

Επιβεβαίωση του νόμου του Snell στη διάθλαση

ΠΕΙΡΑΜΑ

Σκοπός

Σε πρίσμα διαφανές ημικυλινδρικού σχήματος, να επιβεβαιωθεί ο νόμος του Snell και να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό του δείκτη διάθλασης, καθώς και της οριακής γωνίας.

Απαιτούμενα όργανα και υλικά

Πρίσμα διαφανές ημικυλινδρικού σχήματος, γωνιομετρικός κύκλος¹ Laser pointer ως πηγή δέσμης ακτίνων. (Μπορεί να αντικατασταθεί από λαμπάκι λευκού φωτός, συνδεδεμένο με μπαταρία. Το λαμπάκι μπορεί να κλειστεί μέσα σε κουτί στο μπροστινό μέρος του οποίου υπάρχει μία σχισμή).

Θεωρία

Όταν ακτίνα φωτός πέφτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο ισότροπων μέσων, τότε αλλάζει η ταχύτητα διάδοσης, διαθλάται και εν μέρει ανακλάται. Ο λόγος των ταχυτήτων στο κενό και στο συγκεκριμένο μέσο καλείται δείκτης διάθλασης:

$$n = \frac{c_0}{c}$$

Η προσπίπτουσα, η ανακλώμενη και η διαθλώμενη ακτίνα, βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, το οποίο είναι κάθετο στην επιφάνεια ενώ ισχύουν οι νόμοι της ανάκλασης και της διάθλασης $\theta_{\pi} = \theta_a$ και $n_1 \cdot \eta\mu \theta_{\pi} = n_2 \cdot \eta\mu \theta_{\delta}$

Κατά τη μετάβαση από το οπτικά πυκνότερο στο οπτικό αραιότερο μέσο, η γωνία της διαθλώμενης ακτίνας θ_{δ} είναι πάντα μεγαλύτερη από τη γωνία της προσπίπτουσας ακτίνας θ_{π} και γίνεται ίση με 90° όταν η γωνία θ_{π} είναι ίση με τη κρίσιμη γωνία δηλ. $\theta_c = \eta\mu^{-1} n_2/n_1$ με $n_1 > n_2$ (1)

Για γωνίες πρόσπτωσης μεγαλύτερες από την κρίσιμη, η ακτίνα ανακλάται πλήρως. Ο δείκτης διάθλασης είναι μια συνάρτηση του μήκους κύματος του φωτός. Δεδομένου ότι ο δείκτης διάθλασης του αέρα ισούται σχεδόν με την μονάδα, $n_{\alpha\epsilon\rho\alpha} = 1,0002718$ θα θεωρήσουμε ότι $n_2 = 1$ και n_1 το δείκτη διάθλασης του γυάλινου πρίσματος.

¹ Γωνιομετρικό κύκλο για εκτύπωση σε διαφάνεια και χρήση στο εργαστήριο, θα βρείτε στο <http://optiki.files.wordpress.com/2013/02/goniometro.png>

Διαδικασία

Προσοχή στον χειρισμό του Laser². Αν και μικρής σχετικά έντασης η δέσμη του Laser pointer μπορεί από κακούς χειρισμούς να προκαλέσει βλάβη στα μάτια, τα δικά μας ή των συναδέλφων.

Τοποθετούμε το γυάλινο πρίσμα στη μέση του γωνιομετρικού κύκλου όπως φαίνεται στην εικόνα 1 και σχεδιάζουμε το περίγραμμά του.

Θέτουμε σε λειτουργία το Laser και κατευθύνουμε τη δέσμη του έτσι ώστε να περάσει από το κέντρο του δίσκου.

Παρατηρούμε τη διαθλώμενη και την ανακλώμενη ακτίνα.

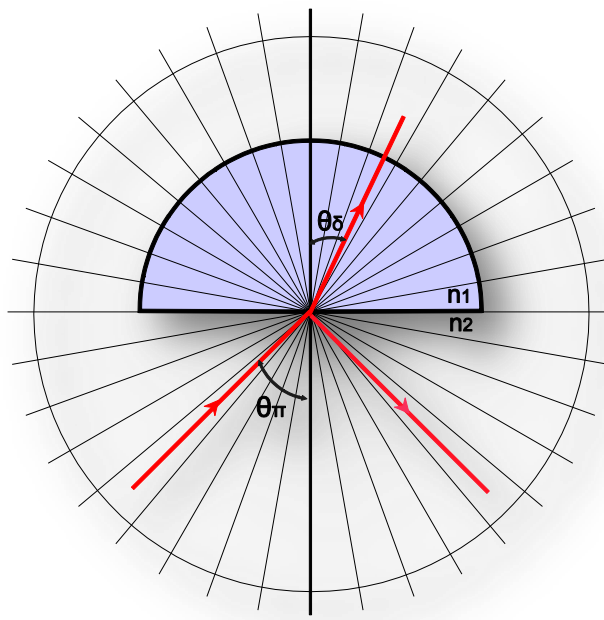
Αλλάζοντας τη γωνία πρόσπτωσης και καταγράφοντας

αυτή στον παρακάτω πίνακα σημειώνουμε την αντίστοιχη γωνία διάθλασης.

Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία.

Συμπληρώνουμε τον πίνακα.

Σε μελιμετρέ χαρτί (ή με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού³) σχεδιάζουμε τη γραφική παράσταση του ημιτόνου της γωνίας διάθλασης σε σχέση με τη γωνία πρόσπτωσης.



Εικόνα 1

θ_{π}	θ_{δ}	$\eta\mu \theta_{\pi}$	$\eta\mu \theta_{\delta}$	$\eta\mu \theta_{\pi} / \eta\mu \theta_{\delta}$

Μέσος όρος του $\frac{\eta\mu \theta_{\pi}}{\eta\mu \theta_{\delta}} =$

² Για σχετικά θέματα με την ασφάλεια των Lasers: <http://elepa.me/asfaleia-sto-ergasthrio/>

³ <http://www.padowan.dk/>

Αποτελέσματα

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι τα ποσά $n_1 \theta_\pi$ και $n_2 \theta_\delta$ είναι ανάλογα, οπότε επιβεβαιώνεται ο νόμος του Snell.

Η κλίση της ευθείας των ελαχίστων τετραγώνων που δίνουν οι πειραματικές τιμές ισούται με το δείκτη διάθλασης του γυαλιού.

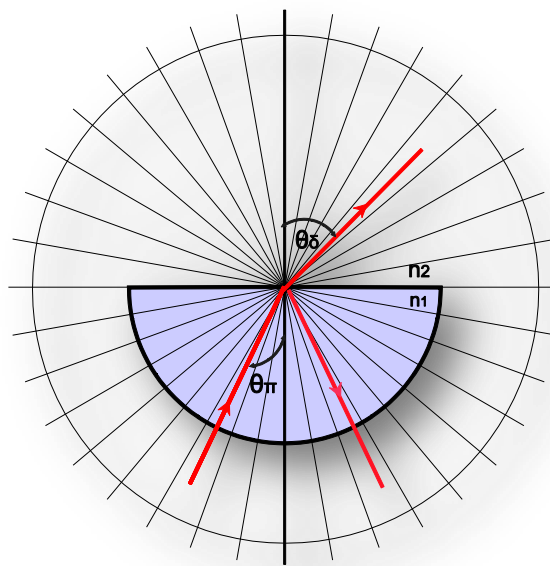
Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού μπορεί να βρεθεί και από το μέσο όρο του $\frac{n_1 \theta_\pi}{n_2 \theta_\delta}$

Ερωτήσεις

1. Γιατί για τη διεξαγωγή του πειράματος γιατί χρησιμοποιήθηκε ημικυλινδρικό πρίσμα;
2. Αν τοποθετηθεί το πρίσμα όπως στην εικόνα 2 για ποια τιμή της γωνίας πρόσπτωσης θα έχουμε ολική ανάκλαση;
3. Επιβεβαιώνεται η σχέση 1;

Επισήμανση

Μπορούμε να αντικαταστήσουμε το γυάλινο πρίσμα με ημικυλινδρική πλαστική διαφανή θήκη που διαθέτουν τα σχολικά εργαστήρια, να τη γεμίσουμε με νερό και να επαναλάβουμε το πείραμα υπολογίζοντας έτσι το δείκτη διάθλασης του νερού.



Εικόνα 2

Στο νερό μπορούμε να ρίξουμε λίγη σινική μελάνη ώστε να είναι ορατή η τροχιά της δέσμης του φωτός από σκέδαση.