

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 22**  
**ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ**

	<b>Ειδικότητα</b> (ΠΟΛ-ΜΗΧ-ΗΛΓ-ΗΛΝ)	<b>Ομάδα</b> (B1, B2, B3, B4, B5, B6)	
	<b>ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΙ</b>		
<b>Όνοματεπώνυμο</b>			
<b>Διδάσκων</b>			
<b>Ημ/νία διεξαγωγής πειράματος</b>		<b>Ωρα</b>	
<b>Ημ/νία παράδοσης γραπτής εργασίας</b>			
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b>	<b>1<sup>η</sup> διόρθωση</b>	<b>Τελικός βαθμός</b>	


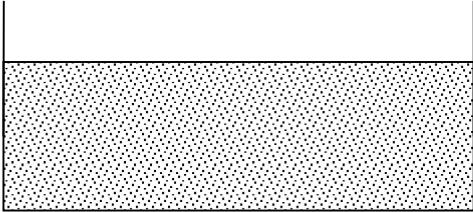
**Παρατηρήσεις - Διορθώσεις:**

- Ερωτήσεις προεργασίας
- 1<sup>ο</sup> πείραμα: ανάκλαση
- 2<sup>ο</sup> πείραμα: διάθλαση
- 3<sup>ο</sup> πείραμα: ολική ανάκλαση
- 4<sup>ο</sup> πείραμα: οπτικοί φακοί

## ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ (για το σπίτι)

1. Δώστε μερικές εφαρμογές όπου χρησιμοποιούνται οι οπτικοί φακοί.

2. Απαντήστε με λόγια και σχήμα: Τι θα συμβεί εάν μια δέσμη φωτός πέσει επάνω...

...στην επιφάνεια ενός επίπεδου καθρέφτη, σχηματίζοντας γωνία $\varphi$ με την κάθετη στην επιφάνεια;	...επάνω στην ήρεμη επιφάνεια του νερού σχηματίζοντας γωνία $\varphi$ με την κάθετη στην επιφάνεια του;
	
Φαινόμενο:	Φαινόμενο:

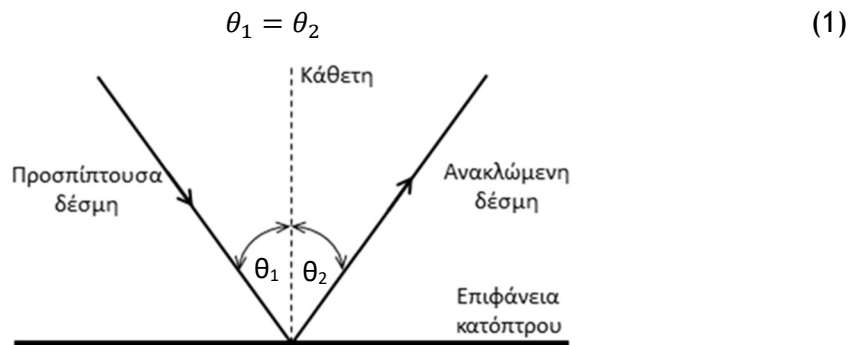
3. Πότε ένας φακός ονομάζεται συγκλίνων; Τι είναι η εστιακή απόσταση  $f$  ενός φακού;

## Στο Εργαστήριο

### 1<sup>ο</sup> πείραμα: Ανάκλαση από επίπεδο κάτοπτρο

#### Σκοπός-Θεωρία

Σε αυτή την άσκηση θα μελετηθεί η ανάκλαση των ακτινών από επίπεδο κάτοπτρο. Όταν μια λεπτή ακτίνα φωτός προσπίπτει σε μια κατοπτρική επιφάνεια τότε η ακτίνα ανακλάται σε γωνία ίση με τη γωνία της προσπίπτουσας, μετρημένη ως προς την κάθετη στην επιφάνεια ανάκλασης (Εικ. 1).



#### Διαδικασία

1. Θέστε το laser σε λειτουργία, έτσι ώστε πάνω σε μία επίπεδη λευκή σελίδα να εμφανίζεται μόνο μία δέσμη φωτός.
2. Τοποθετείστε το κάτοπτρο πάνω σε μία λευκή σελίδα. Το επίπεδο της επιφάνειας του κατόπτρου ως προς την διεύθυνση της προσπίπτουσας δέσμης πρέπει να σχηματίζει κατάλληλη γωνία ώστε η προσπίπτουσα και η ανακλώμενη δέσμη να είναι ευδιάκριτες.
3. Να εντοπίσετε και να σημειώσετε πάνω στη λευκή σελίδα: i) την επιφάνεια του επιπέδου κατόπτρου ii) την προσπίπτουσα δέσμη και iii) την ανακλώμενη δέσμη. Δείξτε με βέλη τις κατευθύνσεις της εισερχόμενης και της εξερχόμενης δέσμης.
4. Να επαναλάβετε τα βήματα 2-3 για άλλες δύο διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης.
5. Σχεδιάστε την κάθετη της επιφάνειας του κατόπτρου στο σημείο πρόσπτωσης (Δες Εικόνα 1) για κάθε μία από τις τρεις περιπτώσεις.
6. Μετρήστε με το **μοιρογνωμόνιο** τις γωνίες πρόσπτωσης και ανάκλασης (ως προς την κάθετη στην επιφάνεια του κατόπτρου) και καταγράψτε τις μετρήσεις σας στον Πίνακα 1.
7. Ικανοποιείται ο **νόμος της ανάκλασης**; Σε ποια περίπτωση εντοπίζετε πιθανό μεγαλύτερη απόκλιση; Που μπορεί να οφείλεται αυτή;

	$\theta_1$ (deg) γωνία πρόσπτωσης	$\theta_2$ (deg) γωνία ανάκλασης
(α)		
(β)		
(γ)		

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

## 2<sup>ο</sup> πείραμα: Διάθλαση σε ένα μέσο. Ο νόμος του Snell.

### Σκοπός

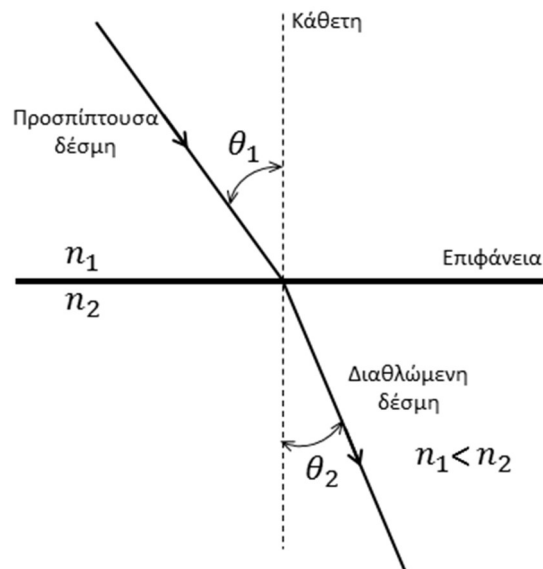
Ο σκοπός της άσκησης είναι ο προσδιορισμός του δείκτη διάθλασης του ακρυλικού πλακιδίου. Για τις προσπίπτουσες ακτίνες στο πλακίδιο, θα μετρηθούν οι γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης, ενώ θα υπολογιστεί ο δείκτης διάθλασης του υλικού με την χρήση του νόμου του Snell.

### Θεωρία

Όταν το φως προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφανών μέσων, τότε σύμφωνα με τον νόμο του Snell ισχύει:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (2)$$

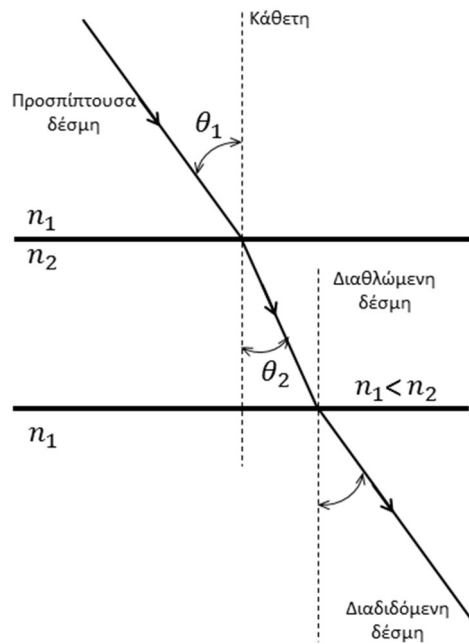
όπου  $\theta_1$  είναι η γωνία πρόσπτωσης και  $\theta_2$  η γωνία διάθλασης του φωτός, ενώ  $n_1$  και  $n_2$  είναι οι αντίστοιχοι δείκτες διάθλασης των υλικών (δες Εικ. 2)



Εικ. 2

### Διαδικασία

1. Θέστε το laser σε λειτουργία, έτσι ώστε πάνω σε μία επίπεδη λευκή σελίδα να εμφανίζεται μόνο μία δέσμη φωτός.
2. Τοποθετήστε το πλακίδιο πάνω στο χαρτί έτσι ώστε η δέσμη να προσπίπτει στην επιφάνεια του πλακιδίου υπό μία γωνία  $\theta$  (διάφορη των  $90^\circ$ ) (Δες Εικ. 3).
3. Σημειώστε στη σελίδα τις θέσεις των παράλληλων επιφανειών του πλακιδίου και εντοπίστε την προσπίπτουσα και διαδιδόμενη δέσμη. Δείξτε με βέλη τις κατευθύνσεις της εισερχόμενης και εξερχόμενης δέσμης. Σημειώστε με προσοχή τα σημεία όπου η δέσμη εισέρχεται και εξέρχεται από το πλακίδιο.
4. Απομακρύνετε το πλακίδιο από την σελίδα και σχεδιάστε τη γραμμή που ενώνει τα σημεία που η δέσμη εισέρχεται και εξέρχεται από το πλακίδιο. Η γραμμή αντιπροσωπεύει την πορεία της δέσμης μέσα στο πλακίδιο.



Εικ. 3

5. Σχεδιάστε (με διακεκομμένες γραμμές) τις κάθετες στην επιφάνεια του πλακιδίου, στα σημεία που η δέσμη εισέρχεται και εξέρχεται από το πλακίδιο.
6. Μετρήστε με ένα μοιρογνωμόνιο τη γωνία πρόσπτωσης ( $\theta_1$ ) και τη γωνία διάθλασης ( $\theta_2$ ). Και οι δύο γωνίες μετρώνται ως προς τη κάθετη στην επιφάνεια του πλακιδίου. Καταγράψτε τις γωνίες στις δύο πρώτες στήλες του Πίνακα 2.
7. Σε ένα καινούριο χαρτί, να επαναλάβετε τα βήματα 2-6 με διαφορετική γωνία πρόσπτωσης. Ομοίως για μία τρίτη γωνία πρόσπτωσης.
8. Για κάθε σειρά του Πίνακα 2, χρησιμοποιήστε το νόμο του Snell για να υπολογίσετε τον δείκτη διάθλασης του πλακιδίου. Ο δείκτης διάθλασης του αέρα είναι 1.0
9. Υπολογίστε την μέση τιμή του δείκτη διάθλασης του πλακιδίου:

$$\bar{n} =$$

10. Να συγκρίνετε την μέση τιμή του δείκτη διάθλασης με την ακριβή τιμή  $n_{ακρ} = 1.5$

	$\theta_1$ (deg) γωνία Πρόσπτωσης	$\theta_2$ (deg) γωνία Διάθλασης	$n$
(α)			
(β)			
(γ)			

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

### 3<sup>ο</sup> πείραμα: Ολική ανάκλαση - Εύρεση κρίσιμης γωνίας $\theta_c$

#### Σκοπός

Ο σκοπός του πειράματος αυτού είναι να διαπιστωθεί η ύπαρξη του φαινομένου της **ολικής ανάκλασης** της ακτίνας Laser στο εσωτερικό του ακρυλικού πλακιδίου. Θα μετρηθεί η κρίσιμη γωνία  $\theta_c$ . Θα γίνει σύγκριση της πειραματικής τιμής της κρίσιμης γωνίας με την αναμενόμενη τιμή που προκύπτει από την εφαρμογή της θεωρητικής σχέσης.

#### Θεωρία

Είδαμε ότι όταν μία ακτίνα φωτός προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφανών μέσων, σύμφωνα με τον νόμο του Snell ισχύει:

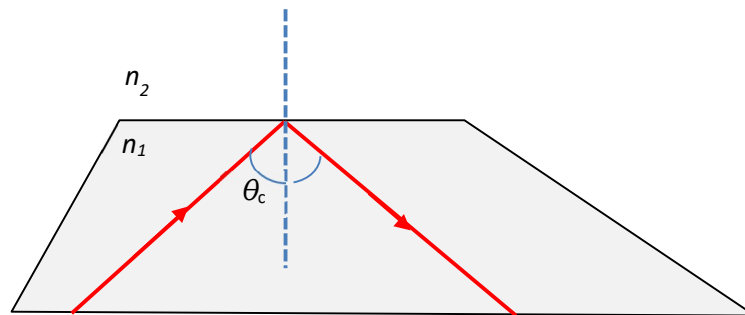
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

όπου  $\theta_1$  είναι η γωνία πρόσπτωσης και  $\theta_2$  η γωνία διάθλασης του φωτός, ενώ  $n_1$  και  $n_2$  είναι οι αντίστοιχοι δείκτες διάθλασης των υλικών. Όμως, όταν η ακτίνα κατευθύνεται από ένα **πυκνό** οπτικό μέσο (π.χ. γυαλί) σε ένα **αραιό** (π.χ. αέρας), δύναται να υπάρξει γωνία πρόσπτωσης  $\theta_1$  τέτοια ώστε η διαθλώμενη ακτίνα να «εξαφανίζεται», δηλαδή τότε η γωνία διάθλασης γίνεται  $\theta_2 = 90^\circ$  (δες Εικ. 4). Η γωνία αυτή ονομάζεται **κρίσιμη γωνία  $\theta_c$**  και για κάθε γωνία  $\theta > \theta_c$  η ακτίνα φωτός «εγκλωβίζεται» στο πυκνό οπτικό μέσο:

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90^\circ \Rightarrow \sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \theta_c = \arcsin \left( \frac{n_2}{n_1} \right)$$

Εάν το αραιό μέσο είναι ο αέρας τότε  $n_2 = 1$ , οπότε:

$$\theta_c = \arcsin \left( \frac{1}{n_1} \right) \quad (3)$$



Εικ. 4

Τούτο το φαινόμενο αποτελεί την βασική αρχή κατασκευής των **οπτικών ινών**.

#### Διαδικασία

1. Θέστε το laser σε λειτουργία, έτσι ώστε πάνω σε μία επίπεδη λευκή σελίδα να εμφανίζεται μόνο μία δέσμη φωτός.
2. Τοποθετήστε το πρισματικό πλακίδιο που έχει δύο παράλληλες έδρες, επάνω στο χαρτί έτσι ώστε η δέσμη να προσπίπτει στην μία παράλληλη έδρα του πλακιδίου (κάτω). Κατευθύνετε

έτσι την δέσμη ώστε η δέσμη να εξέρχεται διαθλώμενη από την άλλη παράλληλη έδρα του πλακιδίου σε τυχαία γωνία.

3. Εντοπίστε εκείνη την κατεύθυνση της δέσμης όπου η εξερχόμενη δέσμη από το πλακίδιο «εξαφανίζεται». Θα παρατηρήσετε ότι η δέσμη ανακλάται πλήρως από αυτήν και επιστρέφει στην κάτω έδρα του πλακιδίου. Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε «ολική ανάκλαση» και η γωνία πρόσπτωσης της δέσμης στην άνω επιφάνεια είναι η κρίσιμη γωνία  $\theta_c$ . (Δες Εικ. 4)
4. Σημειώστε στην σελίδα το σημείο εισόδου της δέσμης στο πλακίδιο και το σημείο ανάκλασης στην άνω έδρα του πλακιδίου.
5. Απομακρύνετε το πλακίδιο από την σελίδα και σχεδιάστε τη γραμμή που ενώνει τα σημεία που η δέσμη εισέρχεται στο πλακίδιο από την κάτω έδρα, ανακλάται εσωτερικά στην άνω έδρα και προσπίπτει στην κάτω έδρα, όπως στην Εικ.4. Οι γραμμές αυτές αντιπροσωπεύουν την πορεία της δέσμης μέσα στο πλακίδιο.
6. Αφού χαράξετε την κάθετη στην διαχωριστική επιφάνεια στο σημείο της (εσωτερικής) ανάκλασης της ακτίνας, μετρήστε με το μοιρογνωμόνιο την γωνία  $\theta_c$  που σχηματίζεται και σημειώστε την στον Πίνακα 3.
7. Υπολογίστε την κρίσιμη γωνία  $\theta_c$  με βάση την σχέση (3), θέτοντας ως δείκτη διάθλασης  $n_1 = 1.5$ . Υπάρχει συμφωνία ανάμεσα στις δύο τιμές;

$\theta_c$ (deg) πειραματική τιμή	$\theta_c$ (deg) αναμενόμενη τιμή

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

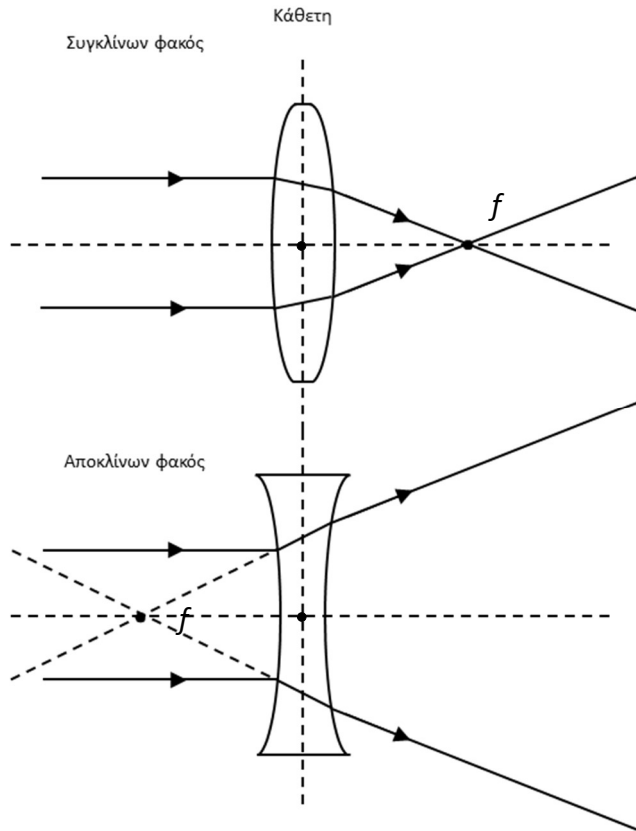
## 4<sup>ο</sup> πείραμα: Εύρεση εστιακής απόστασης συγκλίνοντος και αποκλίνοντος φακού

### Σκοπός

Ο σκοπός της άσκησης είναι η μελέτη των διαφορών ανάμεσα στους συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακούς και ο προσδιορισμός της εστιακής απόστασης των φακών.

### Θεωρία

Όταν παράλληλες ακτίνες περάσουν μέσα από ένα λεπτό φακό, οι ακτίνες αυτές είτε συγκλίνουν είτε αποκλίνουν. Το σημείο στο οποίο συγκλίνουν οι ακτίνες (ή οι προεκτάσεις τους) είναι η εστία του φακού. Η απόσταση του κέντρου του φακού από την εστία, ονομάζεται **εστιακή απόσταση** και συμβολίζεται με  $f$ . Αν οι ακτίνες αποκλίνουν τότε η εστιακή απόσταση είναι αρνητική.



Εικ. 5

### Διαδικασία

1. Θέστε το laser σε λειτουργία, έτσι ώστε πάνω σε μία επίπεδη λευκή σελίδα να εμφανίζονται τρεις παράλληλες δέσμες φωτός. Κατευθύνεται τις δέσμες ευθεία πάνω στον συγκλίνοντα φακό (Δες Εικ. 5). Οι φακοί που χρησιμοποιούνται σε αυτή την άσκηση έχουν μία επίπεδη επιφάνεια στην άκρη. Τοποθετήστε τον φακό πάνω στο χαρτί με την επίπεδη επιφάνεια, έτσι ώστε ο φακός να είναι σταθερός.
2. Να σχεδιάσετε τον φακό (περιμετρικά) και να σημειώσετε τις προσπίπτουσες και διαδιδόμενες δέσμες. Δείξτε με βέλη τις κατευθύνσεις των εισερχομένων και εξερχομένων δεσμών.
3. Το σημείο στο οποίο οι διαδιδόμενες δέσμες συγκλίνουν είναι η εστία του φακού. Μετρήστε την εστιακή απόσταση από το κέντρο του φακού έως την εστία και σημειώστε την τιμή στον Πιν.4.
4. Επαναλάβετε την διαδικασία με έναν αποκλίνων φακό. Σημειώστε ότι στο βήμα 3, οι δέσμες που εξέρχονται από τον φακό αποκλίνουν και δεν τέμνονται. Χρησιμοποιήστε έναν χάρακα για να προεκτείνετε τις εξερχόμενες δέσμες πίσω μέσα από τον φακό. Η εστία βρίσκεται εκεί που τέμνονται οι προεκτάσεις των δεσμών. Θυμηθείτε να σημειώσετε την εστιακή απόσταση με αρνητικό πρόσημο. Σημειώστε την τιμή στον Πιν.4.

$f$ (cm)	$f$ (cm)
Συγκλίνων φακός	Αποκλίνων φακός

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

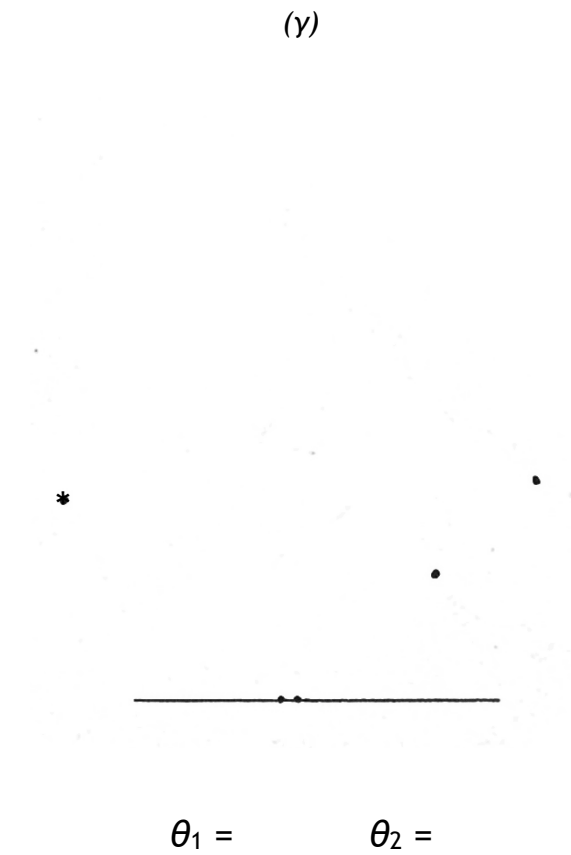
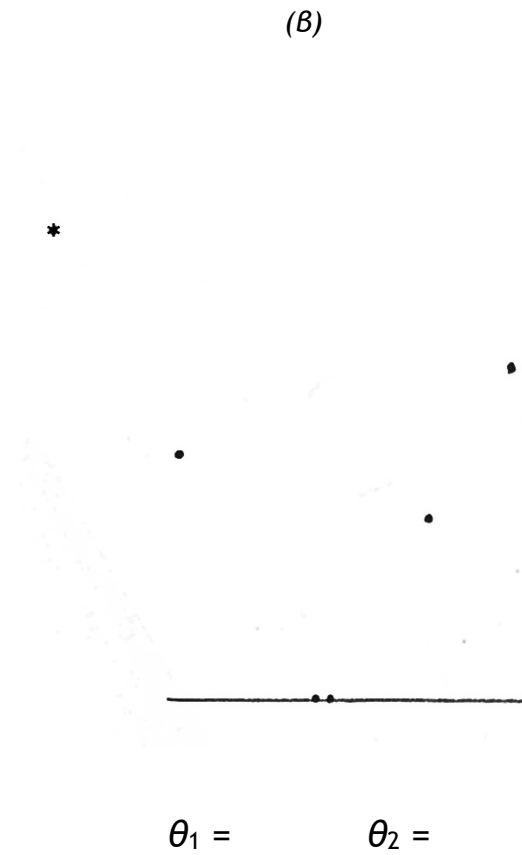
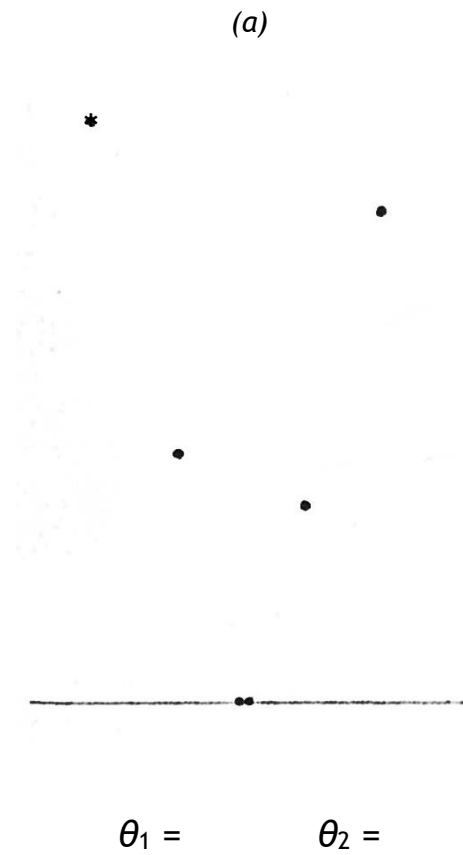


### Ενδιαφέρουσες Παρατηρήσεις

1. Φέρτε σε επαφή τον συγκλίνοντα με τον αποκλίνοντα φακό και τοποθετήστε τους στην διαδρομή των παράλληλων δεσμών. Οι διαδιδόμενες δέσμες αποκλίνουν, συγκλίνουν ή είναι παράλληλες; Ποιά είναι η σχέση ανάμεσα στις εστιακές αποστάσεις των δύο φακών;
2. Απομακρύνετε τον συγκλίνοντα και τον αποκλίνοντα φακό κατά λίγα εκατοστά και παρατηρήστε το αποτέλεσμα. Έπειτα, αντιστρέψτε τη σειρά των φακών. Εντοπίστε και σημειώστε τη διαδρομή των δεσμών σε αυτή την περίπτωση. Ποιο είναι το αποτέλεσμα της αλλαγής της απόστασης των φακών και ποιά η επίδραση της αλλαγής των θέσεων τους;

Ασκ. 22 – ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

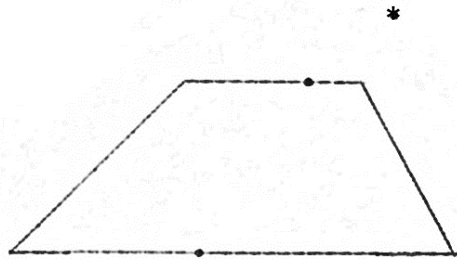
Πείραμα 1<sup>ο</sup> : Ανάκλαση φωτός από επίπεδο κάτοπτρο



Ασκ. 22 – ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

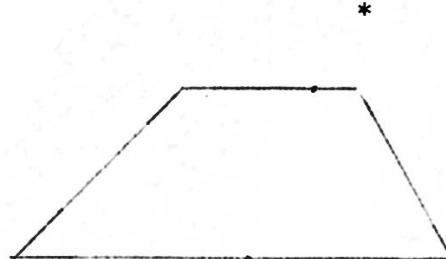
Πείραμα 2<sup>ο</sup> : Διάθλαση φωτός από διαθλαστικό πλακίδιο

(α)



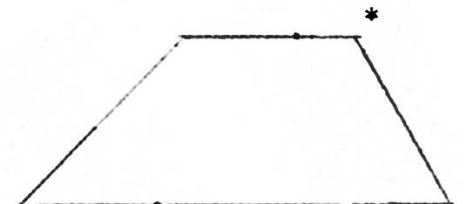
$\theta_1 =$        $\theta_2 =$

(β)



$\theta_1 =$        $\theta_2 =$

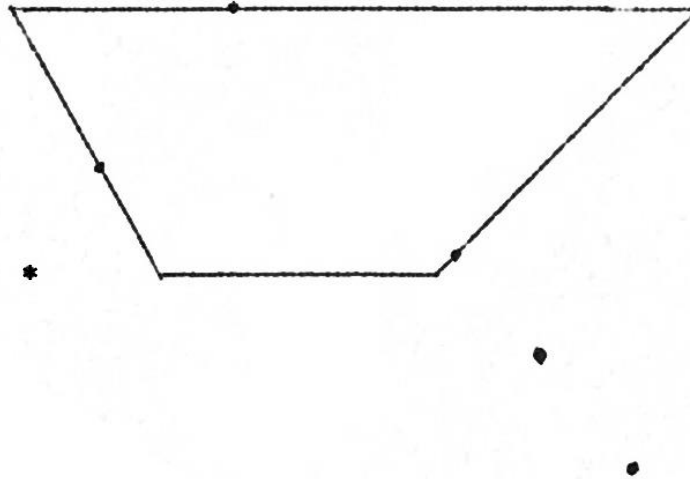
(γ)



$\theta_1 =$        $\theta_2 =$

Ασκ. 22 – ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

Πείραμα 3<sup>ο</sup> : Ολική ανάκλαση φωτός σε διαθλαστικό πλακίδιο



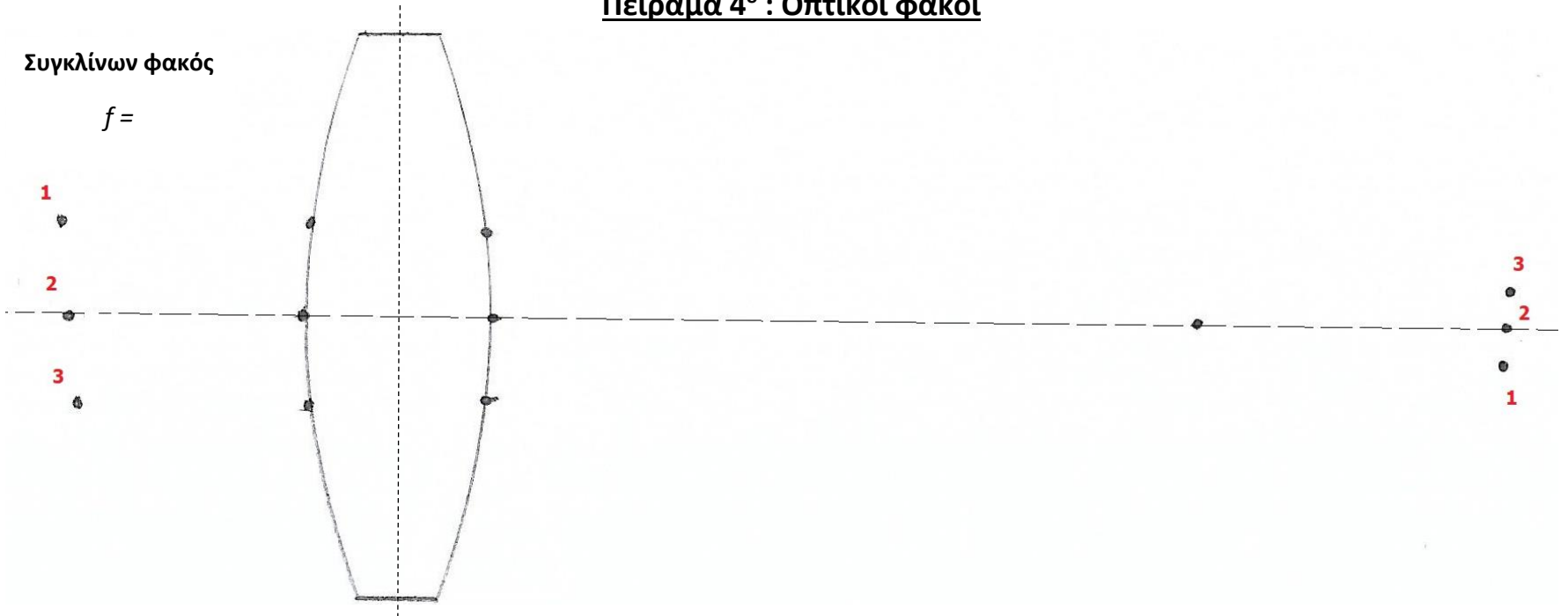
Κρίσιμη γωνία  $\theta_c =$

# Ασκ. 22 – ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

## Πείραμα 4<sup>ο</sup> : Οπτικοί φακοί

Συγκλίνων φακός

$f =$



Αποκλίνων φακός

$f =$

