχη δύναμη αν η πλάκα βρισκόταν σε διπλάσια απόσταση από τον Ήλιο;

Γ) Πόση θα ήταν η δύναμη αν η πλάκα ήταν ημισφαίριο ακτίνας R (με ομοίως εστραμμένη βάση);

Άσκηση 9

Δίνονται δύο παράλληλοι πολωτές με άξονες πόλωσης ο πρώτος οριζόντιο και ο δεύτερος κατακόρυφο. Ανάμεσα στους δύο πολωτές τοποθετούμε τρίτο πολωτή του οποίου ο άξονας σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο. Φυσικό φως προσπίπτει κάθετα στον πρώτο πολωτή

A) Ποια είναι η εξερχόμενη από το σύστημα ένταση πριν την τοποθέτηση του τρίτου πολωτή;

B) Για ποια γωνία θ η εξερχόμενη ένταση ισούται με το 1/16 της προσπίπτουσας έντασης;

Γ) Αν ο ενδιάμεσος πολωτής αρχίσει να περιστρέφεται, ξεκινώντας από τη θέση (B) με γωνιακή ταχύτητα ω ποια είναι η έκφραση που δίνει την εξερχόμενη ένταση;

Δ) Με ποια συχνότητα μεταβάλλεται η εξερχόμενη ένταση;

Άσκηση 10

Κυκλικά πολωμένο φως με ηλεκτρικό πεδίο

$$\vec{E}(z, t) = E_0 \cos(kz - \omega t)\hat{x} + E_0 \cos(kz - \omega t + \frac{\pi}{2})\hat{y}$$

προσπίπτει σε γραμμικό πολωτή ο οποίος βρίσκεται στο επίπεδο xy και του οποίου ο άξονας πολώσεως σχηματίζει γωνία $\pi/3$ με τον άξονα των x . Να βρεθεί η έκφραση που δίνει την το ηλεκτρικό πεδίο και την ένταση της εξερχόμενης δέσμης καθώς και η κατάσταση πολώσεώς της.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1) Εξηγείστε γιατί τα υψίσυχνα Η/Μ κύματα εισχωρούν σε μικρότερο βάθος σε καλούς αγωγούς απ' ότι τα χαμηλής συχνότητας.

2) Γιατί πολλές φορές οι φωτογράφοι χρησιμοποιούν πολωτικό φίλτρο όταν θέλουν να φωτογραφίσουν ένα τοπίο που καλύπτεται από ομίχλη;

3) Ένα πλακίδιο $\lambda/4$ από χαλαζία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για φως νατρίου ($\lambda = 5890\text{\AA}$). Πόσο πρέπει να είναι το ελάχιστο πάχος του;

4) Ο μεγάλος κρούστης αδρονίων (Large Hadron Collider ή LHC) στο Ευρωπαϊκό εργαστήριο του CERN είναι κυκλικός επιταχυντής πρωτονίων με περίμετρο περίπου

27 Km. Αν η τελική ενέργεια των πρωτονίων της μιας δέσμης στο LHC είναι περίπου 7 TeV, να υπολογισθεί η ισχύς της ακτινοβολίας συγχρότρου που εκπέμπεται σε κάθε περιστροφή. Υποθέτουμε ότι τα πρωτόνια κινούνται πρακτικά με την ταχύτητα του φωτός και ισχύει $E = \gamma mc^2$ όπου $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$. Ποια θα ήταν η αντίστοιχη τιμή για ηλεκτρόνια; Ποια είναι η συνολική ενέργεια από εκπομπή ακτινοβολίας για την διάρκεια ενός πειράματος; Θεωρούμε ότι η δέσμη αποτελείται από $N \approx 10^{11}$ σωματία και ένα πείραμα μπορεί να διαρκέσει μία ημέρα.

5) Παρατηρητής βρίσκεται στον πυθμένα μιας δεξαμενής γεμάτης με νερό και βλέπει προς τα πάνω. Ποιο είναι το γωνιακό άνοιγμα του πεδίου παρατηρήσεώς του;