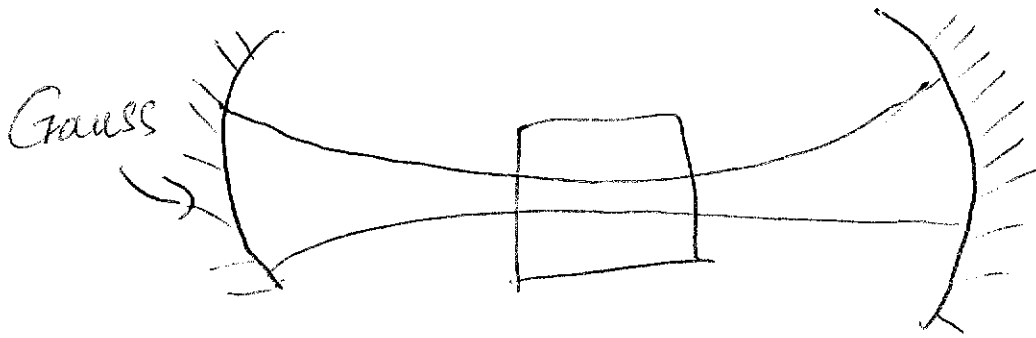


ΑΝΑΠΑΡΑΤΟΓΗ ΜΕΤΟΠΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ Η ΤΑΣΙΑΙ

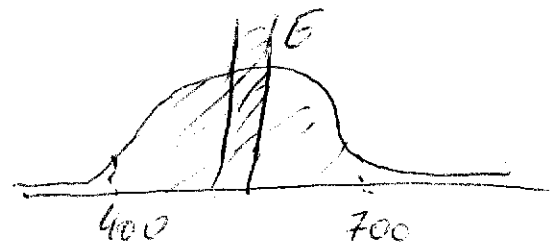


ΣΥΜΦΟΝΙΑ

↓
ΥΨΗΛΗ ΕΝΤΑΣΗ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΦΑΣΜΑΤΟΣ.

↓
ΥΨΗΛΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ευκλείδεια: ίδια φάση
αευκλείδεια: αόριστη φάση

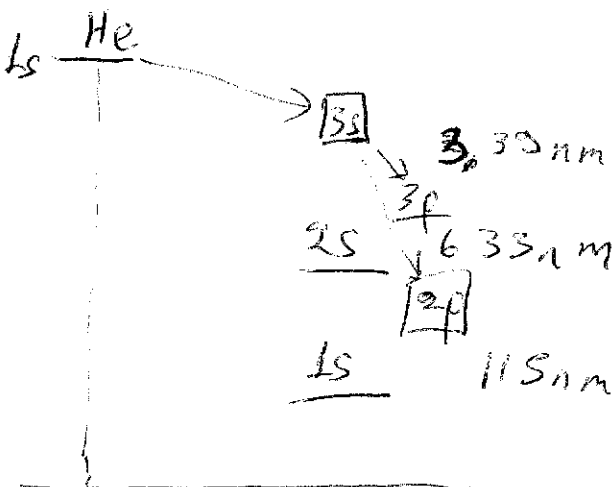


$$\sum |E_i|^2 = 1$$

$$(E_1 + E_2 + E_3 + \dots)(E_1 + E_2 + E_3 + \dots)^* = 1$$

Λείζερ HeNe / Laser HeNe.

οόσκηρα του laser → έχουμε αναστροφή πληθυσμού.



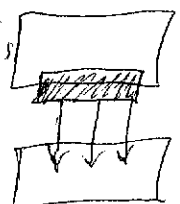
αποδιέγερση

αναστροφή πληθυσμού
παρατηρείται στα 633 nm
ανάμεσα των $3s - 2p$.

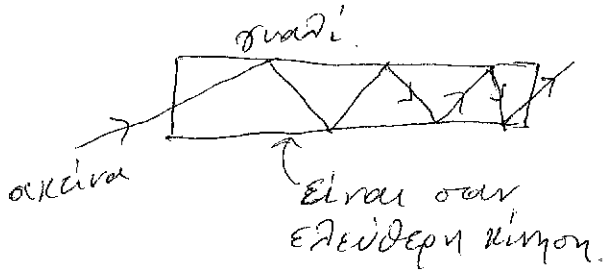
* επικίνδυνο και τα φώτα στα μπράφ (τα εφέ)
 1m Watt αρκεί για να προκαλέσει προβλήματα.

→ laser CO₂ → εκπέμπεται φλόγα
 χρήση στην επεξεργασία υλικών και στην χειρουργική
 εκπομπή από 1m J/pulse → T J/pulse
 όπως σημαίνει ότι ~~υπάρχει~~ παράγεται μεγάλη ενέργεια που
 σπάει και τσίχο.

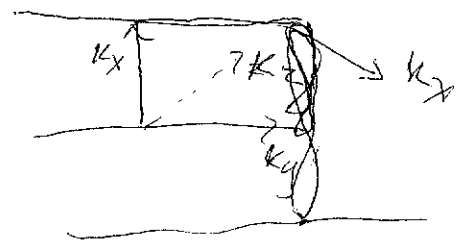
→ laser YAG (Υαίριο, Αλουμίνο, Οξυγόνο) YAG = Y₃Al₅O₁₂

 πίεσης λάμπα βοθράριου. μη γραμμικός κρύσταλλος: YAG
 Η ακτινοβολία που εκπέμπεται είναι 1,06 μm.
 Ο μη γραμμικός κρύσταλλος μετατρέπει ακτινοβολία
 1,06 μm σε 532 nm δηλαδή αυξάνεται η συχνότητα κατά
 ντεσιμ ~~και~~ μη γραμμικά δημιουργούνται και άλλες συχνότητες

Οπτικός κυματοδηγός / ίνες.



Μονοτροπικός κυματοδηγός

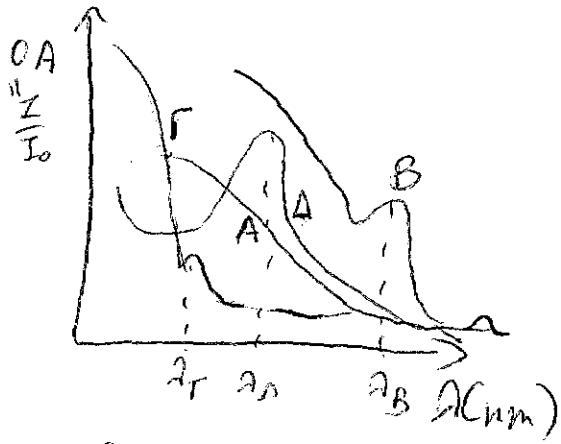


→ φλόκωτημένο οπτικό σήμα

→ συμβολόμετρο Hazender

Θέμα

Θ.Α. οπτική απορρόφηση



Βλέποντας το διπλανό διάγραμμα
ποιος η μαγικός ο Α, Β, Γ ή Δ είναι
ο μεγαλύτερος

Επαιτ

Όσο μεγαλύτερη η οπτική απορρόφηση τόσο μικρότερο το μήκος κύματος.

Ενώ θα θεωρήσω ότι το ενεργειακό χάσμα είναι στην κορυφή από τα σημεία έχει που ξεκινάει η απορρόφηση, δηλαδή σε ποιο

Α. το Α ξεκινάει κόκκινο κάτω καφέ στο Β μετά το Δ και τέλος Γ άρα $A > B > Δ > Γ$. *

Θέμα

Η ανακλαστικότητα του υλικού δίνεται από τον τύπο

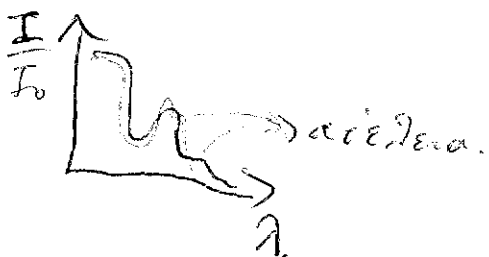
$$R = \left| \frac{n-1}{n+1} \right|^2$$

* Παραγωγή



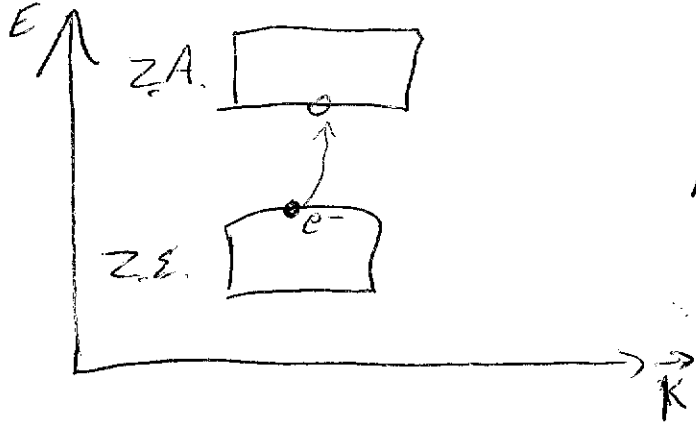
αν παύει το διάγραμμα είναι εφικτό
που είναι το E_{ij}

** Διατάξεις στο φασματικό παρουσιάζονται διαφορετικές απορρόφησης σαν απορρόφηση ή φασματικά.



Διαδικασίες ^{οπτικής} Απορρόφησης σε πραγματικά υλικά.

α) Εκπομπή



Για να ανέβει το e^- από τη Z.E. στη Z.A. εξαρτάται

i) { Θεωρία διαταραχών.

$$\int \tilde{\Psi}_1 \nabla \Psi_2 |^2 dr$$
διαταραχή. }

επομένως το εάν ένα e^- θα μεταβήσει στην επόμενη ενεργειακή ~~στη~~ στάθμη εξαρτάται εάν η διαταραχή θα είναι αρκετή. (πιο πιθανή)

ii) όταν ένα φωτόνιο διεγείρει το e^- και το αναγκάζει να αλλάξει ενεργειακή στάθμη (λειτουργο πιθανή γιατί πάει πολλά πλαστικά η πιθανότητα και όχι αδροστικά)

β) ειδική περίπτωση. Φαινόμενο φρεσάουζ.

εξίστη είναι κατώτατες στο ενεργειακό φάσμα η απορρόφηση σε σύγκριση με την απορρόφηση e^- είναι διαφορετική (διέγερση)

είναι το μέγεθος του e^- και της οπής και συγκεκριμένα η κατάσταση κατά την οποία το e^- έλκεται από την οπή και περιστρέφεται γύρω του αλλά όχι κυκλικά, ακανόνιστα.

Θέμα 505.

Δίνεται ημιαγωγός ZnS που παρουσιάζει λεχρή απορρόφηση κάτω από τα 360nm.



- α) Ποιο το E_g του ημιαγωγού;
- β) Πως μπορεί να μεταβιβάσει το χρώμα;

αφού
$$E = \frac{h \pi^2 \hbar^2}{2L^2 m}$$

σε μικρή οπή κομποσας το σε διαστάσεις κομποσας κομποσας. ~~κάτω από 10nm.~~

α) $E = \frac{hc}{\lambda} \approx \frac{(1240 \text{ eV} \cdot \text{nm})}{\lambda (\text{nm})} \approx$

β) ~~...~~ Αν κειώσουμε τις διαστάσεις του ημιαγωγού.

Θέμα
 Με αναφορά στο μοντέλο του εξαγωγασμένου ^{απ'} Ηάθωρική
 φορτίου e^- και μάζας m . Περιγράψτε τα ηλεκτρικά
 φαινόμενα υδίου. Πως ερμηνεύεται ο δείκτης διαύλα-
 ους;

Λύση

Φαινόμενο - Νόμος Lorentz.

$$F = qE \Rightarrow m\ddot{r} = qE - kv \Rightarrow m\ddot{r} = qE_0 \sin \omega t - kv \Rightarrow r = \dots$$

Θρόγος αποτέλεσμα και την ^{$\omega \sin \omega t$} πρόδωση και από εκεί τον δείκτη
 διαύλασης. αφού $n = \sqrt{\epsilon}$ όπου ϵ : διηλεκτρική σταθερά.

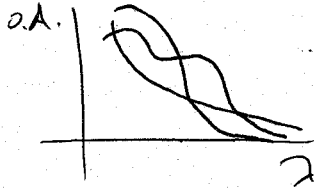
1. Τι είναι η λιθογραφία (3 βήματα!)

2. α) Ορίστε την διπλοθλαστικότητα.

β) προβλήτα $h_e \Rightarrow$

3. Ορίστε τον δείκτη διάθλασης μιγαδική και τη διασπορά

4. Διάγραμμα

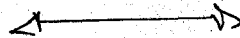


α) Ίδιο υλικό, 3 διαφορετικές σφαίρες!! Ποια έχει το max E_g

β) Αναλύστε τη σχέση E_g - Διαστάσεων.

5. α) Ορίστε την ανακλαστικότητα

β) Ποια τα τεχνολογικά προτερήματα υφιαχόμενων ναυδοκμών σαν αφορά τις οπτικές τους ιδιότητες;



ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2007

1) α. ΕΞΗΓΗΣΤΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ Σ' ΤΗΝ ΦΥΣΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΙΓΑΔΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ.
β. ΠΟΙΑ ΣΥΝΑΙ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΟΥΜΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΔΕΞΜΗΣ ΦΩΤΟΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΚΥΡΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ 2 ΔΙΗΚΕΤΑΚΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ.

γ. ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΥΜΑ ΕΝΤΑΣΗΣ, I , ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ $\lambda = 700 \text{ nm}$ ΑΡΧΕΙΝΑΤΙ ΕΛΘΕΤΑ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΗ ΠΛΑΚΑ ΠΑΧΟΥΣ $10 \mu\text{m}$ Σ' ΑΠΕΙΡΩΝ ΛΟΠΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΘ. ΑΠΟ ΔΙΑΦΑΝΕΣ ΥΛΙΚΟ ΕΣ $n = \{1.5 + i \cdot 1 / (100 \text{ nm})\}$. ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΕΙ ΤΟ % ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ, I , ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΑΚΑ.

2) α. ΠΕΡΙΓΡΑΨΤΕ ΤΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΧΑΤΕΙΕΣ Ψ' ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ Κ' Ψ' ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΣΕ ΗΜΙΑΓΕΓΟΜΑ ΥΛΙΚΩ.
β. ΒΙΒΛΕΤΑΙ ΙΔΑΝΙΚΩΣ ΗΜΙΑΓΕΓΟΜΟΣ ZnS ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΙ ΙΣΧΥΡΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΣΕ ΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΟΣ $\lambda < 360 \text{ nm}$. ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙ ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΧΑΣΜΑ ΤΟΥ ΗΜΙΑΓΕΓΟΜΟΥ.

γ. ΜΕ ΠΟΙΟ ΤΡΟΠΟ ΘΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΗΣΑΤΕ ΤΟΝ ΗΜΙΑΓΕΓΟΜΟ ZnS ΟΣΤΕ ΝΑ ΠΡΟΚΤΗΣΕΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΧΑΣΜΑ?

3) α. ΕΞΗΓΗΣΤΕ ΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΤΕΙΕΣ ΑΝΘΡΩΜΗΤΗΣ Σ' ΕΞΑΝΑΓΙΩΣΜΕΝΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΦΩΤΟΣ Κ' ΤΗΝ ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ CuSe . ΑΝΤΙΦΕΡΘΕΤΕ ΣΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ CuSe .
β. ΠΟΙΑ ΣΥΝΘΗΚΗ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΕΙ Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΑΣΧΥΣΗΣ ΠΑ ΝΑ ΕΠΙΤΥΧΘΕΙ ΔΡΑΣΗ CuSe LASER?

4) ΠΕΡΙΓΡΑΨΤΕ ΜΙΑ ΓΕΝΙΚΗ ΠΙΘΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΙΑΣ (ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ/ΟΠΤΩΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ) ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ (wafer) ΗΜΙΑΓΕΓΟΜΟΥ.

LASER

Το φως ονιο που εκτεμνέται με εξαναγκασμένη εκπομπή, μαζί με το πρόσπιον μπορού να υποκινήθω αποδιδέρβη 2 σιμοα διε-
εφένω οίτωμ. αποδιδόντα 2 νεα φωσωνια γ.ο.κ. υποκινώντασ ετβε
μα ελιδωτή ανειδραβη φωσωνια με ελικο προιου μοι δ εβη
φωσος ιδιασ Σ , καρεωβησ κ' φοβησ. Η δεβη αυτα φωσ ελετω laser
βαβηα παρακτεριβηικα φωσ laser: ① Μονοχρωματιωδτητα (φω
εωια ολα εκεδον εδια ουκνοστητα) ② Κατεβουτικωστητα (ιδια διετα
③ Συμφωνιοι φοβησ (ολα φω ιδιο φοβη) ④ Μεβηλη ευταβη (πολλοι φω
τοιοι βε μηρη επιφονεσα).

Αν τα περιβωστερα αταρα βεβκωσται βημ διεβέρβημ κακαβωβη θα εχωμε
περιβωστερη σπιθανωτικα να εχωμε εξαναγκασμένη εκπομπή κ' αποδιημωσγια
laser.

Συνθήκες διαδημοσφαιρίωσης.

- ① Ανάστροφη αλληλοδράση. ② Η διεγερμένη να είναι μεταβατική κατάσταση επιδιεγερμένη να είναι μεγαλύτερος από 10^{-8} sec.
- ③ Περιορισμός των εκπνευσμένων φωτονίων σε μικρό χώρο ως αλληλοδράση με σκοπό γίνεται περισσότερο από κ' να τα παραγκωνισθούν με εκπομπή φωτονίων.

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΥΛΙΚΩΝ VI

Διδάσκοντες: Ιωάννης Κούτσουλας & Νίκος Α. Βάβος

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 8 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2007

Να απαντηθούν όλα τα θέματα. Τα θέματα είναι ισοδύναμα.

1. (α) Εξηγήστε την κλασσική έννοια του δείκτη διάθλασης των υλικών και την φυσική σημασία του μιγαδικού δείκτη διάθλασης.

(β) Ποια είναι τα βασικά φαινόμενα που θα παρατηρήσουμε κατά την πρόσπτωση δέσμης φωτός στην διαχωριστική επιφάνεια δύο διηλεκτρικών οπτικών μέσων

(γ) Επίπεδο κύμα έντασης, I , μήκους κύματος $\lambda=1\mu\text{m}$ προσπίπτει κάθετα σε επίπεδη πλάκα πάχους 10cm και απείρων λυγών διαστάσεων, κατασκευασμένη από διαφανές υλικό δ.δ. $n_c = \{1.5 + I/AM\} + i\{1/(100AM)\}$. Να υπολογισθεί το % ποσοστό απώλειας της έντασης, I , του φωτός μετά την διέλευση από την πλάκα.

2. (α) Περιγράψτε τις βασικές διαδικασίες (i) απορρόφησης και (ii) εκπομπής φωτός σε ημιαγώγιμα υλικά.

(β) Δίδεται ιδανικός ημιαγωγός ZnS που παρουσιάζει ισχυρή απορρόφηση σε μήκη κύματος $\lambda < 360\text{nm}$. Να υπολογισθεί το ενεργειακό χάσμα του ημιαγωγού.

(γ) Με ποιο τρόπο θα μορφοποιούσατε τον ημιαγωγό ZnS ώστε να αποκτήσει μεγαλύτερο ενεργειακό χάσμα;

3. (α) Εξηγήστε τις διαδικασίες αυθόρμητης και εξαναγκασμένης εκπομπής φωτός και την σχέση τους με την παραγωγή ακτινοβολίας laser. Αναφερθείτε στις ιδιότητες της ακτινοβολίας λέιζερ.

(β) Ποια συνθήκη πρέπει να ικανοποιεί ο συντελεστής ενίσχυσης για να επιτευχθεί δράση laser;

Περιγράψτε μια γενική λιθογραφική επεξεργασία για την αποτύπωση μιας (ηλεκτρονικής / οπτοηλεκτρονικής) διάταξης σε υπόστρωμα (wafer) ημιαγωγού

Καλή επιτυχία

1) Δώστε κατάλληλη μαθηματική διατύπωση της έντασης του πεδίου συμβολής δύο δεσμών φωτός (επίπεδα κυματικά μέτωπα ίσης έντασης) για ένα συμβολόμετρο Michelson. Οι συμβάλλουσες δέσμες διαδίδονται σε νερό και έχουν μηδενική μεταξύ τους γωνία. Με βάση τον παρακάτω πίνακα να υπολογιστεί η ένταση του πεδίου της συμβολής για θερμοκρασία 10°C , 20°C και 30°C για ένα μήκος κύματος ακτινοβολίας επιλογής σας, όταν η γεωμετρική διαφορά μήκους μεταξύ βραχιόνων και συμβολόμετρου είναι 1cm και διατυπώστε πιθανό συμπέρασμα.

Δείκτης διάθλασης H_2O (760 mmHg)

$\lambda, \text{Angstrom}$	10°C	20°C	30°C
7065	1,3307	1,3300	1,3290
5893	1,3337	1,3330	1,3319
5016	1,3371	1,3364	1,3353
4047	1,3435	1,3427	1,3417

2) Δέσμη laser μήκους κύματος λ , γραμμικά πολωμένη, προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια διπλοθλαστικού πλακιδίου πάχους d και απείρων λοιπών διαστάσεων. Το πλακίδιο έχει τον οπτικό του άξονα (c) παράλληλο προς την επιφάνειά του. Το επίπεδο πόλωσης της δέσμης είναι σε γωνία 45° ως προς τον οπτικό άξονα. Να βρεθεί το ελάχιστο πάχος του πλακιδίου, ώστε το φως διαδιδόμενο στο πλακίδιο να εξέρχεται με την πόλωση του αναλλοίωτη.

3) Σχεδιάστε ένα φάσμα απορρόφησης λεπτού υμενίου ημιαγωγού σε σχέση με το μήκος κύματος του προσπίπτοντος φωτός όταν ο ημιαγωγός έχει ενεργειακό χάσμα $2,48\text{eV}$ και εξιτονική κατάσταση δεσμικής ενέργειας 250meV . Να σχολιάσετε τις παραπάνω τιμές στο φάσμα, καθώς και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του φάσματος.

4) Σχεδιάστε ένα τυπικό φάσμα (α) διαπερατότητας ενός λεπτού μεταλλικού υμενίου και (β) ανακλαστικότητας ενός απείρου μεγέθους επίπεδου μεταλλικού υλικού. Αγνοείτε φαινόμενα συμβολής. Σχολιάστε τα διάφορα κρίσιμα σημεία των φασμάτων.

5) υπολογίστε απλά και προσεγγιστικά ϵ τύπο, την ελάχιστη αύξηση του ενεργειακού χάσματος ενός ημιαγωγίμου υλικού όταν αυτό γίνει δισδιάστατο με πάχος L .

(μας είπε ότι αυτό το έχουμε κάνει στην κβαντομηχανική και λυνεται με γνώσης κβαντομηχανικής)