

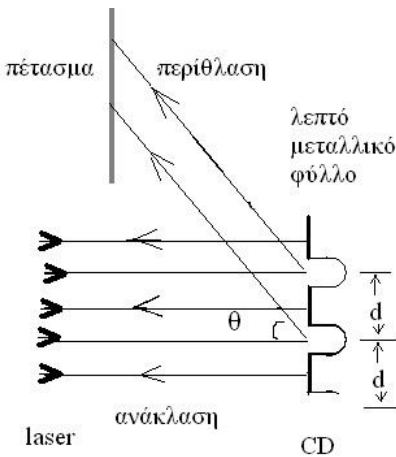
ΦΥΛΛΟ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

A.M.....ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ.....ΗΜ/ΝΙΑ.....Εργ Τμήμα.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ (Δες πχ ‘Στοιχεία Φυσικής II’, Γ’ εκδ. 2014, Κεφ 11 και Κεφ 12)

1. Ποια αρχή προβλέπει τη δημιουργία δευτερογενών σφαιρικών κυμάτων
2. Σε ποιές γωνίες θ_m παρατηρείται περίθλαση όταν η-μ κύματα με $\lambda = (1+\text{τελ. ψηφίο αρ μητρ}) \mu\text{m}$, φθάσουν σε πολλές σχισμές που απέχουν $d = (1+\text{προτελευταίο ψηφίο A.M σας}) \mu\text{m}$:.....
3. Υπολογίσετε την ενέργεια (σε eV) που έχει ένα ‘κόκκινο’ και ένα ‘πράσινο’ φωτόνιο ($\lambda_{\text{κόκ}} \sim 650 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{πρ}} \sim 500 \text{ nm}$)
 $E_{\text{κόκ}} = h \nu_{\text{κόκ}} = \dots\dots\dots$, $E_{\text{πρ}} = h \nu_{\text{πρ}} = \dots\dots\dots$
 (όπου h η σταθερά του Planck και $1\text{eV} = 1 \text{ electronvolt}$)

A. Προσδιορισμός των bytes από περίθλαση σε δίσκο CD-DVD



Στο παρόν πείραμα εμφανίζονται φαινόμενα περίθλασης όταν δέσμη laser, που έχει εστιαστεί ‘μακριά’ (σχεδόν επίπεδα ηλεκτρομαγνητικά κύματα), φθάσει στην επιφάνεια δίσκου CD, όπου καλύπτει πολλές τροχιές ψηφιακών δεδομένων, που απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση d , συγκρίσιμη με το λ του laser και έτσι συνιστούν **φράγμα περίθλασης**. Σε ορισμένες γωνίες παρατήρησης θ_m (ως προς την κάθετο στο επίπεδο των τροχιών), τα **δευτερογενή σφαιρικά κύματα**, που δημιουργούνται στις τροχιές και διαδίδονται σε όλες τις διευθύνσεις, είναι σε φάση μεταξύ τους, διότι σε αυτές τις γωνίες η διαφορά δρόμου για **κάθε δύο** γειτονικές τροχιές, που απέχουν d , είναι ακέραιο πολλαπλάσιο m του λ .

Προκύπτει ότι οι γωνίες για **δημοιουργική συμβολή σε πολλές σχισμές (δηλ φράγμα περίθλασης)** δίδονται από τη **ίδια συνθήκη: $d \sin\theta_m = m\lambda$** που ισχύει και για περίθλαση από **δύο** σχισμές . Η σχέση αυτή ισχύει όταν το ηλεκτρομαγνητικό κύμα φθάνει με την **ίδια** φάση σε **όλες** τις τροχιές. Αυτό συμβαίνει όταν η δέσμη πέφτει **κάθετα** στην επιφάνεια του CD, όταν δηλαδή

η γωνία πρόσπτωσης είναι μηδέν, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Εκτέλεση Πειράματος

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΜΗΝ ΚΟΙΤΑΖΕΤΕ ΤΟ LASER ΚΑΤ ΕΥΘΕΙΑΝ - ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΒΛΑΒΗΣ ΟΡΑΣΗΣ

ΣΒΗΝΕΤΕ ΤΟ LASER ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΤΑΧΕΙΑ ΛΗΨΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ & ΓΙΑ ΑΛΛΑΓΗ CD/DVD

A1. Δίσκος CD

1. Μετρήσετε τη μεγάλη (Δ) και τη μικρή (δ) διάμετρο του CD, που καθορίζουν την επιφάνεια αποθήκευσης δεδομένων :

$\Delta = \dots\dots\dots m$ $\delta = \dots\dots\dots m$

2. Ελέγξτε, με χαρτί που φέρει κατακόρυφη γραμμή, ότι η δέσμη laser τέμνει τον (κατακόρυφο) άξονα περιστροφής του γωνιομέτρου. Ρυθμίστε τη θέση στερέωσης του laser, αν χρειάζεται. Το μήκος κύματος του laser είναι $\lambda \sim 635 \text{ nm}$.



3. Με τη βοήθεια της δέσμης laser καθορίστε τη διεύθυνση της καθέτου στην επιφάνεια του CD. (γωνία πρόσπτωσης = γωνία ανάκλασης = 0) . Ελέγξτε με πέτασμα-χαρτί ότι η δέσμη επιστρέφει στην αρχική της διεύθυνση. Σημειώστε την ένδειξη στο γωνιομετρικό κύκλο (θα είναι η αρχή μέτρησης, το «μηδέν» των γωνιών) :

«μηδέν» των γωνιών =

Με γωνία πρόσπτωσης μηδέν, παρατηρήσετε στο πέτασμα τη θέση του φωτεινού κροσσού **πρώτης τάξης** λόγω περίθλασης:

α) προς τα δεξιά σας και β) προς τα αριστερά και μετρήσετε τις γωνίες στις οποίες εμφανίζονται, (ως προς

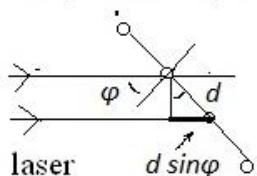
την κάθετο στο CD). Γράψτε τις τιμές των γωνιών στον ΠΙΝΑΚΑ I.

4. Επαναλάβετε τα βήματα 3 και 4 για τον **κροσσό δεύτερης τάξης**. Υπολογίσετε τη μέση τιμή της γωνίας του κροσσού πρώτης και δεύτερης τάξης, από τις δύο μετρήσεις σας για την «αριστερή» και τη «δεξιά» γωνία. Αναγράψτε τις τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ I.

5. Σημειώστε ποιο επίπεδο ορίζουν οι διευθύνσεις στις οποίες το φως περιθλάται (π. χ. οριζόντιο, σχεδόν οριζόντιο, κατακόρυφο, σχεδόν κατακόρυφο, κλπ).

6. Όταν η γωνία πρόσπτωσης δεν είναι μηδέν, όταν δηλαδή η δέσμη laser σχηματίζει γωνία, φ , με την κάθετο στο επίπεδο των τροχιών, τότε το ηλεκτρομαγνητικό κύμα φθάνει σε κάθε τροχιά με διαφορά φάσης ως προς το κύμα στη γειτονική της, γιατί διανύει διαφορετικό δρόμο $d \sin\varphi$ και η συνθήκη για δημιουργική συμβολή $d \sin\theta_m = m\lambda$ γίνεται $d \sin\theta_m + d \sin\varphi = m\lambda$, που δίνει για τις γωνίες μέγιστων περίθλασης :

λεπτό μεταλλικό φύλλο



laser

CD

$$\sin\theta_m = m\lambda/d - \sin\varphi$$

Αυτό θα χρησιμοποιηθεί εδώ για να γίνει δυνατή η παρατήρηση μεγίστων περίθλασης ανώτερης τάξης ($m=3$).

7. Περιστρέφοντας το γωνιόμετρο (αντιωρολογιακά), εισάγετε γωνία πρόσπτωσης φ , άρα και διαφορά φάσης $d \sin\varphi$, τέτοια που $\sin\varphi = \lambda/d$, ώσπου δηλαδή η προς τα αριστερά περιθλώμενη δέσμη **1^{ης} τάξης**, κινούμενη προς τα δεξιά, να πάρει τη διεύθυνση της καθέτου στο CD, οπότε $\theta_1=0$. Η **2^{ης} τάξης** θα πάρει τη διεύθυνση της δέσμης laser και θα εμφανιστεί και η (προς τα αριστερά) περιθλώμενη δέσμη **3^{ης} τάξης**. Μετρήστε τις νέες γωνίες θ_2 και θ_3 .

$$\theta_1 = \dots\dots\dots, \theta_2 = \dots\dots\dots, \theta_3 = \dots\dots\dots$$

8. Παρατηρήσετε τη θεωρητικά προβλεπόμενη **ελάττωση έντασης** στα μέγιστα περίθλασης όσο η τάξη αυξάνει.

A2. Δίσκος DVD

1. Επαναλάβετε τις μετρήσεις (για το μέγιστο 1^{ης} τάξης) για το DVD και συμπληρώστε τον ΠΙΝΑΚΑ I

ΠΙΝΑΚΑΣ I

	φ	θ αριστερά	θ δεξιά	$\bar{\theta}$
CD κροσσός πρώτης τάξης	0			
CD κροσσός δεύτερης τάξης	0			
DVD κροσσός πρώτης τάξης	0			

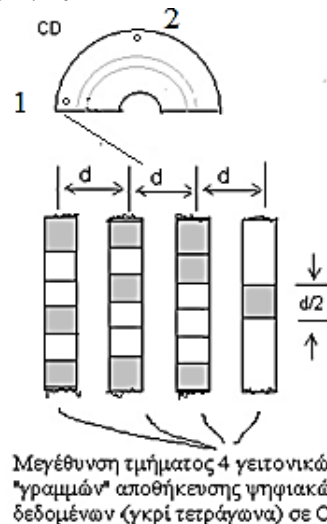
Επεξεργασία Μετρήσεων

1. Σχεδιάσετε, αναφερόμενοι στο σχήμα μεγέθυνσης, α) τις 4 γειτονικές γραμμές δεδομένων και β) το επίπεδο στο οποίο το φως περιθλάται, αν η δέσμη laser πέσει κάθετα στη θέση 2 του CD - αντί στη θέση 1. Επαληθεύστε πειραματικά αναστρέφοντας το δείγμα CD ώστε η δέσμη να προσπίπτει στην επιθυμητή θέση.

2. α) Υπολογίσετε, την απόσταση, d , δύο γειτονικών τροχιών δεδομένων του CD για τον κροσσό πρώτης τάξης ($m=1$), από τη σχέση $d \sin\theta_m = m\lambda$ που προβλέπει τη γωνιακή θέση των μεγίστων περίθλασης από πολλές σχισμές, για μηδέν γωνία πρόσπτωσης της δέσμης laser στο CD,. Αναγράψτε τις τιμές του d στον ΠΙΝΑΚΑ II.

β) Επαναλάβετε το βήμα 2α) για τον κροσσό δεύτερης τάξης ($m=2$).

γ) Λαμβάνοντας υπόψη τους κροσσούς και των δύο τάξεων, υπολογίσετε τη μέση τιμή του d καθώς και το σφάλμα του.



ΠΙΝΑΚΑΣ II

Απόσταση τροχιών CD d (μm)	$(d_i - \bar{d})^2$ (μm) ²
$m=1$	
$m=2$	
πλήθος μετρήσεων $n =$	$\Sigma(d_i - \bar{d})^2 =$
Μέση τιμή $\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{n} =$	Τυπική απόκλιση $s_d = \sqrt{\frac{\Sigma(d_i - \bar{d})^2}{n}} =$

Μεγέθυνση τμήματος 4 γειτονικών "γραμμών" αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων (γκρί τετράγωνα) σε CD

$$d_{CD} \pm S_d = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots \mu m$$

3. Επαναλάβετε το βήμα 2α) για το δίσκο DVD (για τον κροσσό πρώτης τάξης)

$$d_{DVD} = \dots\dots\dots \mu m$$

Εξηγήστε γιατί δεν παρατηρείτε φωτεινό κροσσό δεύτερης τάξης με το DVD, όταν η γωνία πρόσπτωσης της δέσμης στο DVD είναι μηδέν

4.
.....

5. Υπολογίστε σε bytes, (όπου 1byte=8 bits) **προσεγγιστικά**, το συνολικό αριθμό N δεδομένων που μπορεί να αποθηκευτούν στο δίσκο του CD και του DVD.

Προσεγγίσεις:

- a. Θεωρήσετε ότι το εμβαδόν ενός δεδομένου είναι $E_{1 bit} \sim (d/2)x(d/2)$
- b. Λάβετε υπ' όψη σας τα διάκενα μεταξύ γειτονικών γραμμών (δες σχήμα).

$$N_{CD} = \frac{E_{CD}}{E_{byte}} = \frac{(\pi(\Delta^2 - \delta^2)/4)/2}{8(d_{CD}/2)x(d_{CD}/2)} = \qquad N_{DVD} = \frac{E_{DVD}}{E_{byte}} = \frac{(\pi(\Delta^2 - \delta^2)/4)/2}{8(d_{DVD}/2)x(d_{DVD}/2)} =$$

B Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο σε υλικά LED

(Το φαινόμενο των 2 Nobel : Einstein για την πρόταση/πρόβλεψη και Millikan για την επιβεβαίωση)

Στο πείραμα αυτό εξετάζονται οι συνθήκες κάτω από τις οποίες όταν φθάσουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα σε ένα υλικό, δημιουργούνται φωτοηλεκτρόνια, με βάση το **φωτοηλεκτρικό φαινόμενο**, το οποίο είναι εκδήλωση του **σωματιδιακού χαρακτήρα** της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, δηλαδή της περιγραφής της με σωματίδια, τα **φωτόνια**. Η περιγραφή γίνεται με βάση τους νόμους της κβαντομηχανικής που προβλέπει ότι **φωτόνια διαφορετικής συχνότητας ('χρώματος') έχουν διαφορετική και συγκεκριμένη ενέργεια**. Η κβαντομηχανική επίσης προβλέπει ότι τα υλικά έχουν ενεργειακές ζώνες (επιτρεπόμενες τιμές ενέργειας) που διαχωρίζονται από ενεργειακά χάσματα (με απαγορευμένες τιμές ενέργειας).

Εκτέλεση Πειράματος

Φέρετε σε επαφή με τη δέσμη του laser (κόκκινο φως) μια διπλή **δίοδο εκπομπής φωτός (LED)**. Διπλή σημαίνει **δύο LED σε ένα περίβλημα** (δηλαδή δύο διαφορετικά ημιαγωγά υλικά, που εδώ το ένα μπορεί να εκπέμπει κόκκινο φως και το άλλο πράσινο) ώστε η δέσμη να φωτίσει το υλικό των LED. Επιβεβαιώστε την σωματιδιακή φύση του φωτός καταγράφοντας την τάση (διαφορά 'φωτοδυναμικού') που αναπτύσσεται στα άκρα κάθε LED από τα φωτοηλεκτρόνια που το φως του laser παράγει στο υλικό της LED.

$$V_{pr} = \dots\dots\dots, \quad V_{κοκ} = \dots\dots\dots$$

Επεξεργασία Μετρήσεων

1. Επαληθεύουν οι μετρήσεις σας τη σωματιδιακή φύση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και γιατί;
2. **Εξετάσετε** αν ένα φωτόνιο του laser έχει αρκετή ενέργεια, $h \nu_{κόκ}$, για να τη δώσει σε ένα ηλεκτρόνιο του υλικού μιας LED και να δημιουργήσει φωτοηλεκτρόνιο: Αυτό μπορεί να γίνει για το υλικό:

- α) της 'κόκκινης' LED ;
- β) της πράσινης ;
- γ) και των δύο;
- δ) για καμία;

.....