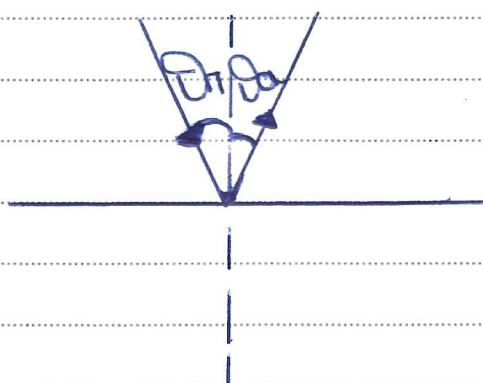


Φυσική για Χημικούς



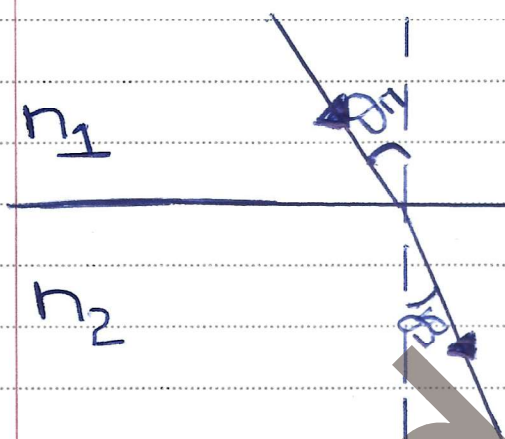
● Αντανάκλαση



$$\theta_{\pi} = \theta_{\alpha}$$



● Διάθλαση



Νόμος του Snell

$$n_1 \sin \theta_{\pi} = n_2 \sin \theta_{\delta}$$

→ Δείκτης Διάθλασης

$$n = \frac{c}{v}, v = \lambda \cdot f$$

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda_n}, \lambda_0: \text{μήκος κύματος του φωτός στο κενό}$$

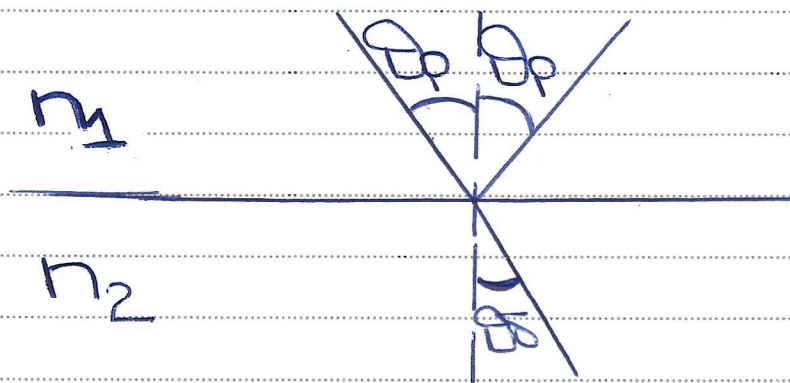


● Ολική εσωτερική ανάκλαση

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

Η διαθλώμενη ακτίνα γίνεται παράλληλα προς την διαχωριστική επιφάνεια $\theta_{\delta} = 90^\circ$, συμβαίνει μόνο $n_1 > n_2$

Πόλωση από ανάκλαση



Ανακλινόμενο
φως 100%
Πολωμένο

$$\tan \theta_p = \frac{n_2}{n_1}$$

θ_p : γωνία πόλωσης

$$\theta_p + \theta_t = 90^\circ$$

ΑΣΚΗΣΗ 1

Μια ακτίνα φωτός προσπίπτει από αέρα ($n_1 = 1$) σε επίπεδη επιφάνεια νερού ($n_2 = 1.33$) με γωνία πρόσπτωσης $\theta_1 = 45^\circ$.

- (α) Υπολόγισε τη γωνία διάθλασης.
- (β) Σχεδιάσε το διάγραμμα με την ανακλώμενη και διαθλώμενη ακτίνα.
- (γ) Υπολόγισε τον λόγο ταχυτήτων v_2/v_1 .

Λύση

$$n_1 = 1 \text{ (αέρας)}$$

$$n_2 = 1.33 \text{ (νερό)}$$

$$\theta_1 = 45^\circ$$

α) Γωνία διάθλασης θ_2

$$\text{Νόμος Snell} : n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1 \cdot \sin 45^\circ}{1.33}$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 \approx 0.53166$$

$$\theta_2 = \arcsin(0.53166) \approx 32.1^\circ$$

β)

$n_1 = 1$
αέρας

$n_2 = 1,33$
νερό

θ_1

θ_2



γ) $\frac{v_2}{v_1} = ?$

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

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{c/n_2}{c/n_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{1,33}$



ΑΣΚΗΣΗ 2

Φωτεινή ακτίνα διαδίδεται μέσα σε γυαλί με δείκτη διάθλασης $n = 1.5$ και προσπίπτει στην επιφάνεια γυαλιού-αέρα.

- (α) Υπολόγισε τη κρίσιμη γωνία.
- (β) Για γωνία πρόσπτωσης $\theta = 60^\circ$, τι θα συμβεί; Θα διαθλαστεί ή θα ανακλαστεί;

Λύση

$$n_{\text{γυαλί}} = 1.5$$

$$n_{\text{αέρα}} = 1$$

$$\alpha) \theta_c = ?$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{\text{αέρα}}}{n_{\text{γυαλί}}} = \frac{1}{1.5} = 0.6666667$$

$$\theta_c = \arcsin(0.6666667) = 41.81^\circ$$

β) $60^\circ > \theta_c$, ολική εσωτερική ανάκλαση

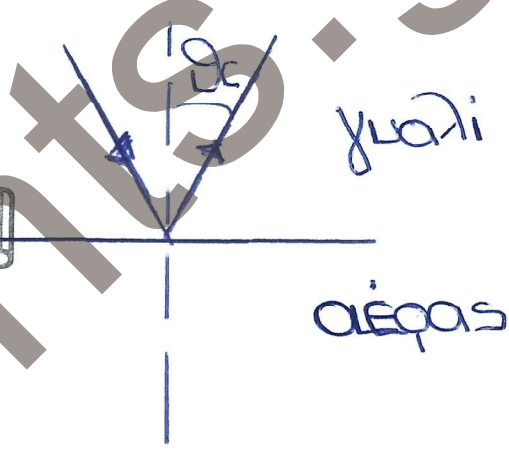
ΛΕΙ διαθλάται στον αέρα.



Σημειώσεις - Λυμένα Θέματα

e-students.gr

© 698 93 94 741



Σημειώσεις - Λυμένα Θέματα

e-students.gr

© 698 93 94 741

ΑΣΚΗΣΗ 3

Μια ακτίνα φωτός διέρχεται από διαδοχικά δύο στρώματα:

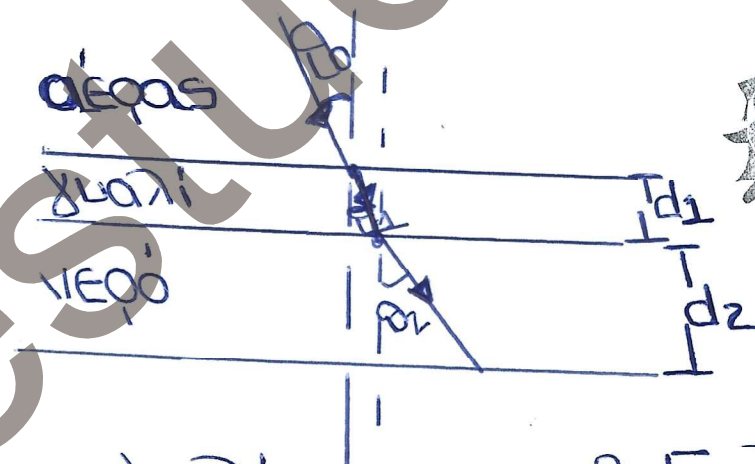
- 1ο στρώμα: γυαλί $n_1 = 1.5$, πάχους $d_1 = 1 \text{ cm}$
 - 2ο στρώμα: νερό $n_2 = 1.33$, πάχους $d_2 = 2 \text{ cm}$
- Η ακτίνα προσπίπτει από αέρα με γωνία $\theta_1 = 40^\circ$.
- (α) Υπολόγισε τις γωνίες διάθλασης σε κάθε όριο.
 - (β) Υπολόγισε την τελική μετατόπιση της ακτίνας όταν εξέλθει στον αέρα.

Λύση

1. γυαλί : $n_1 = 1.5$, $d_1 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

2. νερό : $n_2 = 1.33$, $d_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

Προσπίπτουσα ακτίνα $\theta_0 = 40^\circ$



1. Αέρας $\rightarrow$ γυαλί

$$\sin \theta_1 = \frac{1}{1.5} \sin 40^\circ$$

$$\theta_1 = 25.35^\circ$$

2. Γυαλί $\rightarrow$ νερό

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1$$

$$\theta_2 = 28.88^\circ$$

3. Νερό $\rightarrow$ Αέρας (έξοδος)

$$n_{\text{νερό}} \sin \theta_2 = n_{\text{αέρας}} \sin \theta_{\text{exit}}$$

$$\theta_{\text{exit}} = 40^\circ$$

β). οριζόντιες μετατοπίσεις σε υαλό
στοιώμα

$$x_1 = d_1 \tan \theta_1$$

$$x_2 = d_2 \tan \theta_2$$

- υποθέτουμε (αν δεν υπάρχουν τα
στοιώματα) θέση της προσπίπτουσας
ευθείας στο ίδιο επίπεδο βάθους
 $x_{\text{υπόθ}} = (d_1 + d_2) \tan \theta_0$

$$\Delta = d_1 \tan \theta_1 + d_2 \tan \theta_2 - (d_1 + d_2) \tan \theta_0$$

$$\Delta = -9,38 \text{ mm}$$

● Φαλός

Ένας φαλός είναι ένα διαφανές σώμα (συνήθως χυάλι ή πλαστικό) που έχει κυρτωμένες επιφάνειες και εκμεταλλεύεται την διάθλαση του φωτός



● Είδη φαλών

1) Συγκλινόντες φαλοί (θετικοί φαλοί)
Χοντρότεροι στη μέση, λεπτότεροι στα άκρα
Κάνουν τις παράλληλες ακτίνες να συγκλίνουν σε ένα σημείο (εστία)
 πx : μεθευθυντός φαλός

2) Αποκλινόντες φαλοί (αρνητικοί φαλοί)
Λεπτότεροι στη μέση, χοντρότεροι στα άκρα
Κάνουν τις παράλληλες ακτίνες να αποκλίνουν, σαν να προέρχονταν από ένα φανταστικό σημείο
 πx : χυάλια μυωπίας



● Εξίσωση φαλών

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

f : εστιακή απόσταση

p : απόσταση αντικειμένου από φαλό

q : απόσταση ειδώλου από φαλό

Αν $q > 0 \Rightarrow$ είδωλο πραγματικό

Αν $q < 0 \Rightarrow$ είδωλο φανταστικό

Πραγματικό είδωλο: οι αυτίνες συγχωνεύονται πραγματικά σε ένα σημείο

Φανταστικό είδωλο: οι αυτίνες δεν συγχωνεύονται πραγματικά αλλά φαίνονται ότι προέρχονται από ένα σημείο

● Μέγεθος

$$M = \frac{h}{h_0} = -\frac{q}{p}$$

h : ύψος ειδώλου

h_0 : ύψος αντικείμενου

$M > 0$: όρθιο είδωλο (φανταστικό)

$M < 0$: αντεστραμμένο είδωλο (πραγματικό)

Κατασκευή ειδώλων (με κανόνες ακτίνων)

Για να "ζωγραφίσουμε" πώς σχηματίζεται το είδωλο με έναν απλό γεωμετρικό τρόπο:

- Μια ακτίνα παράλληλη στον οπτικό άξονα → περνάει από το εστιακό σημείο.
- Μια ακτίνα που περνάει από το κέντρο του φακού → συνεχίζει ευθύγραμμα.
- Μια ακτίνα που περνάει από το εστιακό σημείο πριν τον φακό → βγαίνει παράλληλη στον άξονα.

Από την τομή αυτών των ακτίνων προκύπτει η θέση και το είδος του ειδώλου.

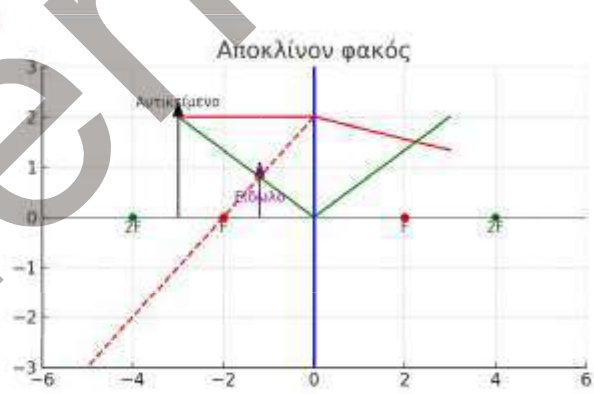
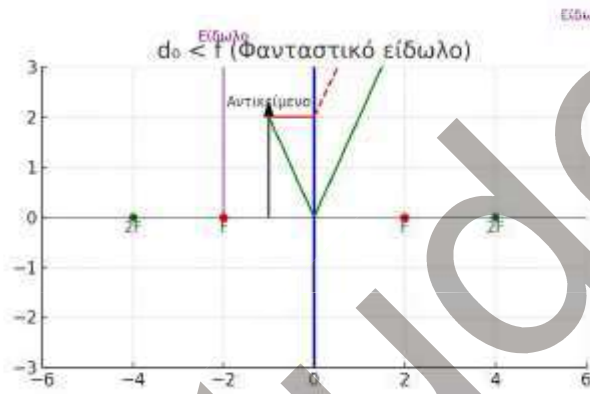
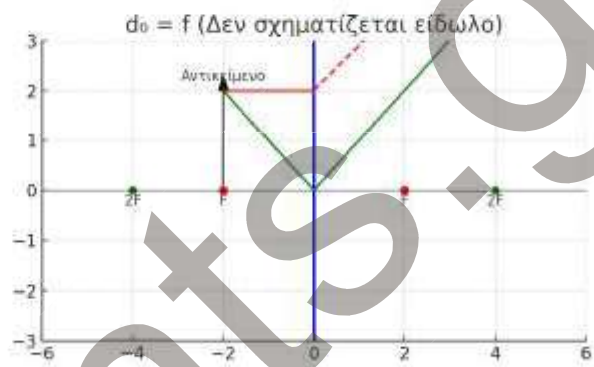
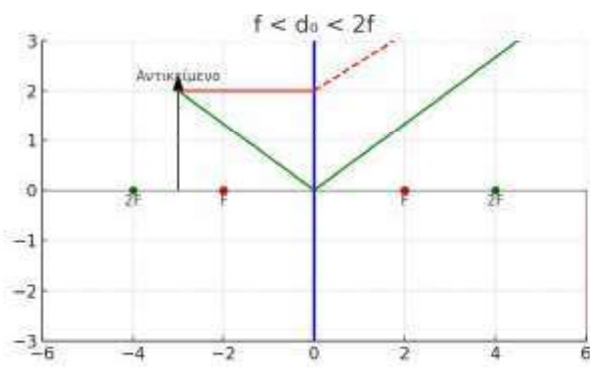
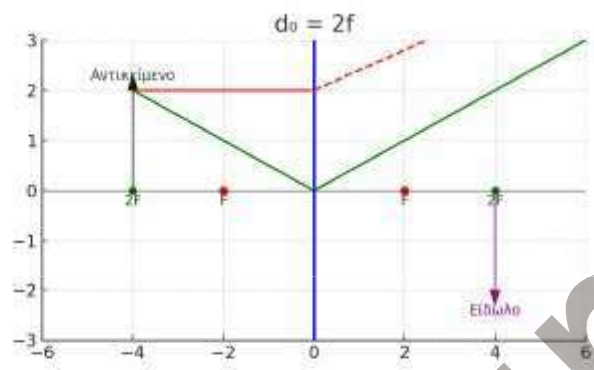
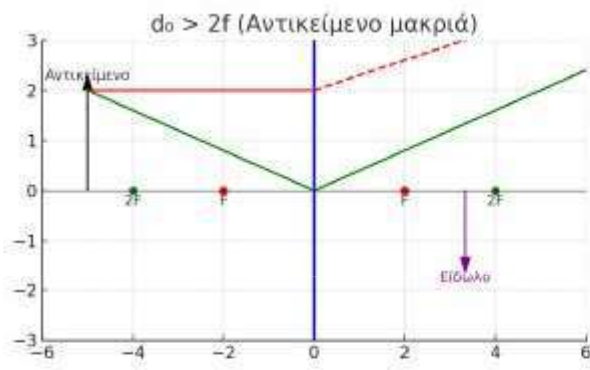


Πίνακας σχηματισμού ειδώλων (για συγκλίνοντα φακό)

Θέση αντικειμένου	Θέση ειδώλου	Είδος ειδώλου	Μέγεθος
$d_o > 2f$ (πέρα από το διπλάσιο της εστίας)	Μεταξύ f και $2f$	Πραγματικό, ανεστραμμένο	Μικρότερο
$d_o = 2f$	$d_i = 2f$	Πραγματικό, ανεστραμμένο	Ίδιο
$f < d_o < 2f$	$d_i > 2f$	Πραγματικό, ανεστραμμένο	Μεγαλύτερο
$d_o = f$	Στο άπειρο	Δεν σχηματίζεται είδωλο	–
$d_o < f$	Πλευρά αντικειμένου, πριν τον φακό	Φανταστικό, όρθιο	Μεγαλύτερο

Για αποκλίνοντα φακό

Το αντικείμενο οπουδήποτε → το είδωλο είναι φανταστικό, όρθιο, μικρότερο, και βρίσκεται ανάμεσα στο φακό και την εστία.



Άσκηση Φακοί – Οπτική

Σε οπτικό πάγκο έχουμε λεπτό συγκλίνοντα φακό με εστιακή απόσταση $f = 20 \text{ cm}$. Ένα αντικείμενο ύψους $h_o = 3 \text{ cm}$ τοποθετείται πάνω στον οπτικό άξονα.

1. Όταν το αντικείμενο βρίσκεται σε απόσταση $d_o = 60 \text{ cm}$ από τον φακό:
 - Να βρεθούν η απόσταση του ειδώλου d_i , η μεγέθυνση M και το ύψος του ειδώλου h_i .
 - Να χαρακτηριστεί το είδωλο (πραγματικό/φανταστικό, όρθιο/ανεστραμμένο, μέγεθος).
2. Να βρεθεί σε ποια απόσταση από τον φακό πρέπει να τοποθετηθεί το αντικείμενο ώστε το είδωλο να σχηματίζεται στα $d_i = +40 \text{ cm}$ (πραγματικό).
3. Για ποια θέση του αντικειμένου το είδωλο «πηγαίνει» στο άπειρο;
4. Αν το αντικείμενο τοποθετηθεί στα $d_o = 12 \text{ cm}$ (δηλ. μέσα από την εστία), να υπολογιστούν d_i , M , h_i και να χαρακτηριστεί το είδωλο.
5. (Μεταβολή) Αν στη θέση του συγκλίνοντα βάλουμε αποκλίνον φακό με $f = -20 \text{ cm}$ και κρατήσουμε το αντικείμενο στα $d_o = 30 \text{ cm}$, να βρεθούν d_i , M , h_i και ο χαρακτηρισμός του ειδώλου.

Λύση

$$f = 20 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$h_o = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

1) $d_o = 60 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ (απόσταση αντικειμένου)

$$d_i = ?$$

$$M = ?$$

$$h_i = ?$$

Εξίσωση φακού

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$\rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_o}$$

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-2} \text{ m}} - \frac{1}{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{3}{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}} - \frac{1}{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{3-1}{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{2}{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\Rightarrow d_i = \frac{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2} = 30 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \underline{d_i = 30 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$M = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{30 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{60 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = -0.5$$

$$\Rightarrow \underline{M = -0.5}$$



Σημειώσεις - Λυμένα Θέματα

e-students.gr

© 698 93 94 741



Σημειώσεις - Λυμένα Θέματα

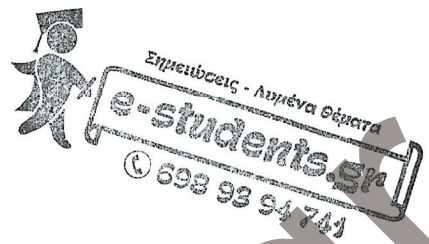
e-students.gr

© 698 93 94 741

$$M = \frac{h_i}{h_o} \Rightarrow D h_i = M \cdot h_o$$

$$\Rightarrow D h_i = -0,5 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \underline{h_i = -1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$



Χαρακτηρισμός: δύο πραγματικό είδωλο
 Μ < 0 ανεστραμμένο
 |M| < 1 μικρότερο σε μέγεθος

$$2) d_i = 40 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$d_o = ?$

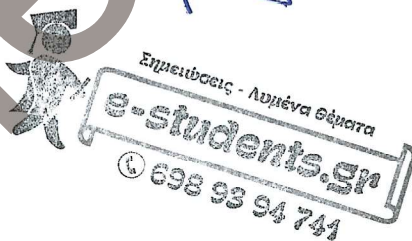
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_o} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_i}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_o} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{40 \cdot 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow d_o = 40 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Αντιτιχείμενο
 στο 2f δίνει
 είδωλο στο
 2f (συμμετρία)



3) Για να πάρει είδωλο στο άπειρο
χρειάζεται $\frac{1}{d_i} \rightarrow 0$ ($\lim_{d_i \rightarrow \infty} \frac{1}{d_i} = 0$)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} \Rightarrow f = d_o = 20 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

4) $d_o = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ ($d_o < f$)

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_o} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{12 \cdot 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow |d_i| = 30 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$M = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{(-30 \cdot 10^{-2} \text{ m})}{12 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 2,5$$

$$M = \frac{h_i}{h_o} \Rightarrow h_i = M \cdot h_o = 2,5 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$
$$\Rightarrow |h_i| = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Χαρακτηρισμός: $d_i < 0$ φανταστικό
(το είδωλο βρίσκεται
στην ίδια πλευρά
με το αντικείμενο)

$$M > 0 \text{ όρθιο}$$

$$|M| > 1 \text{ μεγεθυμένο}$$



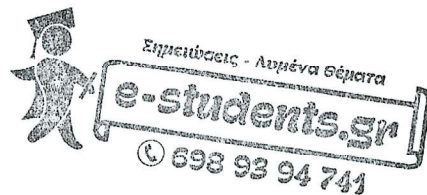
$$5) f = 20 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$d_o = 30 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\frac{1}{d_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_o} \Rightarrow d_i = -12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$M = -\frac{d_i}{d_o} = 0,4$$

$$h_i = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



$d_i < 0$ φαντ.

$M > 0$ όρθιο

$|M| < 1$ μικρότερο

Άσκηση Φακοί – Οπτική



Μονοδιάστατο αντικείμενο ύψους 1.23 cm τοποθετείται κατακόρυφα σε απόσταση 10 cm αριστερά ενός λεπτού φακού (δε γνωρίζουμε εάν είναι συγκλίνοντας ή αποκλίνων). Καθαρό είδωλο σχηματίζεται σε απόσταση 3.20 cm στα αριστερά του φακού.

- α) Από τον υπολογισμό της εστιακής απόστασης του φακού αναφέρετε το είδος του, συγκλίνοντας ή αποκλίνων.
β) Ποιο το ύψος του ειδώλου;
γ) Το είδωλο είναι πραγματικό ή φανταστικό; Όρθιο ή ανεστραμμένο;
δ) Σχεδιάστε ενδεικτικό σχήμα χαράσσοντας τουλάχιστον δύο κύριες ακτίνες της επιλογής σας.

Λύση

$$h = 1,23 \cdot 10^{-2} \text{ m (ύψος αντικειμένου)}$$

$$d_o = 10 \cdot 10^{-2} \text{ m (αντικείμενο αριστερά)}$$

$$d_i = -3,2 \cdot 10^{-2} \text{ m (είδωλο αριστερά, άρα αρνητικό)}$$

$$\alpha) \frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow f = -4,71 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Ο φακός είναι αποκλίνων

$$\beta) h' = ?$$

$$M = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{(-3,2 \cdot 10^{-2} \text{ m})}{10 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 0,32$$

$$M = \frac{h'}{h} \Rightarrow h' = M \cdot h$$

$$\Rightarrow h' = 0,32 \cdot 1,23 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Rightarrow h' = 0,39 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$



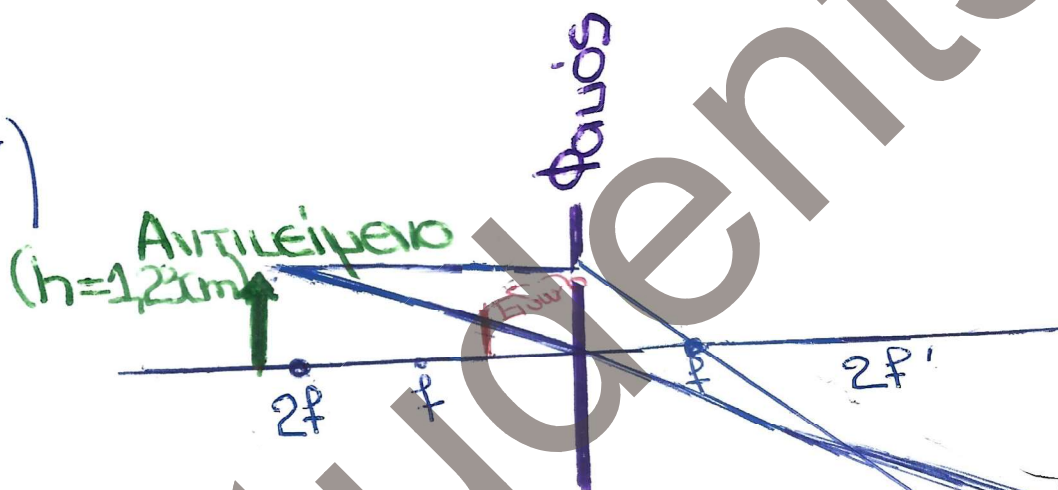
Σπουδαστές - Αποτέλεσμα

e-students.gr

© 698 93 94 741

γ) $d_i < 0$: φανταστικό
 $M > 0$: όρθιο

δ)



Σπουδαστές - Αποτέλεσμα

e-students.gr

© 698 93 94 741