

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ

ΣΧΟΛΗ : ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ & ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑ : ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑΣ & ΗΧΟΥ Ι
(ΦΕΗ Ι)

(Φωτοτυπίες διαφανειών)

Δρ. Α. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ
Καθ. Φυσικής
ΤΕΙ Αθήνας

Νοέμβριος 2008

ΦΥΣΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑΣ & ΗΧΟΥ Ι (ΦΕΗ Ι)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΠΤΙΚΗ (ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΣ)
2. ΒΑΣΙΚΑ ΟΠΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ (ΑΝΑΚΛΑΣΗ, ΔΙΑΘΛΑΣΗ, ΔΙΑΧΥΣΗ, ΠΟΛΩΣΗ, ΣΥΜΒΟΛΗ)
3. ΚΑΤΟΠΤΡΑ (ΕΠΙΠΕΔΑ – ΣΦΑΙΡΙΚΑ), ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ, ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ
4. ΠΡΙΣΜΑ (ΘΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ – ΠΡΙΣΜΑ ΟΛΙΚΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ)
5. ΣΦΑΙΡΙΚΟ ΔΙΟΠΤΡΟ (ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ)
6. ΦΑΚΟΙ (ΣΥΓΚΛΙΝΟΝΤΕΣ – ΑΠΟΚΛΙΝΟΝΤΕΣ), ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΕΠΤΩΝ ΦΑΚΩΝ, ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΦΑΚΩΝ
7. ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ (ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ, ΟΠΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ, ΟΠΤΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ)
8. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΗΧΟ (ΤΑΧΥΤΗΤΑ, ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΧΟΥ, ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΗΧΟΥ)
9. ΜΟΥΣΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ (ΕΓΧΟΡΔΑ, ΠΝΕΥΣΤΑ, ΚΡΟΥΣΤΑ)
10. ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΟΡΓΑΝΑ ΟΜΙΛΙΑΣ, ΑΚΟΗΣ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΟΠΤΙΚΗ Κ. Δ. Αλεξόπουλος, Παν. Εκδόσεις, Αθήνα
2. LIGHT SCIENCE, Thomas D. Rossing et al., Springer 1999
3. OPTICS, E. Hecht et al., Addison, Wesley 1974
4. OPTICS IN PHOTOGRAPHY Kingslake, SPIE, 1992
5. CAMERA TECHNOLOGY, Goldberg, Acad. Press, 1992
6. COLOR AND LIGHT IN NATURE 2nd ed. D. K. Lynch et al. Cambridge Univ. Press 2001
7. INTRODUCTION TO OPTICS, F. Pedrotti et al. Prent. Hall, 1987
8. THE PHYSICS OF SOUND, 2nd ed., R. E. Berg, D. G. Stork, Prentice Hall, USA 1995.
9. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ Δ. Σκαρλάτου, Καθ. Παν. Πατρών, 3^η έκδοση, Εκδόσεις Gotsis, Πάτρα 2008

ΦΩΣ : (1.) Αίτιο ερεθισμού για τον οφθαλμό.

(2.) Μορφή ενέργειας που μεταβιβάζεται υπο μορφή ηλεκτρομαγν. κύματος.

(3.) Περιοχή ηλεκτρομαγνητικής αυτινοβολίας που ανιχνεύεται
σε $\lambda_1 = 4000 \text{ \AA}$ έως $\lambda_2 = 7500 \text{ \AA}$

ΟΠΤΙΚΗ : Το μέρος της φυσικής που ασχολείται με φαινόμενα σχετιζόμενα με το φως.

1. NEWTON (1669) - σωματίδια (εξηγήσει = ανάκλαση)

2. HUGENS (1677) - κύματα αιώμα (—) ανακλαση-διάφρα.

ΦΥΣΗ

3. MAXWELL -
- HERZ - ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

ΦΩΤΟΣ :

4. PLANK -
- EINSTEIN (1900) - φωτόνια $E = h \cdot \nu$
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$

5. ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ
ΘΕΩΡΙΑ - Δυσίδηρος (κυματική φύση - κβαντική
χαρακτηρισμός)

ΦΩΤΕΙΝΗ

ΑΚΤΙΝΑ :

Η διεύθυνση στην οποία μεταβιβάζεται η ενέργεια.

ΦΩΤΕΙΝΗ

ΔΕΣΜΗ :

Σύνολο φωτεινών ακτίνων που προέρχονται από την πηγή.

ΟΠΤΙΚΗ

Εμφάνιση με ανωμαλίες μικρότερες από το μέσο μήκος

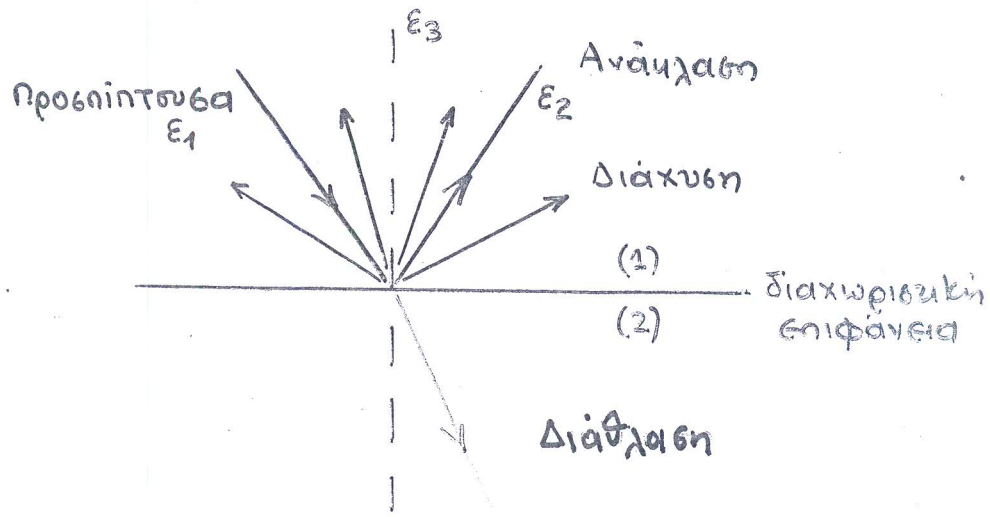
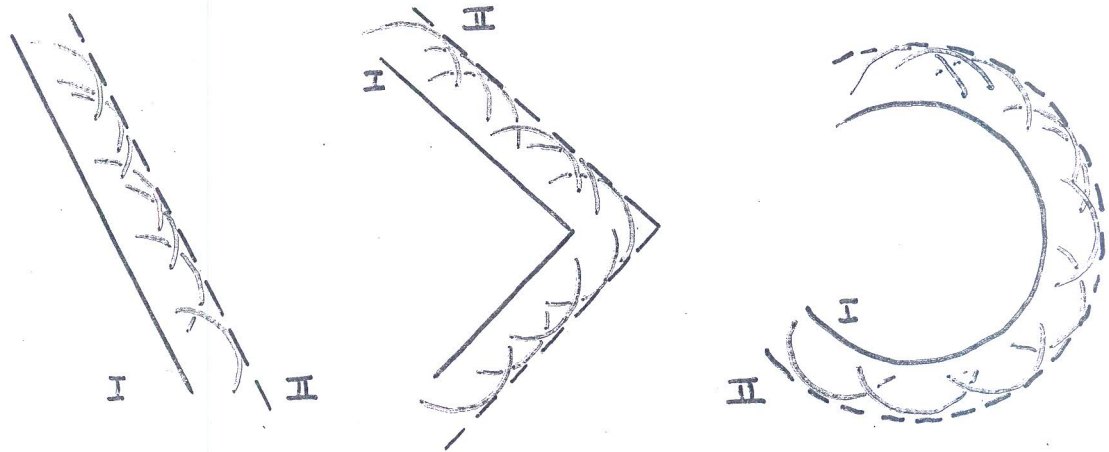
Εμφάνιση :

κόσμος της ορατής περιοχής του φωτός δηλαδή

$$\lambda \approx 5000 \text{ \AA} = 500 \text{ nm}$$

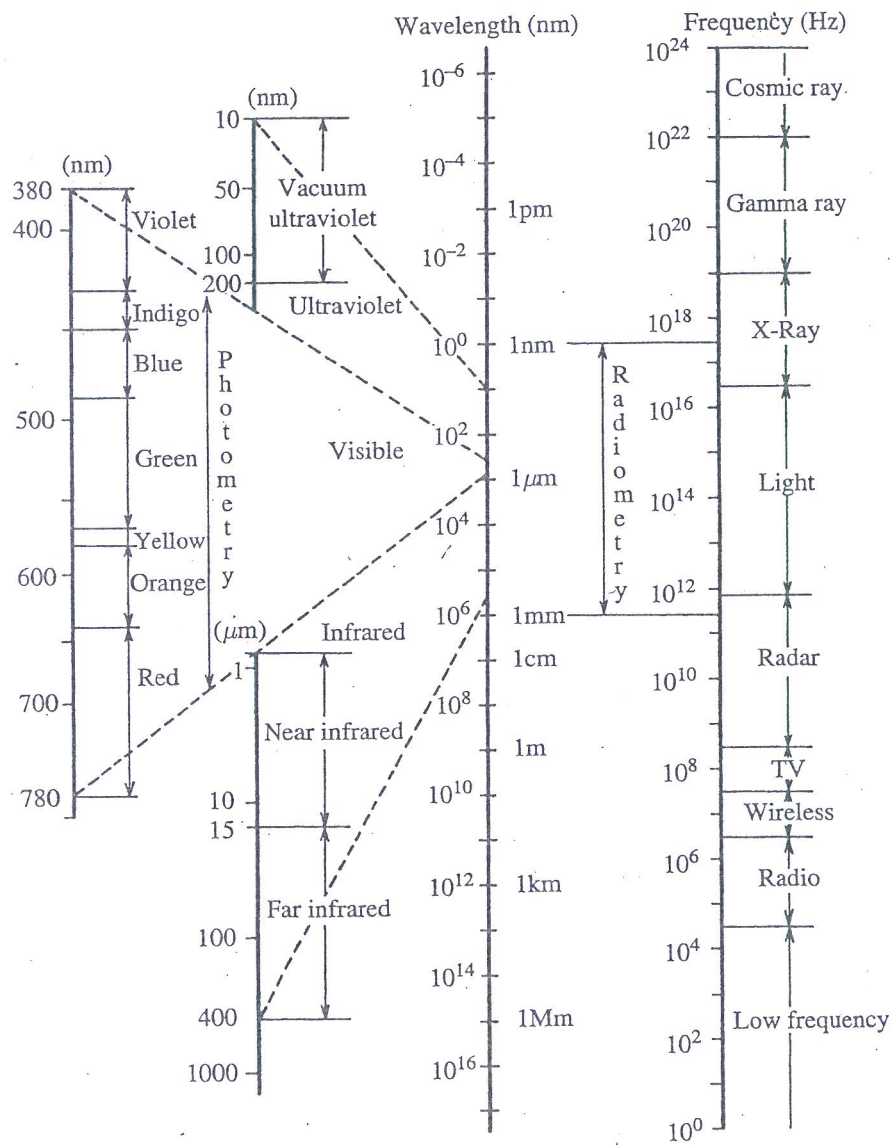
ΑΡΧΕΣ
ΟΠΤΙΚΗΣ

1. ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΠΟΡΕΙΑ ΦΩΤΟΣ
2. ΗΡΕΝΟΣ [στο ίδιο μέσο, βραχύτερος γεωμετρικά δρόμος]
3. FERMAT [σε δύο διαφορετικά οπτικά μέσα, ο συντομότερος χρονικά δρόμος, όχι όμως και ο συντομότερος γεωμ.]
4. HUGENS [δωδεκαροχή μέγιστα κύματος]

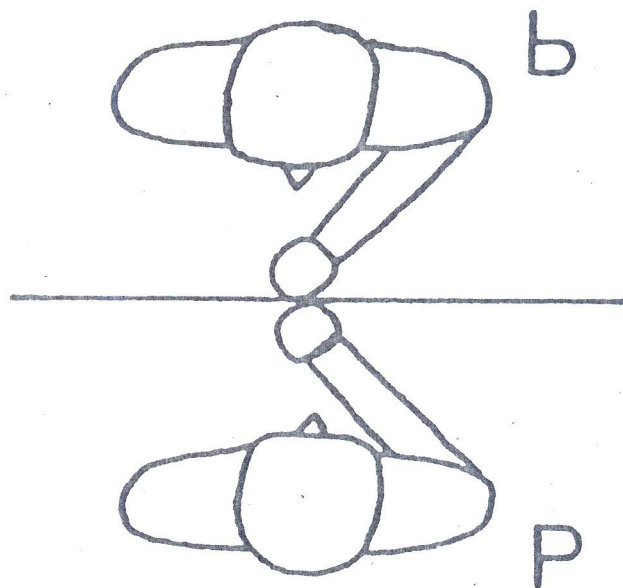
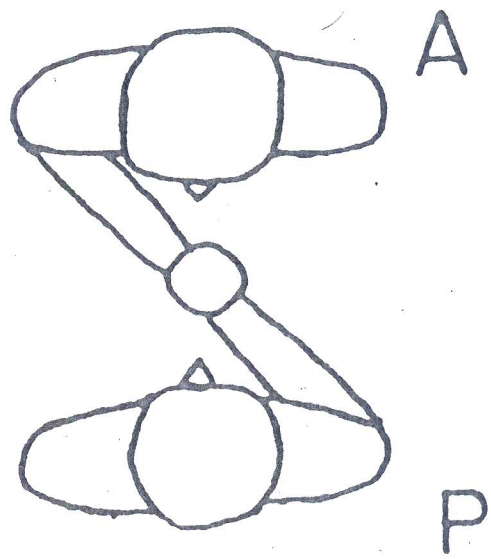


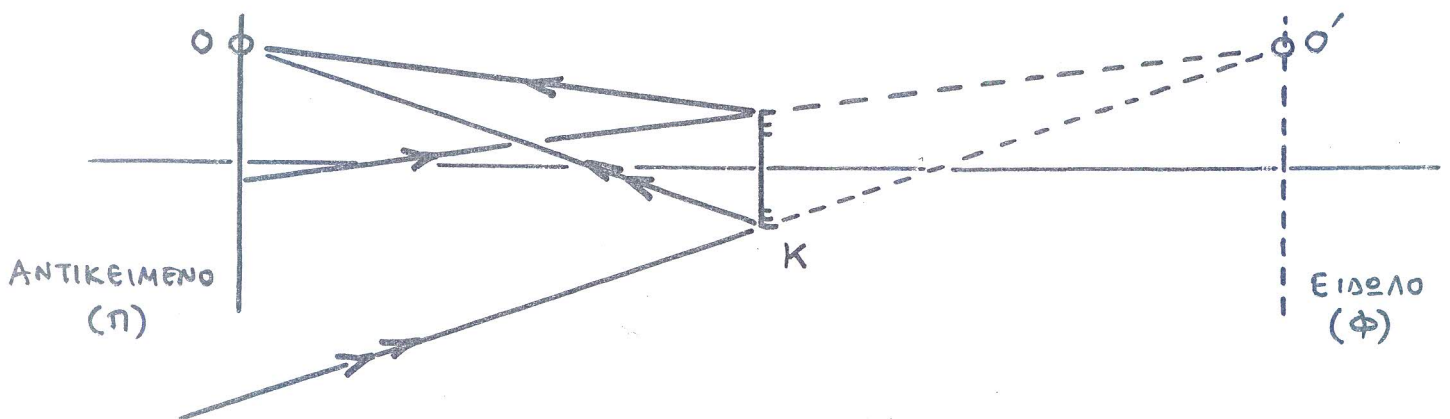
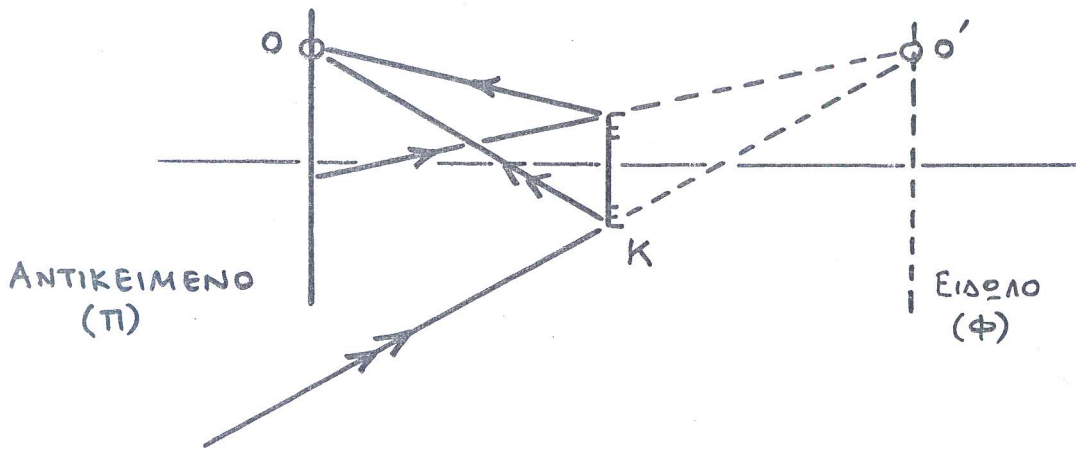
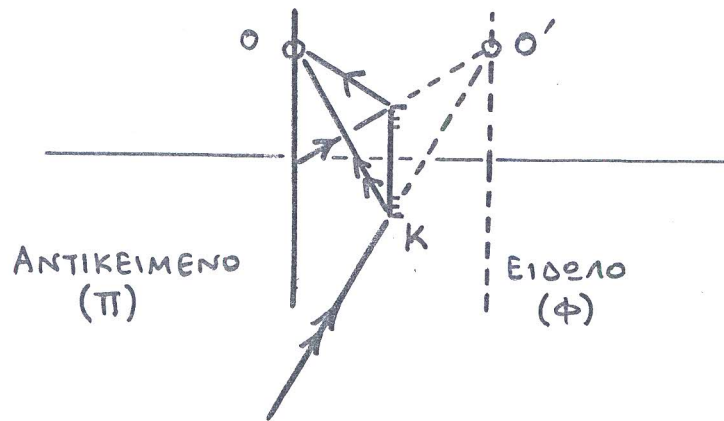
ΝΟΜΟΙ
ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ

1. Γωνία προσπίπτωσης = Γωνία ανάκλασης
2. οι ευθείες E_1, E_2 και E_3 ανήκουν στο ίδιο επίπεδο.



Wavelengths of electromagnetic radiation and light

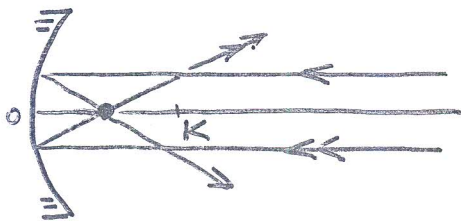




ΜΕΛΕΤΗ ΚΟΙΛΟΥ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΚΑΤΟΠΤΡΟΥ

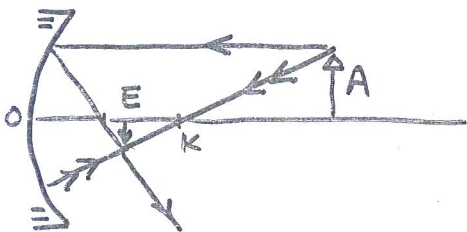
$$\alpha \rightarrow \infty$$

$$\beta \rightarrow f$$



$$\alpha > 2f$$

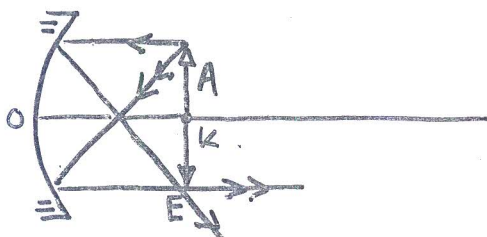
$$f < \beta < 2f$$



$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{f} \Rightarrow \beta = \frac{\alpha \cdot f}{\alpha - f}$$

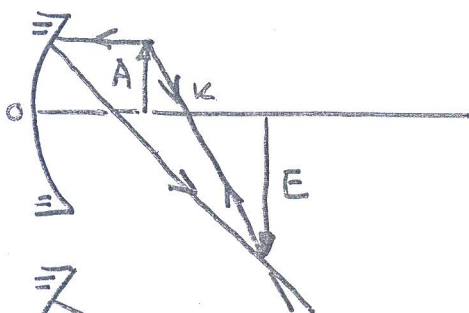
$$\alpha = 2f$$

$$\beta = 2f$$



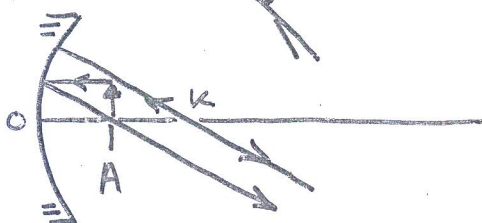
$$f < \alpha < 2f$$

$$\beta > 2f$$



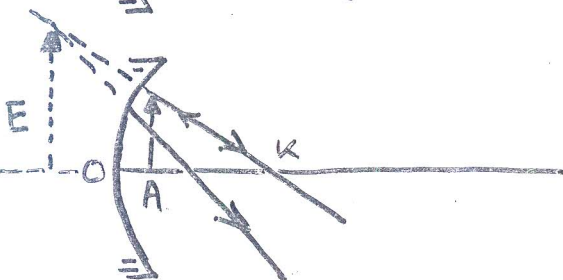
$$\alpha = f$$

$$\beta \rightarrow \infty$$



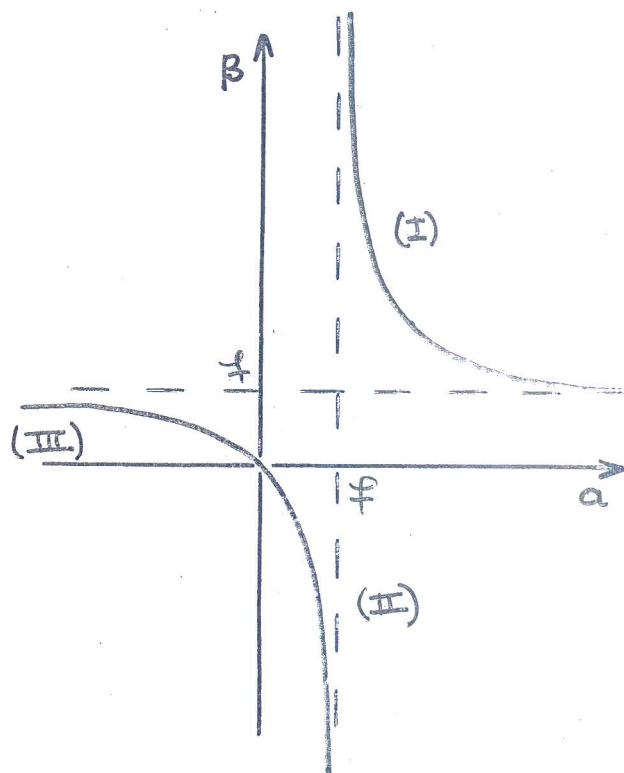
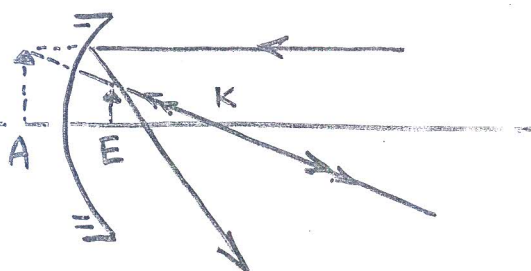
$$0 < \alpha < f$$

$$\beta < 0$$



$$\alpha < 0$$

$$0 < \beta < f$$

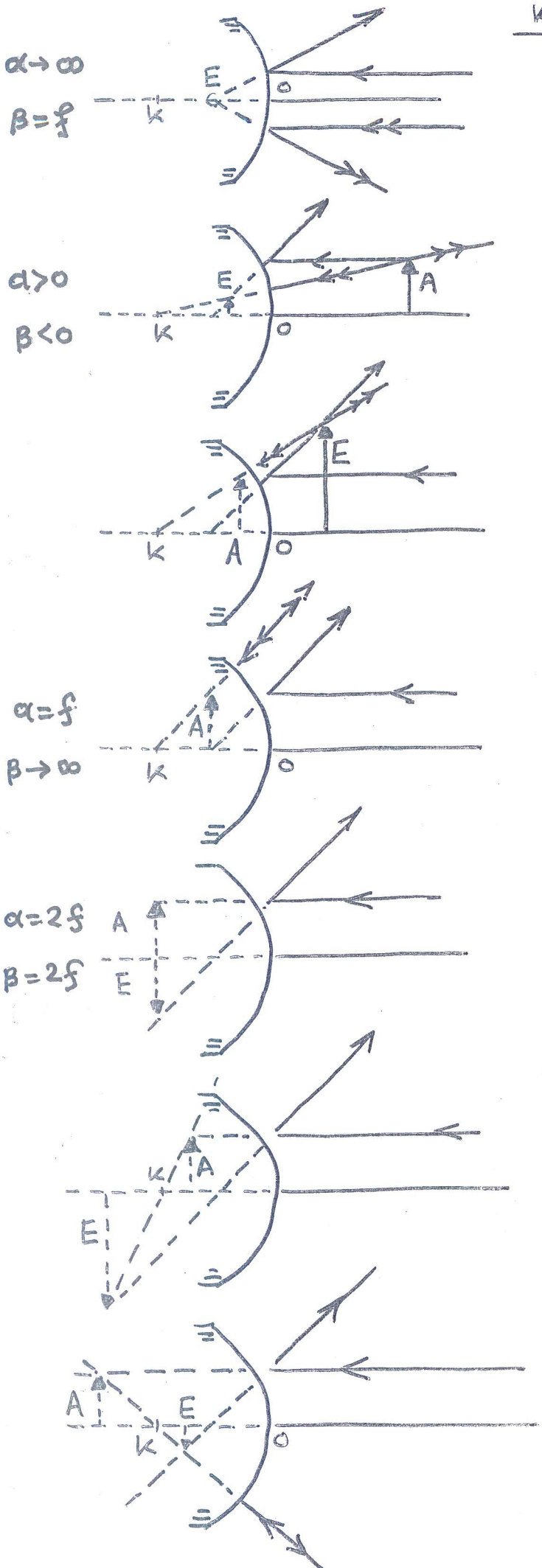


(I): ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΑΝΤΙΩ. $\alpha > 0$
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΕΙΔΩΛΟ $\beta > 0$

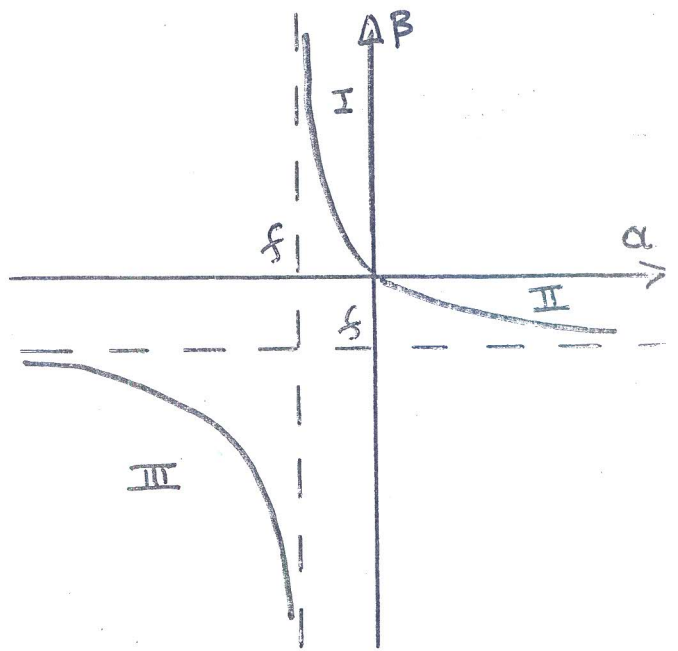
(II): ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΑΝΤΙΩ. $\alpha > 0$
ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ ΕΙΔΩΛΟ $\beta < 0$

(III): ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΩ. $\alpha < 0$
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΕΙΔΩΛΟ $\beta > 0$

ΚΥΡΤΟ ΚΑΤΟΠΤΡΟ

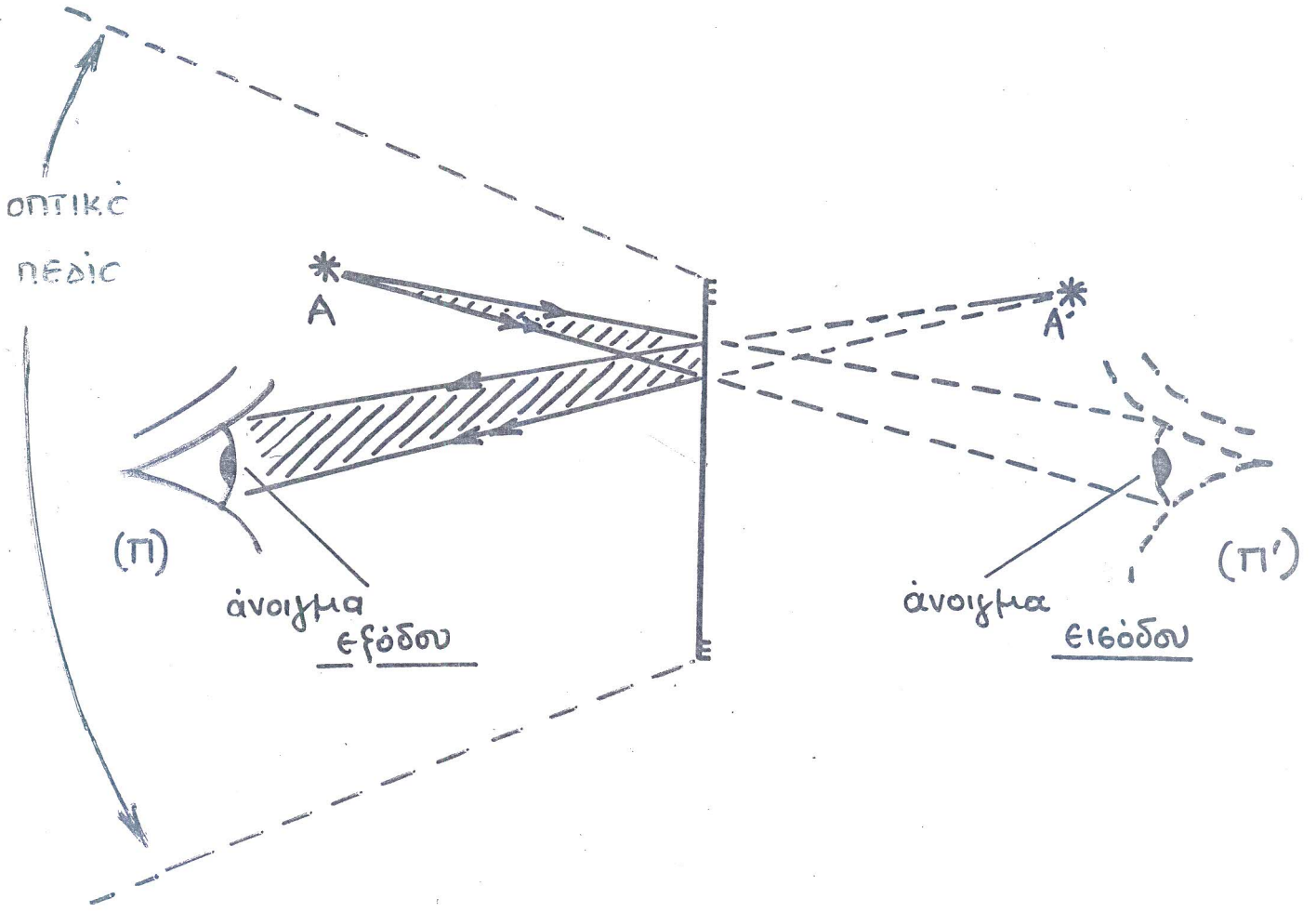


$$\frac{1}{a} + \frac{1}{B} = \frac{1}{f} \Rightarrow B = \frac{a \cdot f}{a - f}$$



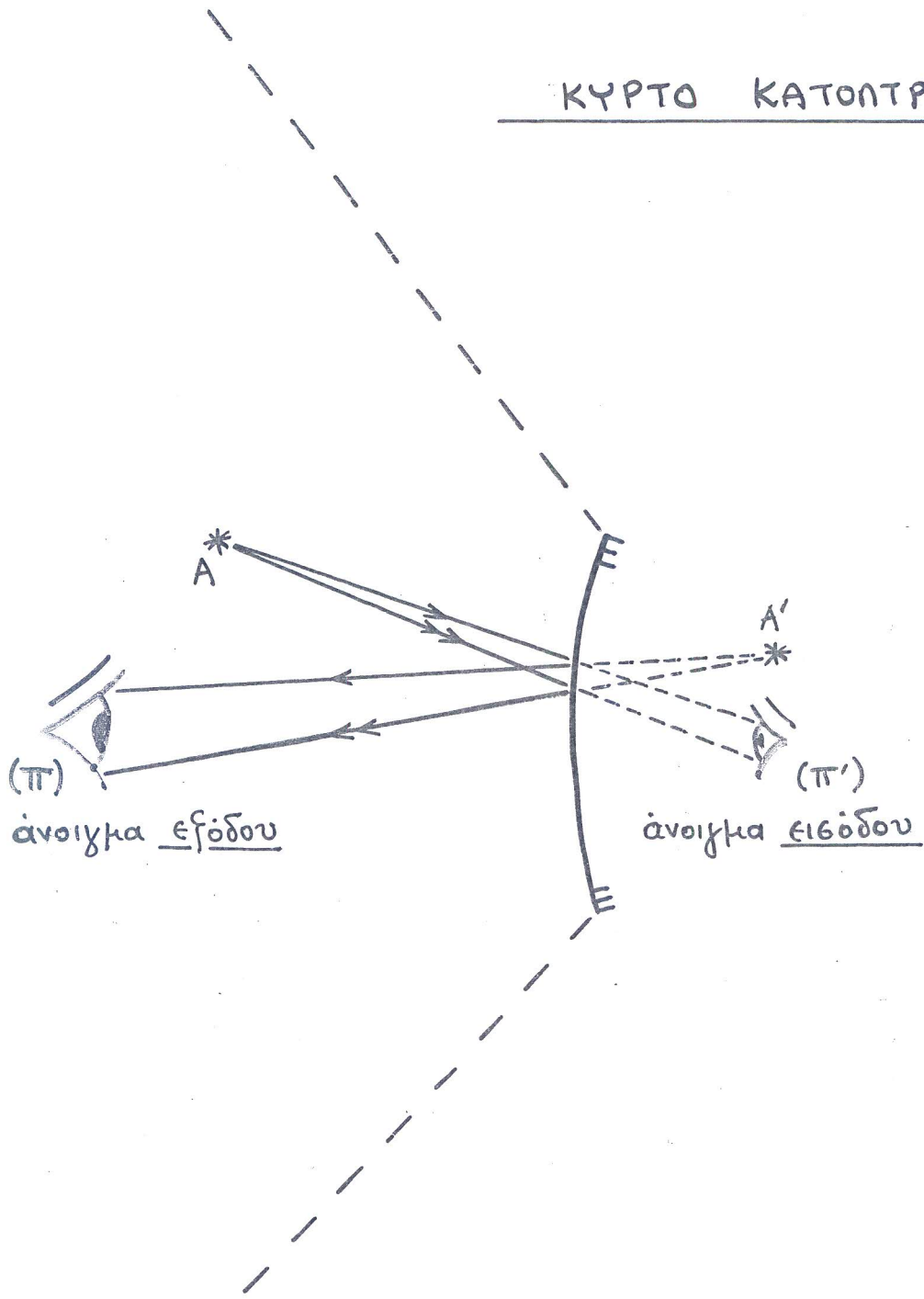
- (I): ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚ. $a < 0$
 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΕΙΔΩΛΟ. $B > 0$
- (II): ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚ. $a > 0$
 ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ ΕΙΔΩΛΟ $B < 0$
- (III): ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚ. $a < 0$
 ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ ΕΙΔΩΛΟ $B < 0$

ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΟΠΤΡΟ

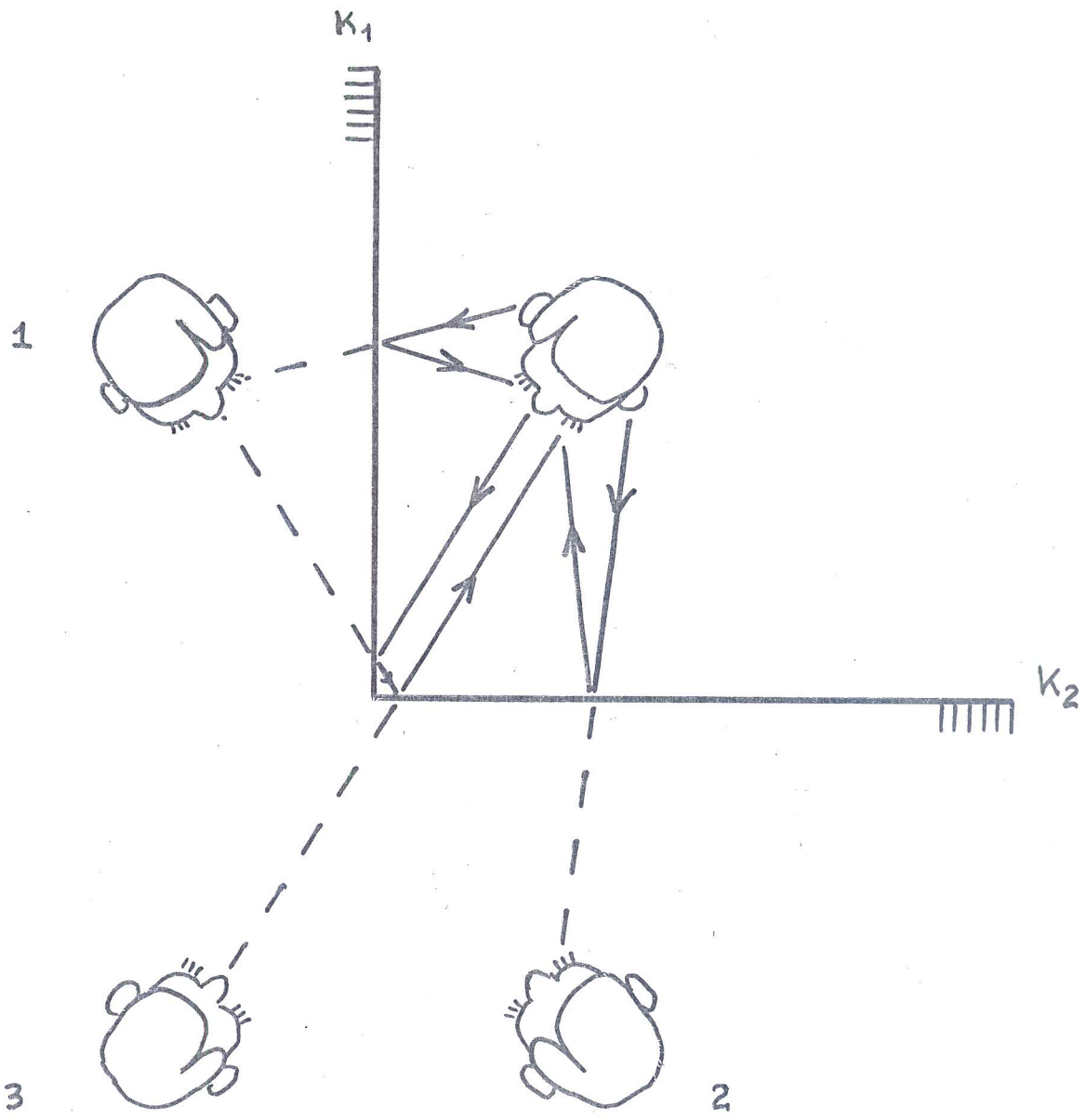


άνοιγμα εξόδου = άνοιγμα εισόδου

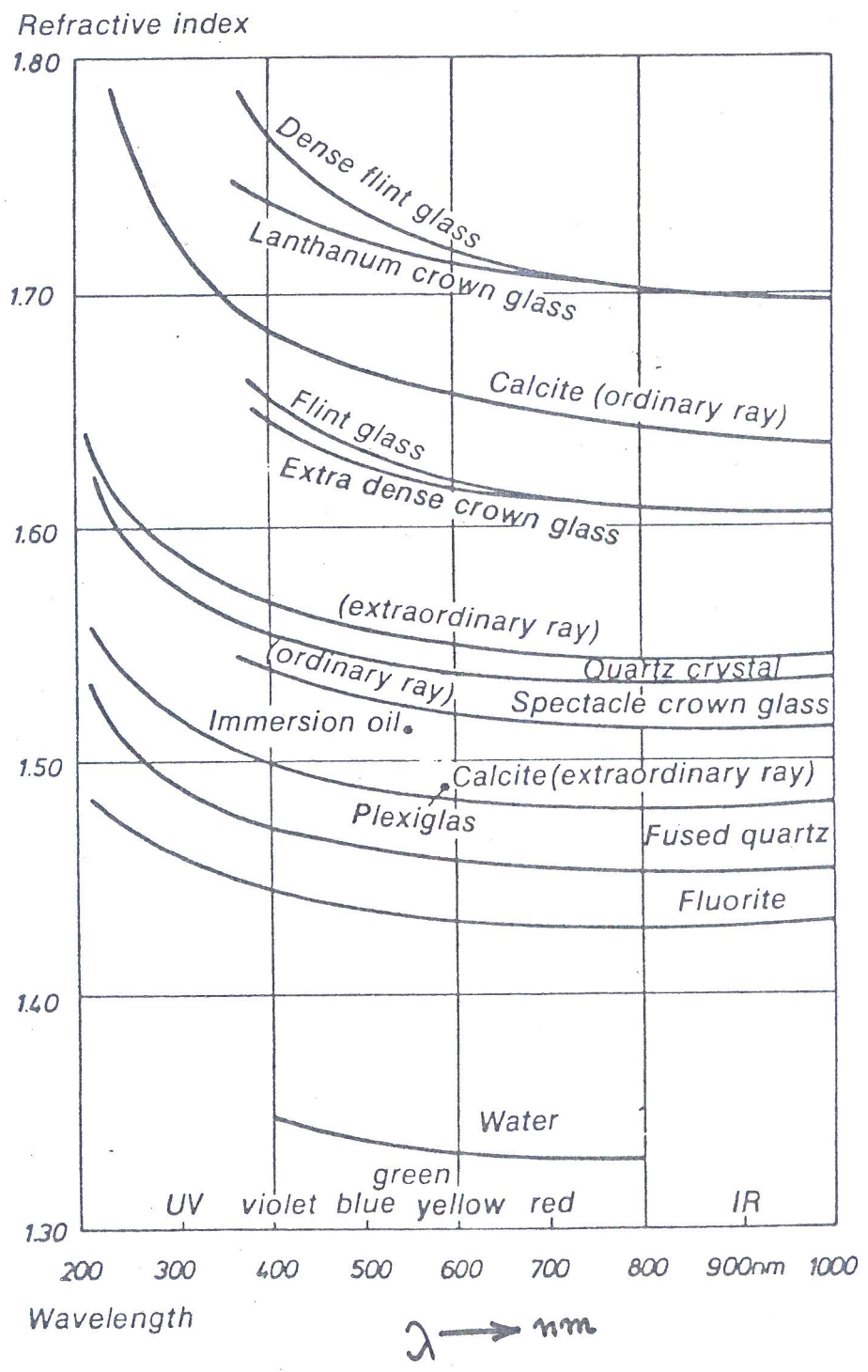
ΚΥΡΤΟ ΚΑΤΟΠΤΡΟ



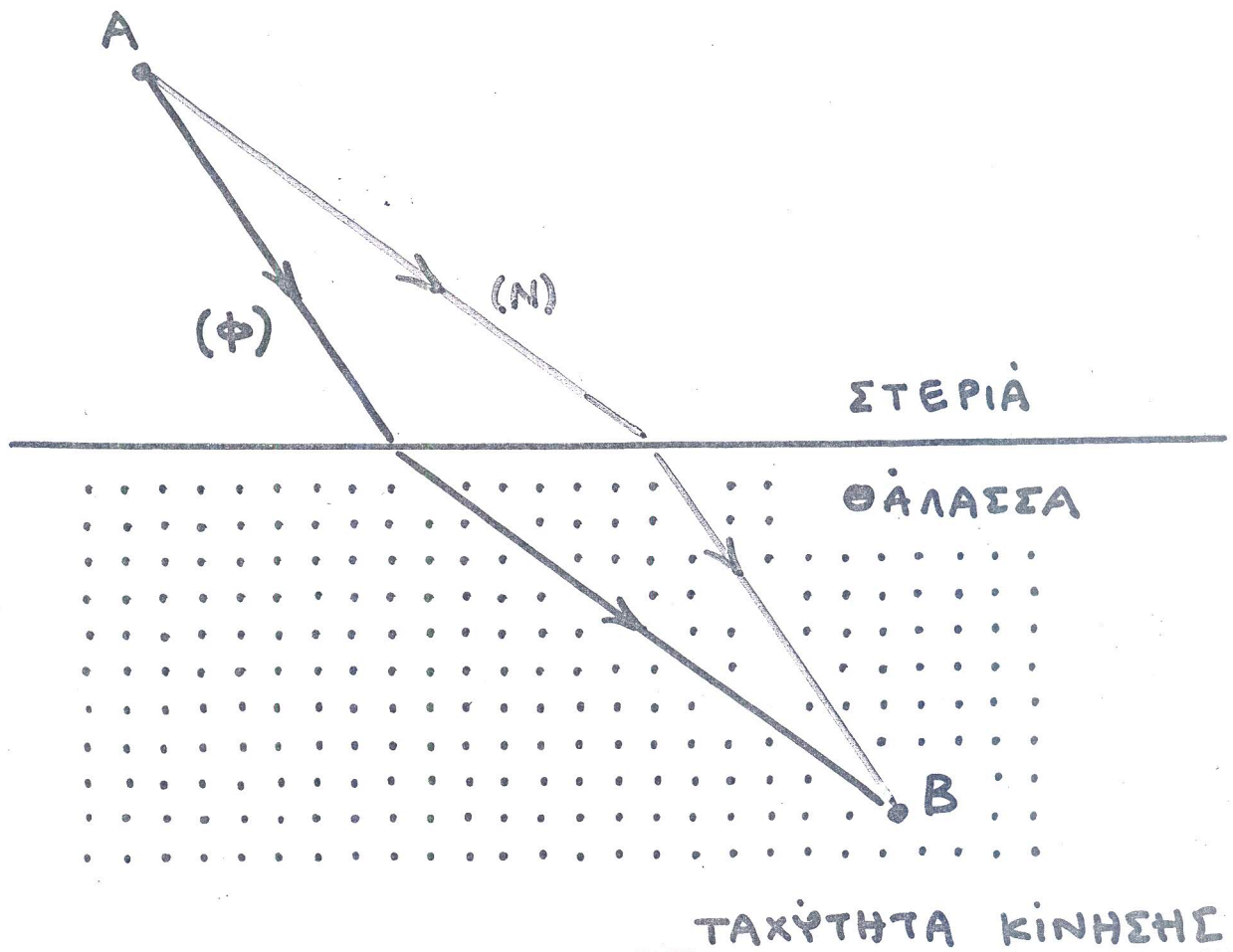
άνοιγμα εφόδου > άνοιγμα εισόδου



θ_{op}
 33.8°
 36.0°
 38.7°
 41.8°
 48.6°
 50.3°

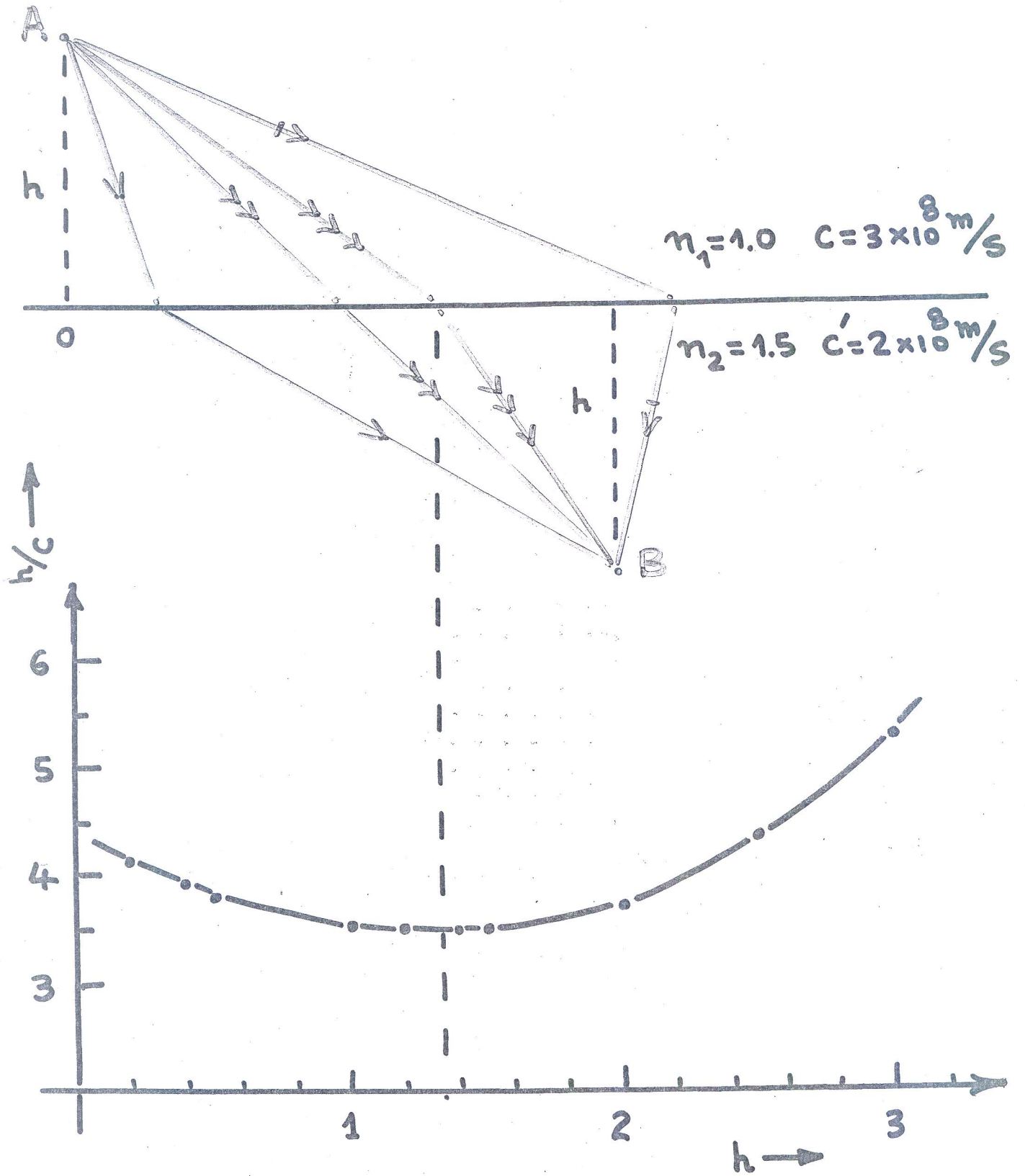


ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

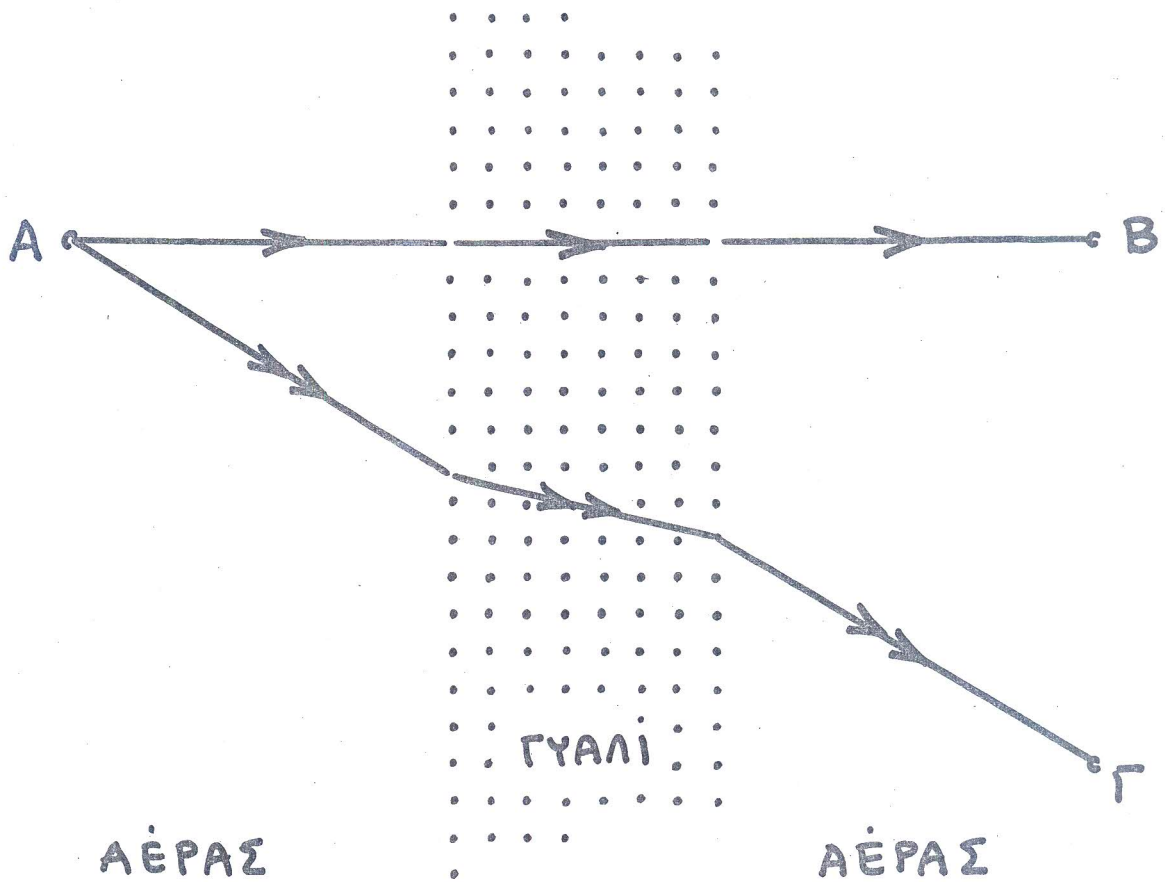


	<u>ΣΕ ΣΤΕΡΙΑ</u>	<u>ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ</u>
ΝΑΥΑΓΟΣΙΩΣΤΗΣ :	3 m/s	2 m/s
ΦΩΚΙΑ :	2 m/s	3 m/s

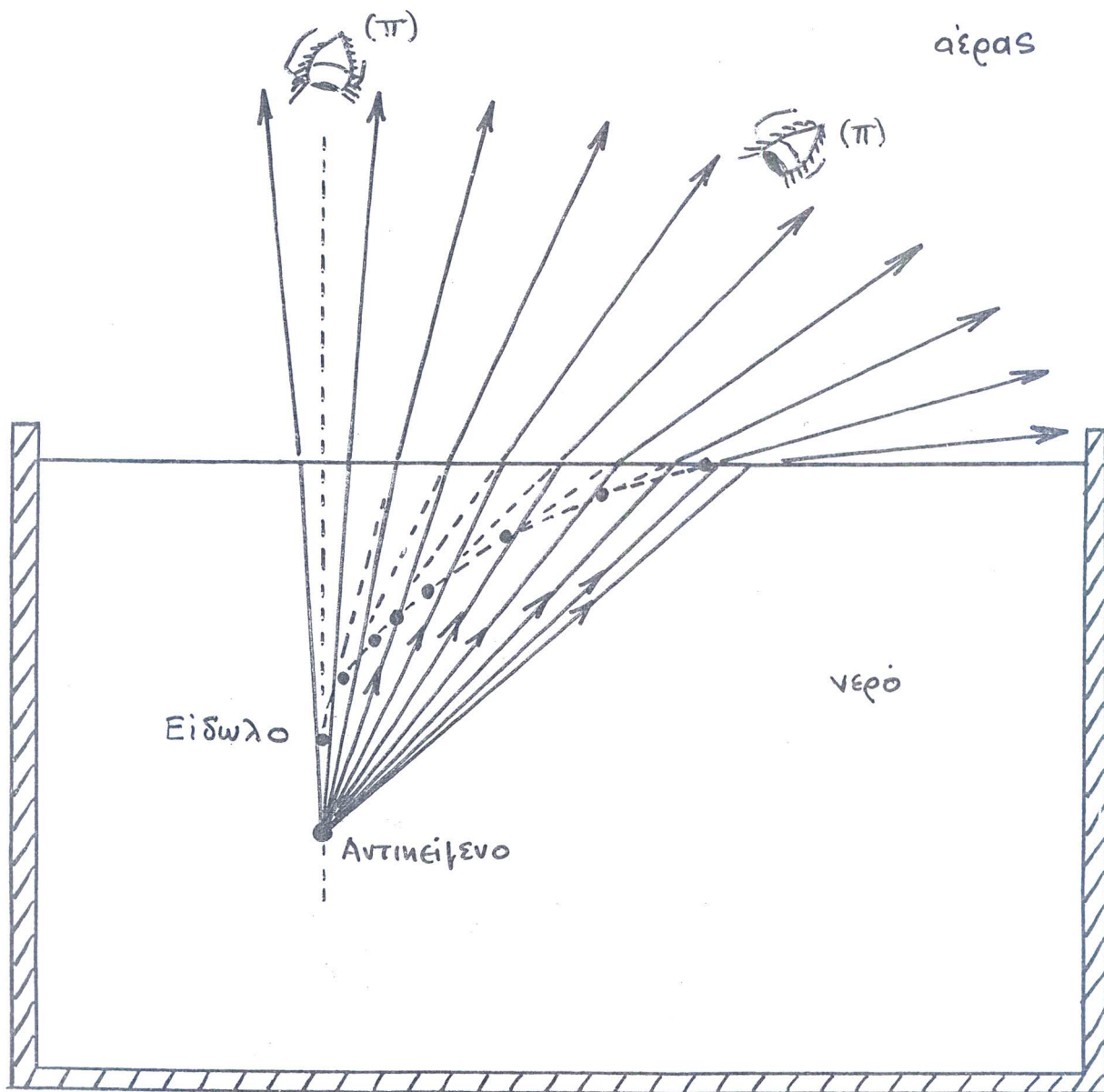
ΑΡΧΗ FERMAT → ΝΟΜΟΣ SNELL



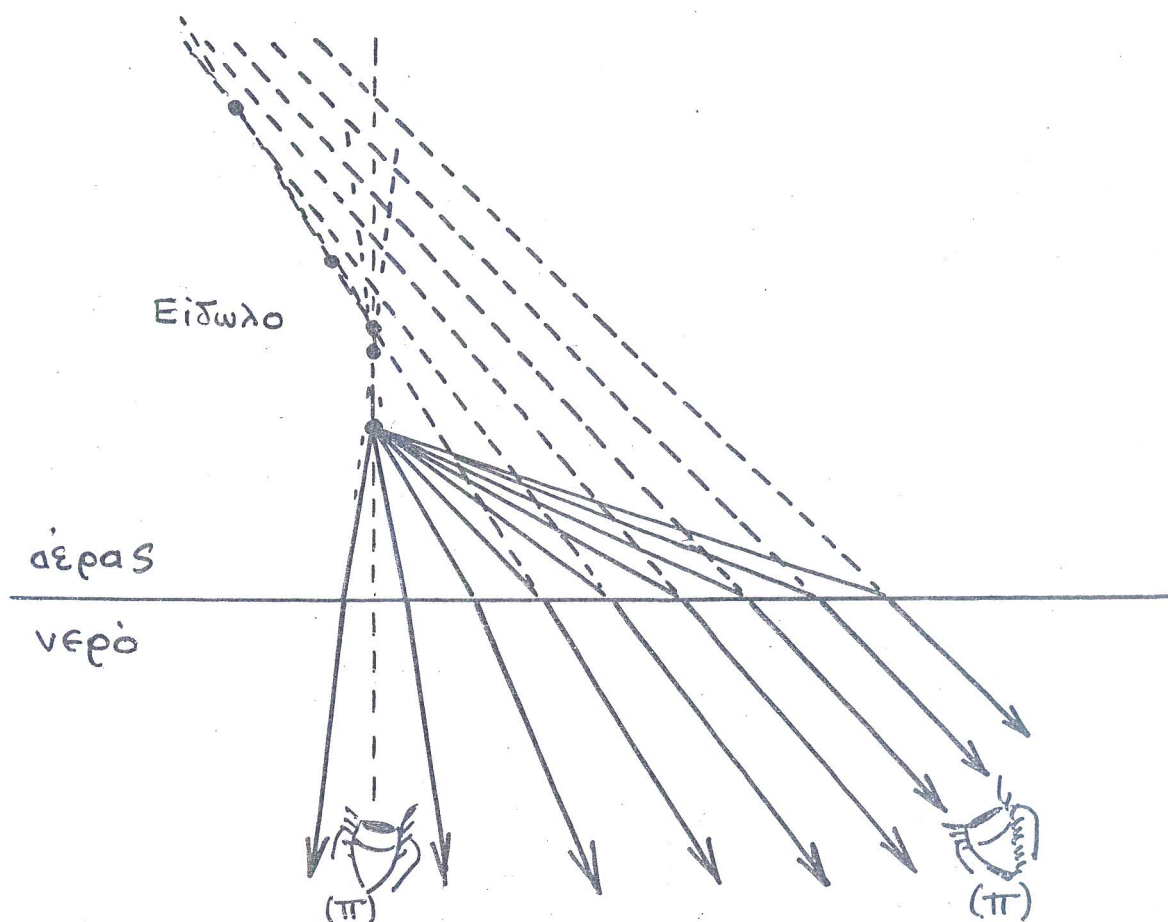
ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΓΥΑΛΙ



ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΑΝΨΟΞΗ



ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ.



ΣΦΑΙΡΙΚΟ ΔΙΟΠΤΡΟ

ΚΑΘΕ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΟΥ ΔΙΑΧΩΡΙΖΕΙ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΜΕ ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ n_1 ΚΑΙ n_2 ΕΚΤΡΕΠΕΙ ΤΙΣ ΦΟΤΕΙΝΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ ΠΟΥ ΤΗΝ ΔΙΑΠΕΡΝΟΥΝ.

Η ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (ΣΕ Dpt) ΔΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΣΧΕΣΗ :

$$D = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

ΤΟ ΕΑΝ Η ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΑΥΤΗ ΣΥΓΚΛΙΝΕΙ Ή ΑΠΟΚΛΙΝΕΙ ΤΗ ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑ ΔΕΣΜΗ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΔΥΟ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ :

1^{ος}: Η ΔΙΑΦΟΡΑ $n_2 - n_1$

ΕΑΝ $n_1 > n_2$ (απο οπτικά πυκνότερο σε αραιότερο) $\rightarrow n_2 - n_1 < 0$

ΕΑΝ $n_1 < n_2$ (απο οπτικά αραιότερο σε πυκνότερο) $\rightarrow n_2 - n_1 > 0$

2^{ος}: Η ΑΚΤΙΝΑ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ R

Κυρτή επιφάνεια : $R > 0$

Κοίλη επιφάνεια : $R < 0$

Κέντρο καμπυλότητας
ΔΕΞΙΑ ΤΗΣ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Κ, ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΤΗΣ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ :

$$n_1 = 2$$

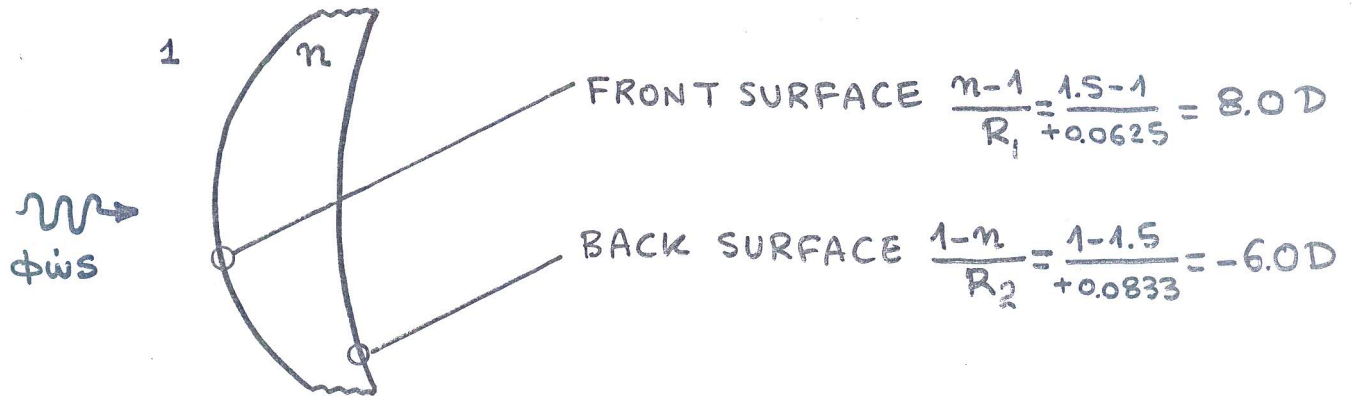
•
K

$$n_2 = 3$$

$$D = \frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{+}{-} = -$$

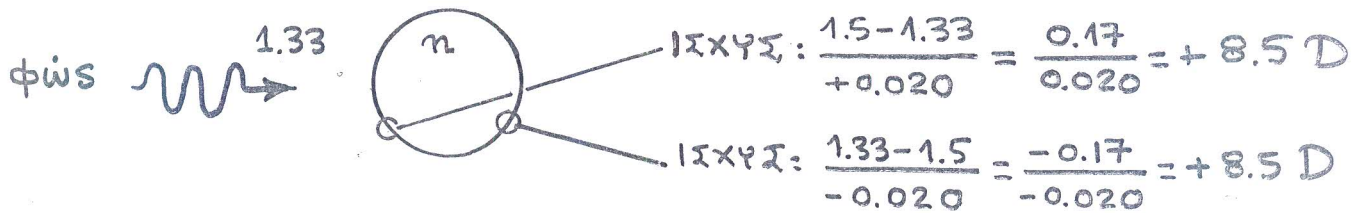
ΕΦΑΡΜΟΓΗ 1^η

ΘΕΤΙΚΟΣ ΜΗΝΙΣΚΟΣ ΔΙΑΘΕΤΕΙ ΑΚΤΙΝΕΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ $R_1 = 6.25 \text{ cm}$ (FRONT SURFACE) ΚΑΙ $R_2 = 8.33 \text{ cm}$ (BACK SURFACE). ΥΠΟΘΕΤΟΝΤΑΣ ΟΤΙ $n = 1.5$ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΙ Η ΔΙΟΠΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΟΤΑΝ Ο ΦΑΚΟΣ ΕΙΝΑΙ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ.



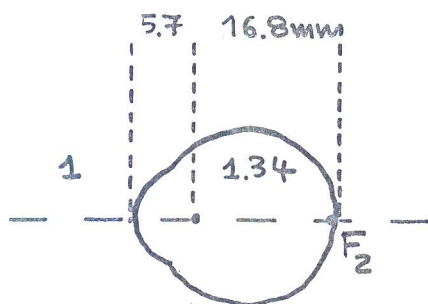
ΕΦΑΡΜΟΓΗ 2^η

ΓΥΑΛΙΝΗ ΣΥΜΠΛΑΓΗΣ ΣΦΑΙΡΑ ($n = 1.5$) ΜΕ ΑΚΤΙΝΑ 20mm ΤΟΠΟΘΕΤΕΙΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΕ ΝΕΡΟ ($n = 1.33$). ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΙ Η ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.



ΕΦΑΡΜΟΓΗ 3^η

ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΟΥ ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ ΜΕ ΜΙΑ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ ΣΤΟ ΚΑΤΩ ΣΧΗΜΑ. ΝΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΕΙ Η ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΕΣΜΗΣ ΑΚΤΙΝΩΝ.



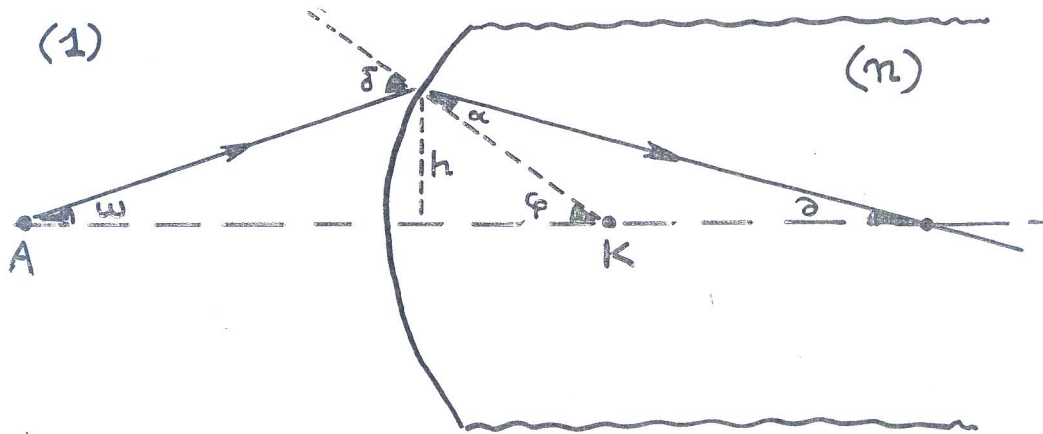
$$\text{ΙΣΧΥΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ} = \frac{1.34-1.0}{+0.0057} = +59.65 \text{ D}$$

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1.34}{\beta} = \frac{1.34-1}{0.0057} \quad \alpha = \infty \quad \beta = 22.46 \text{ mm}$$

ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΣΤΟ ΣΗΜΕΙΟ F_2 .

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΕ ΣΦΑΙΡΙΚΟ ΔΙΟΠΤΡΟ

ΠΑΡΑΞΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ.



Ισχύουν :

$$\left. \begin{aligned} \delta &= w + \varphi \\ \varphi &= \alpha + \vartheta \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= \frac{h}{R} \\ \vartheta &= \frac{h}{b} \\ w &= \frac{h}{a} \end{aligned} \right\}$$

αιόηη : $n \cdot \psi \alpha = 1 \cdot \psi \delta$ ή

$$n \cdot \alpha = \delta = \frac{h}{a} + \frac{h}{R} \rightsquigarrow$$

$$n \cdot \left(\frac{h}{R} - \frac{h}{b} \right) = \frac{h}{a} + \frac{h}{R} \rightsquigarrow$$

$$\frac{1}{a} + \frac{n}{b} = \frac{n-1}{R}$$

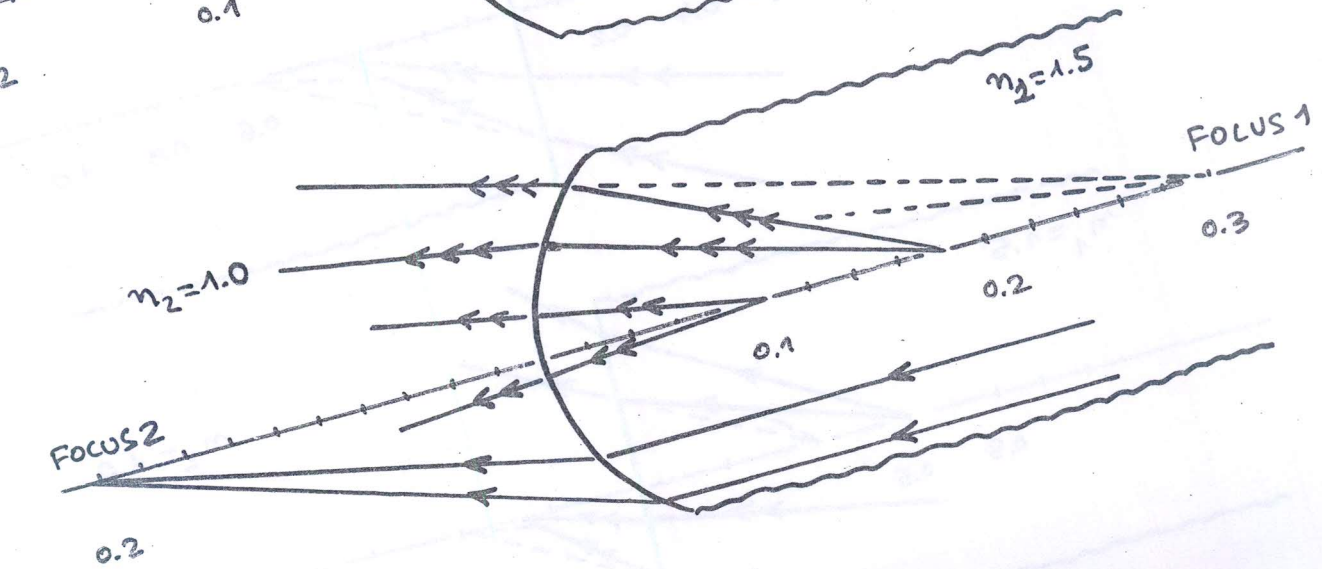
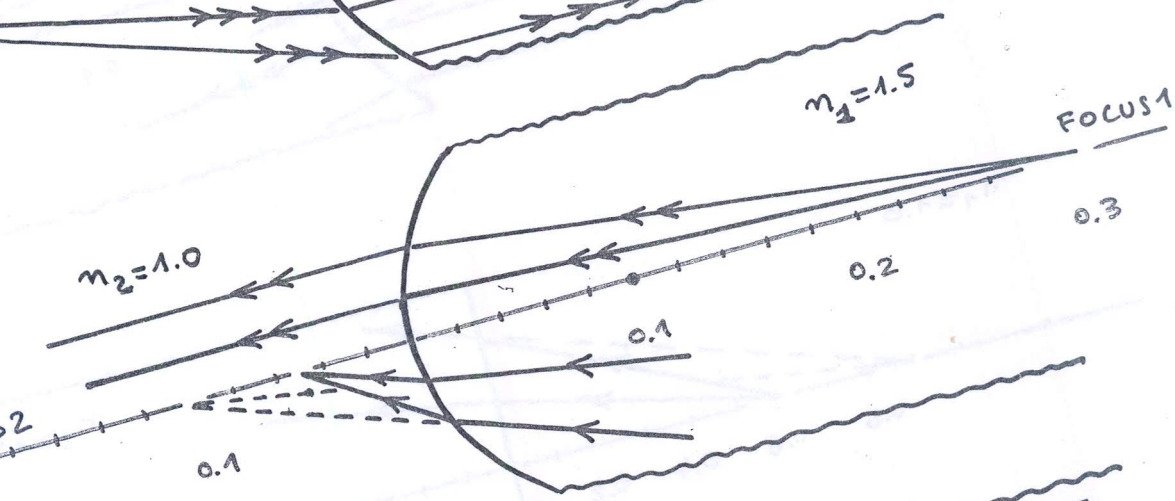
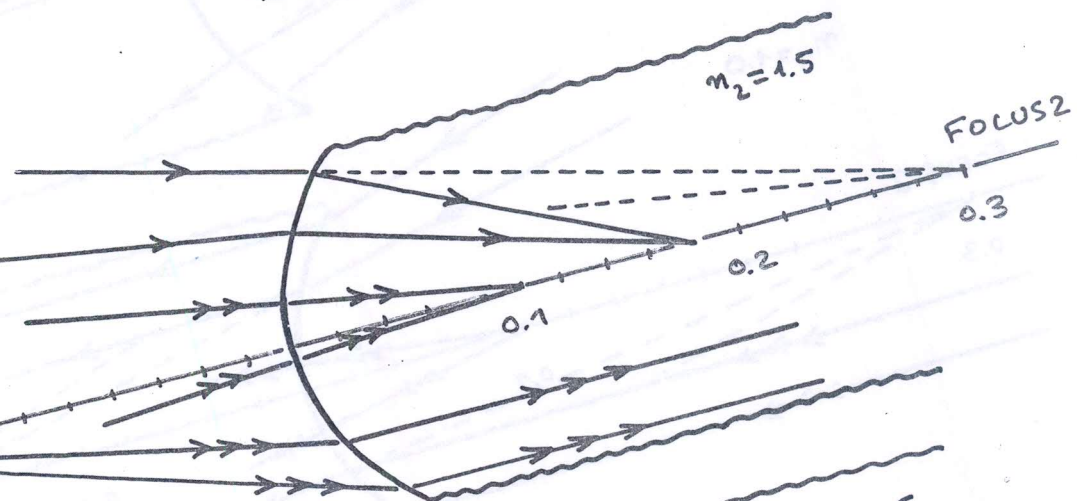
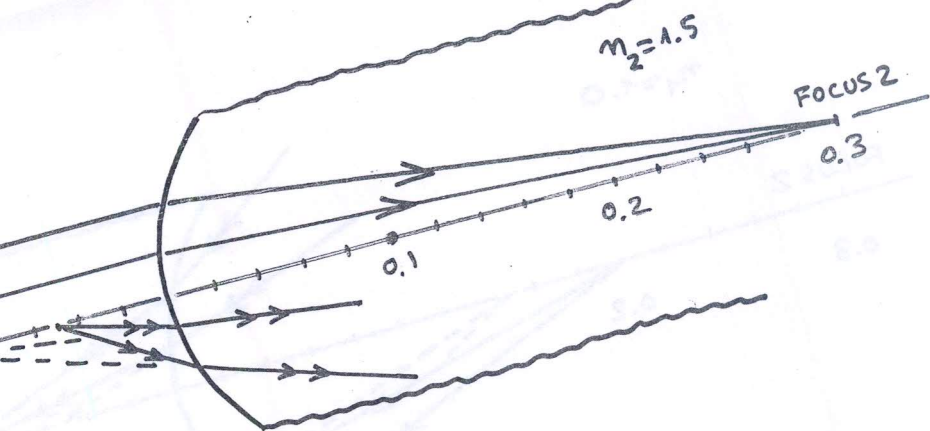
το (-) οφείλεται
στη καρτεσιανή
σύμβαση προσημίων

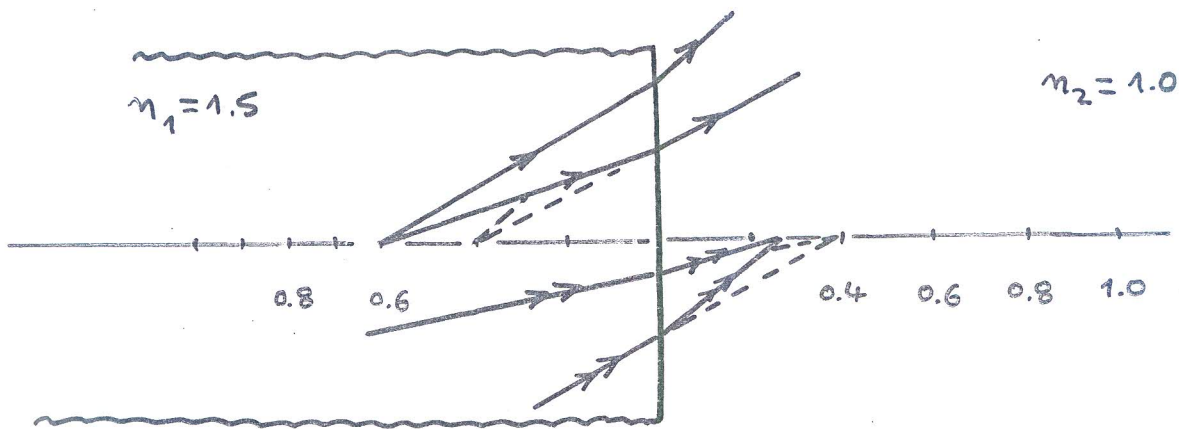
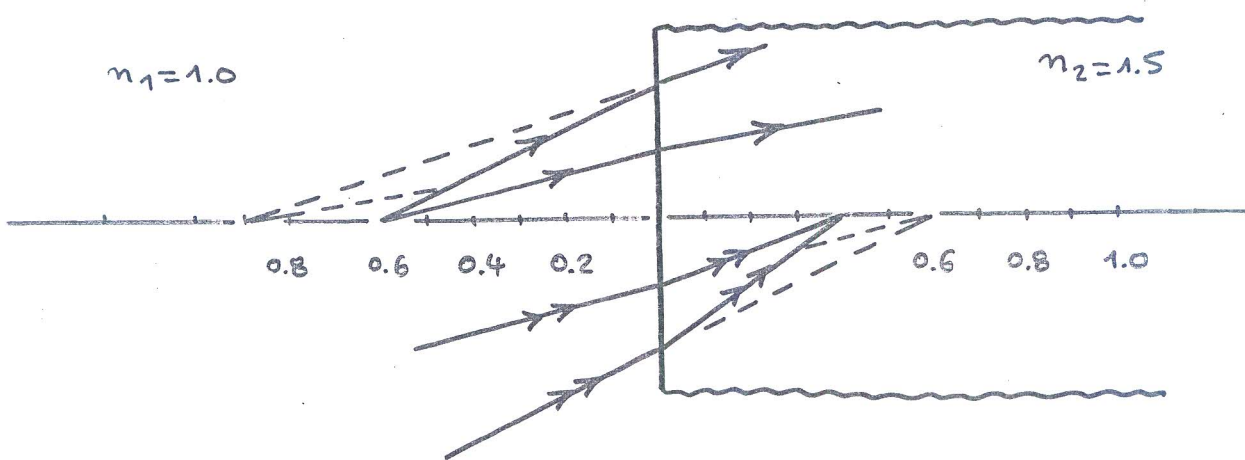
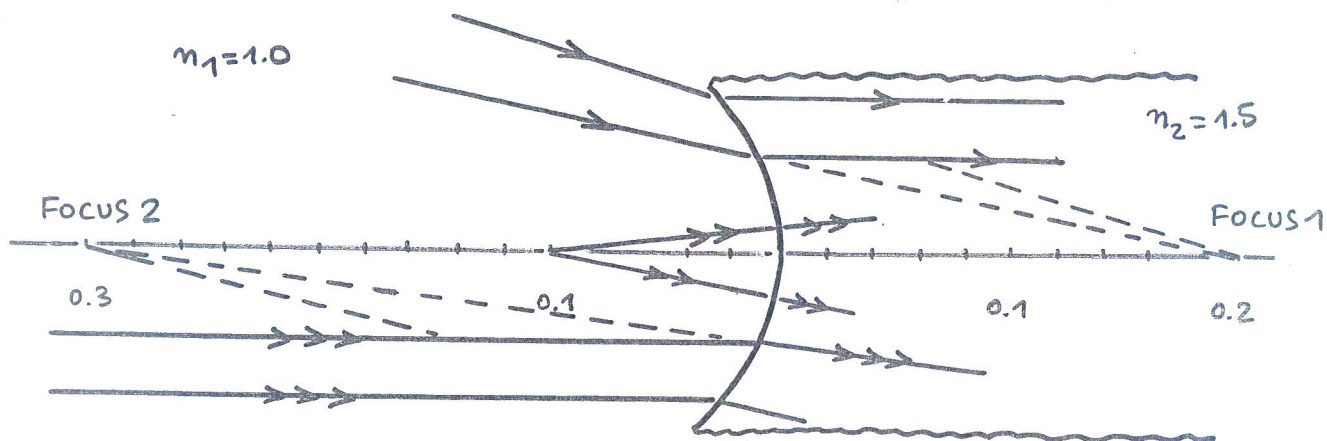
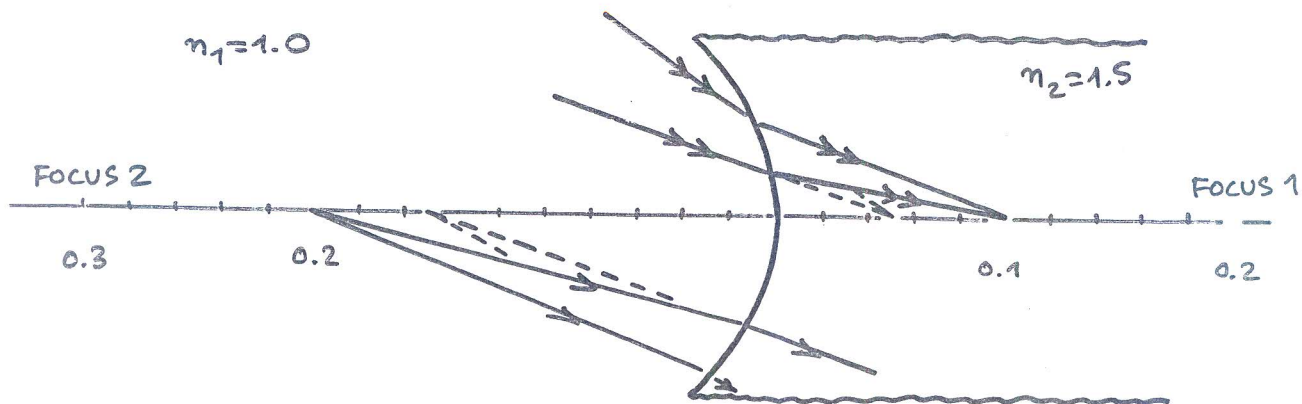
ΕΓΤΩ $n=1.5$ \rightsquigarrow εστία E' στο δεξιά μέσο \rightsquigarrow

$$a = \infty \rightsquigarrow \frac{1.5}{b} = \frac{0.5}{R} \rightsquigarrow \underline{\underline{b = 3R}}$$

εστία E στο αριστερά μέσο (αέρας) \rightsquigarrow

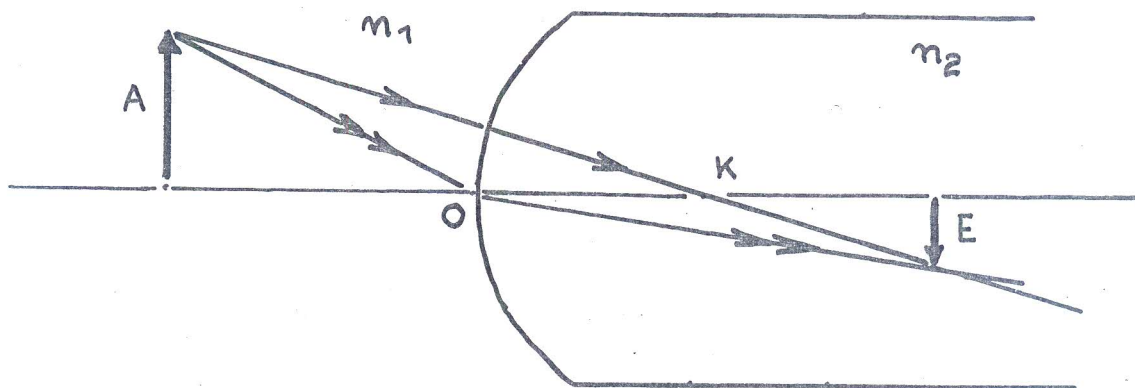
$$b = \infty \rightsquigarrow \frac{1}{a} = \frac{0.5}{R} \rightsquigarrow \underline{\underline{a = 2R}}$$





ΣΧΕΙΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΕ ΣΦΑΙΡΙΚΟ ΔΙΟΠΤΡΟ

$$\frac{n_1}{\alpha} + \frac{n_2}{\beta} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$



Κύριες εστίες Διόπτρου Focus 2 = $f_2 = R \cdot \frac{n_2}{n_2 - n_1} = \frac{n_2}{D}$

Focus 1 = $f_1 = R \cdot \frac{n_1}{n_2 - n_1} = \frac{n_1}{D}$

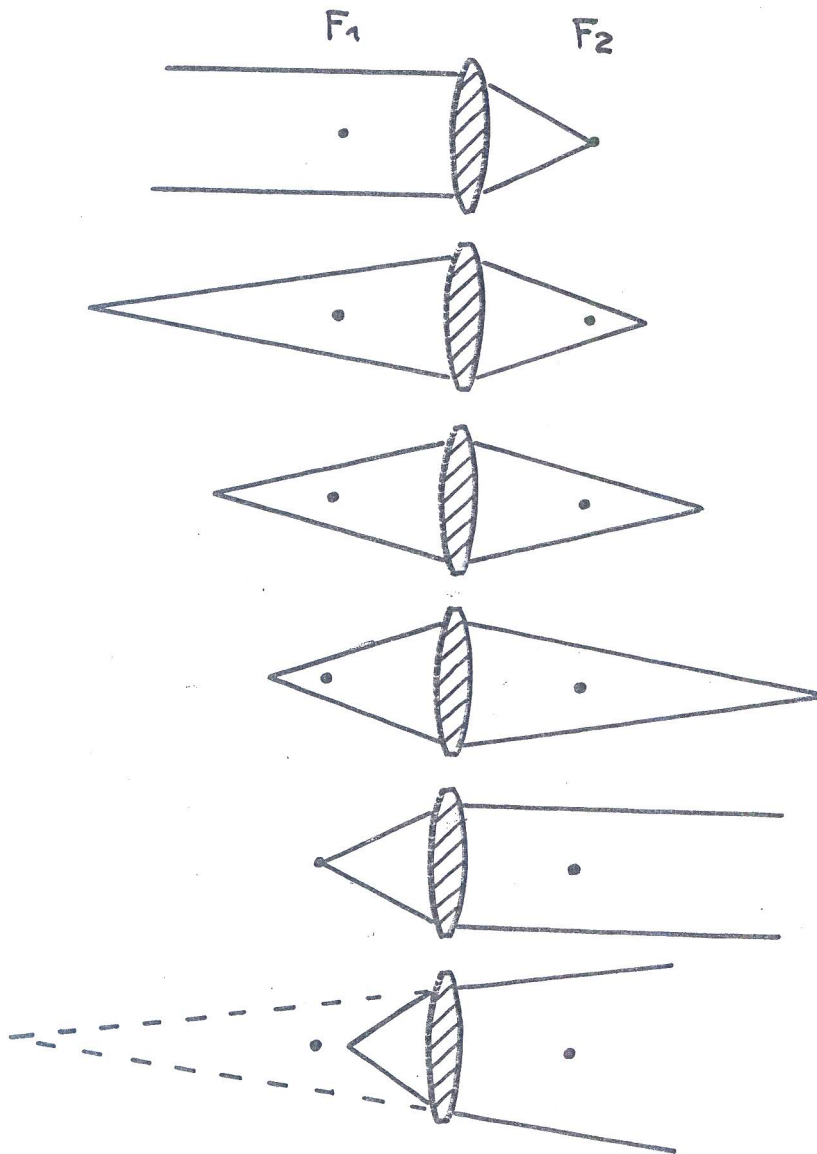
Οι εστίες ΔΕΝ ισαπέχουν της κορυφής O του διοπτρου

αλλά ισχύει :

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Επιμέγεια μεγέθυνση σφαιρικού διοπτρου :

$$m = \frac{E}{A} = \frac{-n_1 \cdot \beta}{n_2 \cdot \alpha}$$



1^{ος} τρόπος

$$\frac{1}{2f/3} - \frac{1}{2f} = \frac{1}{f}$$

Αντικ. : ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ

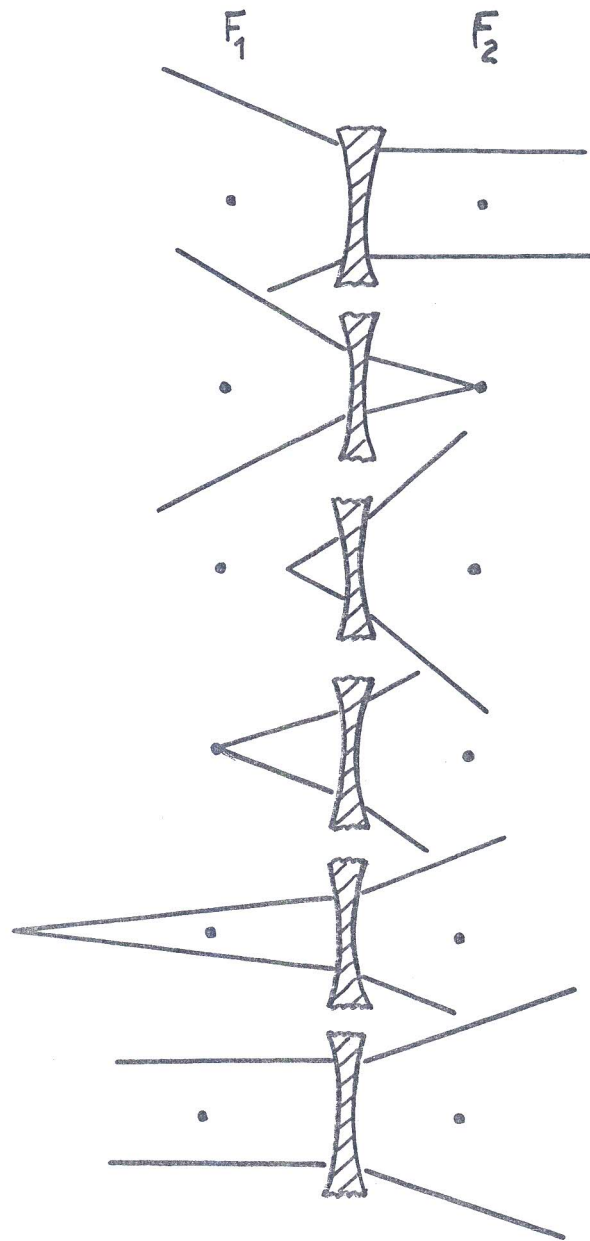
Είδωλο : ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ

2^{ος} τρόπος

$$-\frac{1}{2f} + \frac{1}{2f/3} = \frac{1}{f}$$

Αντικ. : ΦΑΝΤΑΣΤΙΚΟ

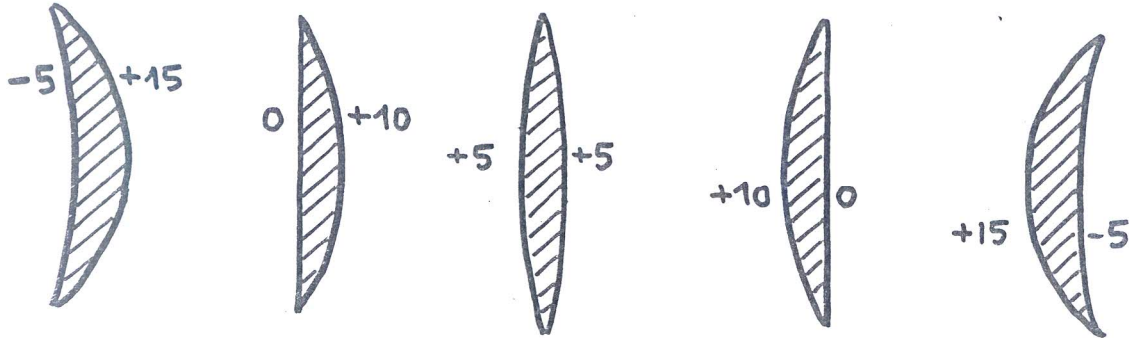
Είδωλο : ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ



ΚΑΤΑΝΟΜΗ

ΙΣΧΥΟΣ

ΣΤΙΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ ΦΑΚΟΥ



ΛΕΠΤΟΣ ΦΑΚΟΣ ΙΣΧΥΟΣ: +10 D

q : ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

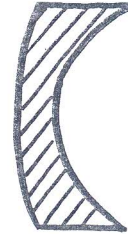
$$q = \frac{r_2 + r_1}{r_2 - r_1}$$

$$r_1 = -10$$

$$r_2 = -10/3$$



$$q = -2$$



$$r_1 = +10$$

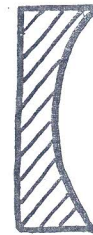
$$r_2 = +10/3$$

$$r_1 = \infty$$

$$r_2 = -5$$



$$q = -1$$



$$r_1 = \infty$$

$$r_2 = +5$$

$$r_1 = +10$$

$$r_2 = -10$$



$$q = 0$$



$$r_1 = -10$$

$$r_2 = +10$$

$$r_1 = +5$$

$$r_2 = \infty$$



$$q = +1$$



$$r_1 = -5$$

$$r_2 = \infty$$

$$r_1 = +10/3$$

$$r_2 = +10$$



$$q = +2$$



$$r_1 = -10/3$$

$$r_2 = -10$$

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΧΗΜΑΤΟΣ : $q = \frac{r_2 + r_1}{r_2 - r_1}$



$$q = -2$$



$$q = -1$$



$$q = 0$$



$$q = +1$$



$$q = +2$$

$$\Delta f = f' - f = -\frac{D^2}{8} \cdot f^2 \cdot \frac{n-1}{n^2} \left\{ \frac{1}{r_1^3} - \left(\frac{1}{r_2} - \frac{n+1}{f} \right) \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{f} \right)^2 \right\}$$

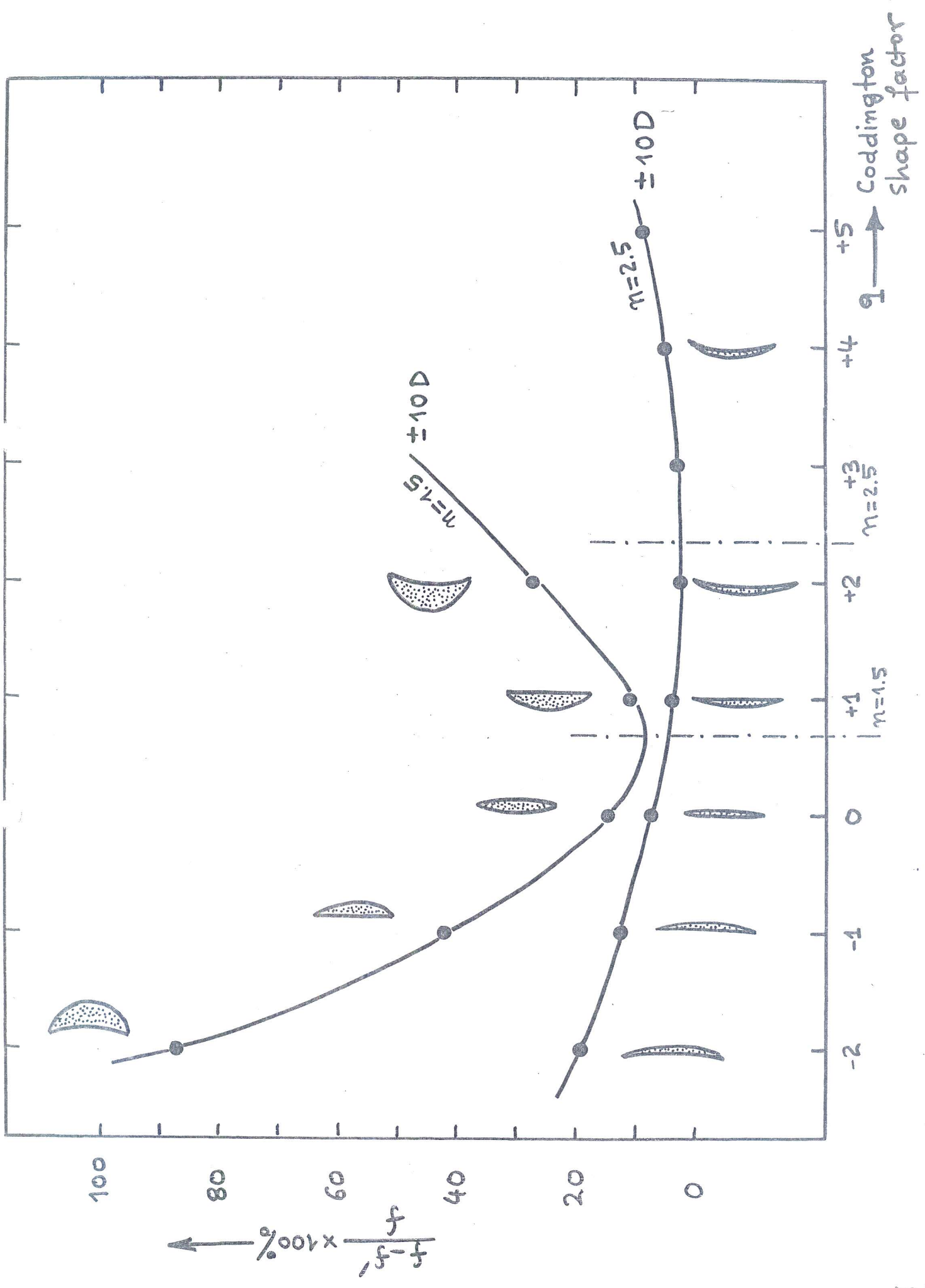
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ

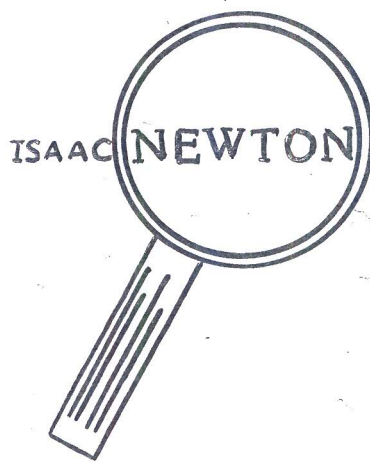
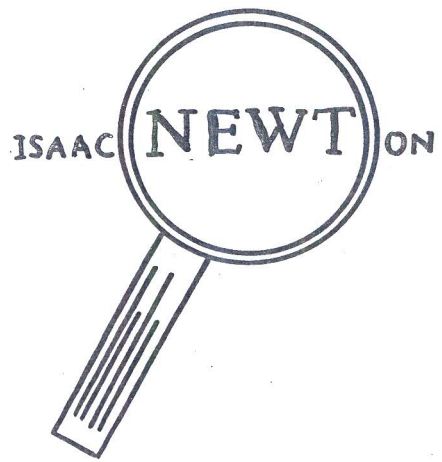
$$q_{\min} = \frac{2 \cdot (n^2 - 1)}{n + 2}$$

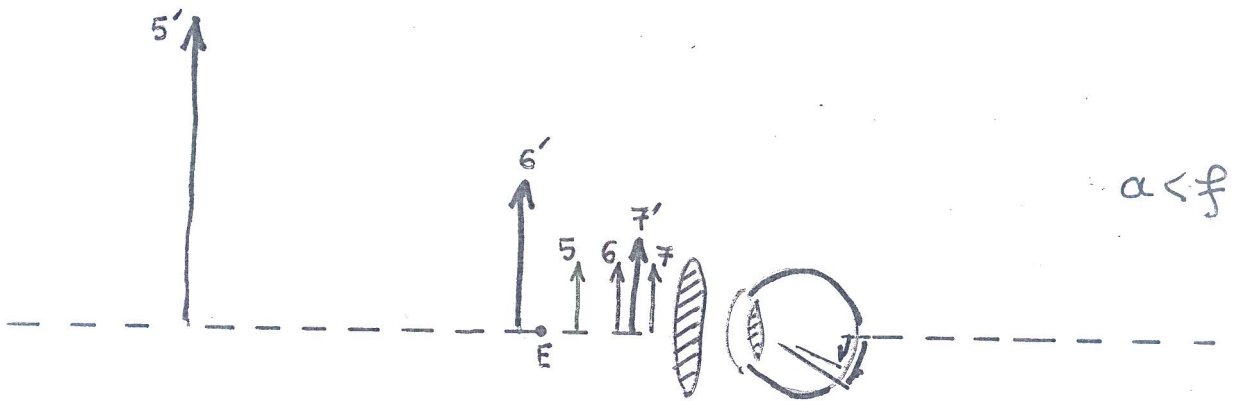
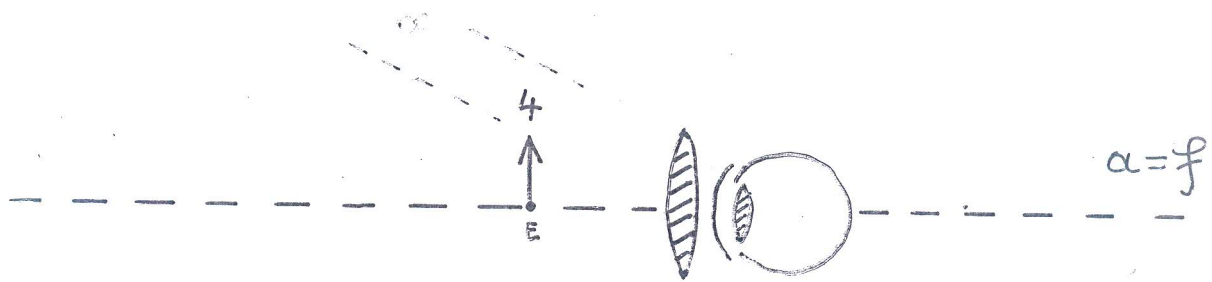
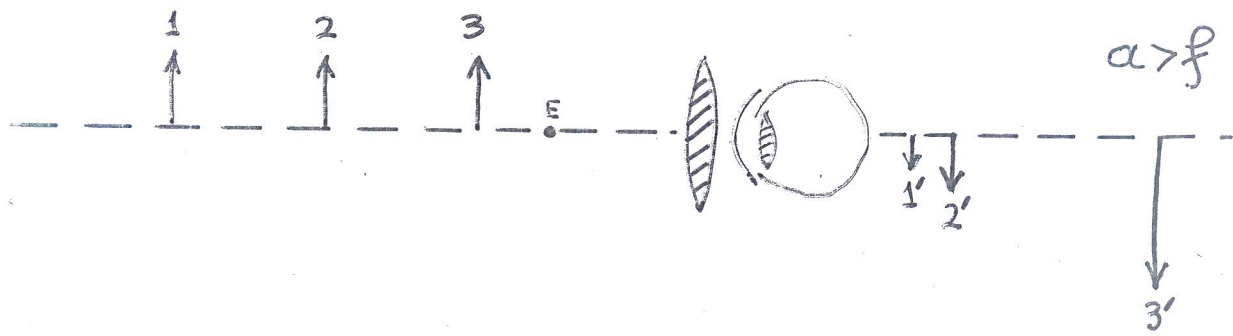
π.χ. $n = 1.5 \rightarrow q_{\min} = 0.71$

$n = 2.0 \rightarrow q_{\min} = 1.50$

$n = 2.5 \rightarrow q_{\min} = 2.33$



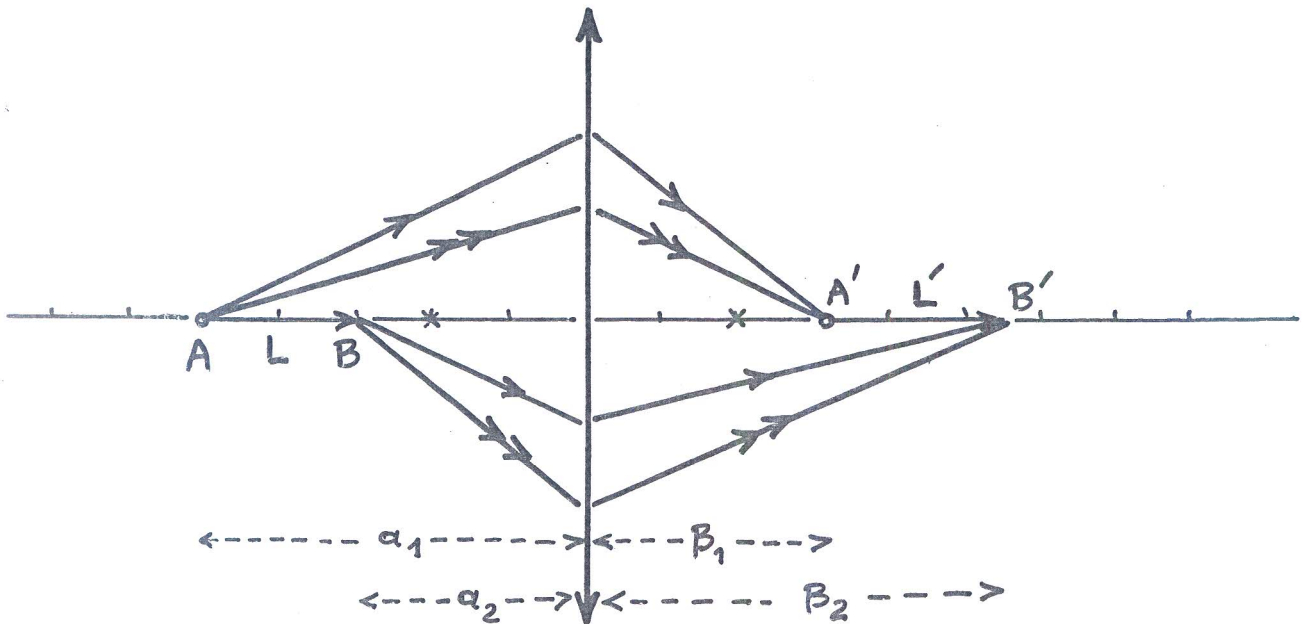




ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ

Ο μεγεθυντικός φακός αυξάνει τη γωνία οράσεως.

ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΓΡΑΜΜΙΩΝ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ



$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{\beta_1} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{\beta_2} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{\beta_1} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{\beta_2} \leadsto \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2} = \frac{1}{\beta_2} - \frac{1}{\beta_1} \leadsto \frac{a_2 - a_1}{a_1 \cdot a_2} = \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_2 \cdot \beta_1}$$

$$\leadsto \frac{\beta_2 - \beta_1}{a_1 - a_2} = \frac{\beta_1 \cdot \beta_2}{a_1 \cdot a_2} \quad \hat{=} \quad \frac{L'}{L} = \frac{\beta_1}{a_1} \cdot \frac{\beta_2}{a_2}$$

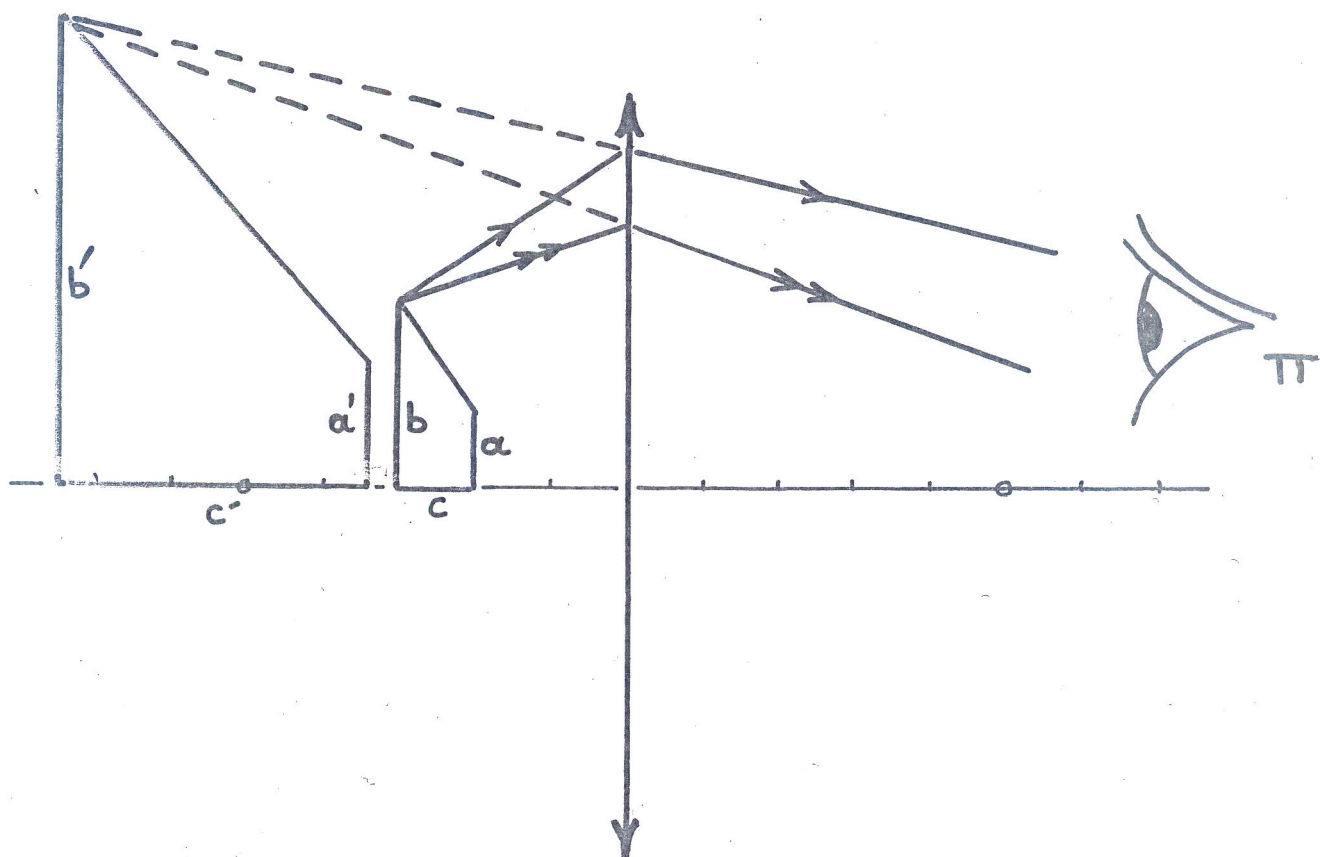
τέλινά :

$$M_{\text{διακ.}} = M_1 \cdot M_2$$

όπου M_1, M_2 : εγυάρσεις γρακ. μεγεθύνσεις.

Εάν βέβαια $M_1 \approx M_2 = M_{\text{εγυαρ.}}$ τότε ισχύει :

$$M_{\text{διακ.}} = (M_{\text{εγυαρ.}})^2$$



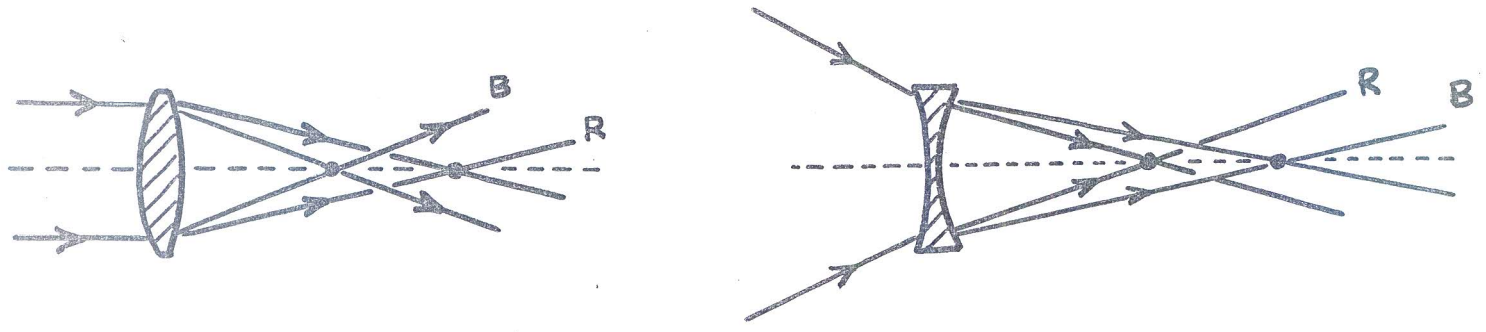
Ευκάρεια μεγέθυνση: $M_1 = \frac{a'}{a} = \frac{17}{10} = 1.7$

Ευκάρεια μεγέθυνση: $M_2 = \frac{b'}{b} = \frac{63}{25} = 2.5$

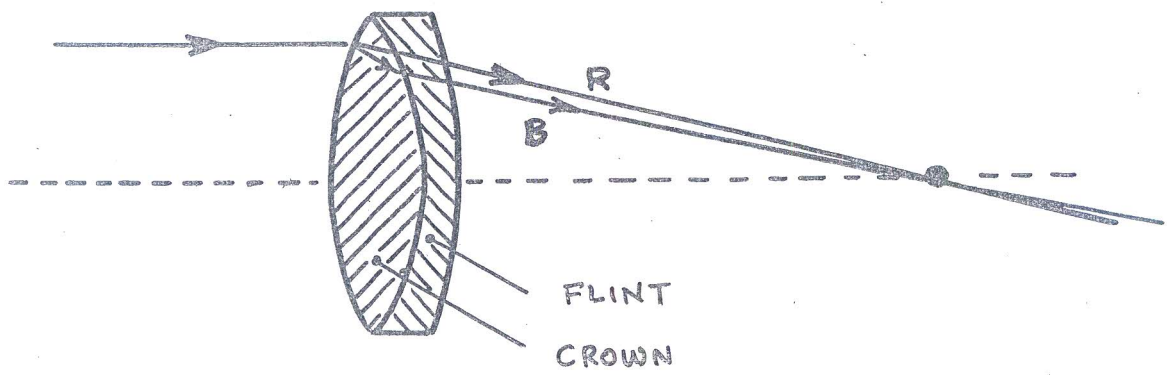
Διαμήκης μεγέθυνση: $M_\delta = \frac{c'}{c} = \frac{42}{10} = 4.2$

Επίσης ισχύει: $M_1 \cdot M_2 = 1.7 \cdot 2.5 = 4.25 \approx M_\delta$

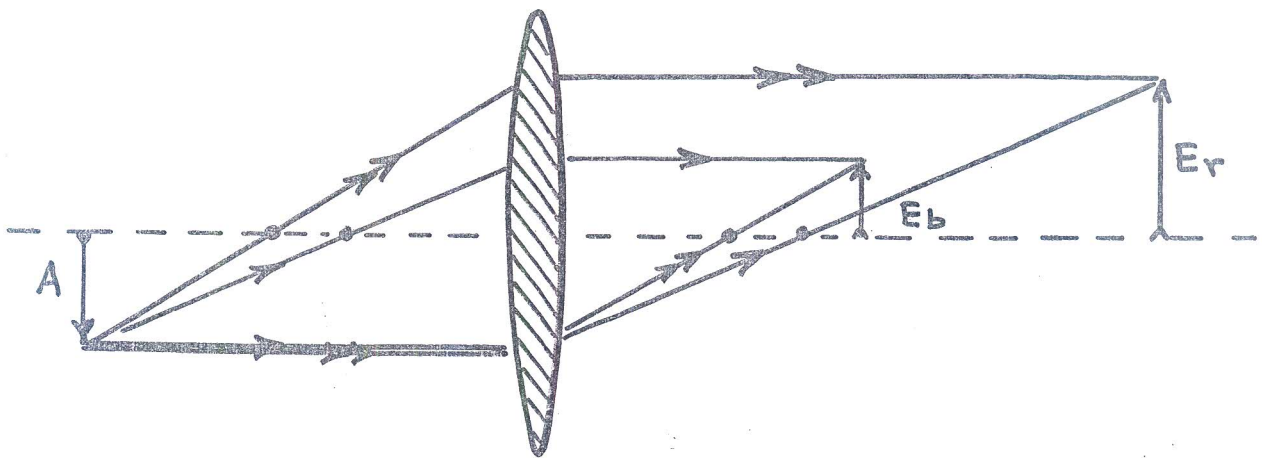
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ



ΑΧΡΩΜΑΤΙΚΟ ΖΕΥΓΟΣ ΛΕΠΤΩΝ ΦΑΚΩΝ

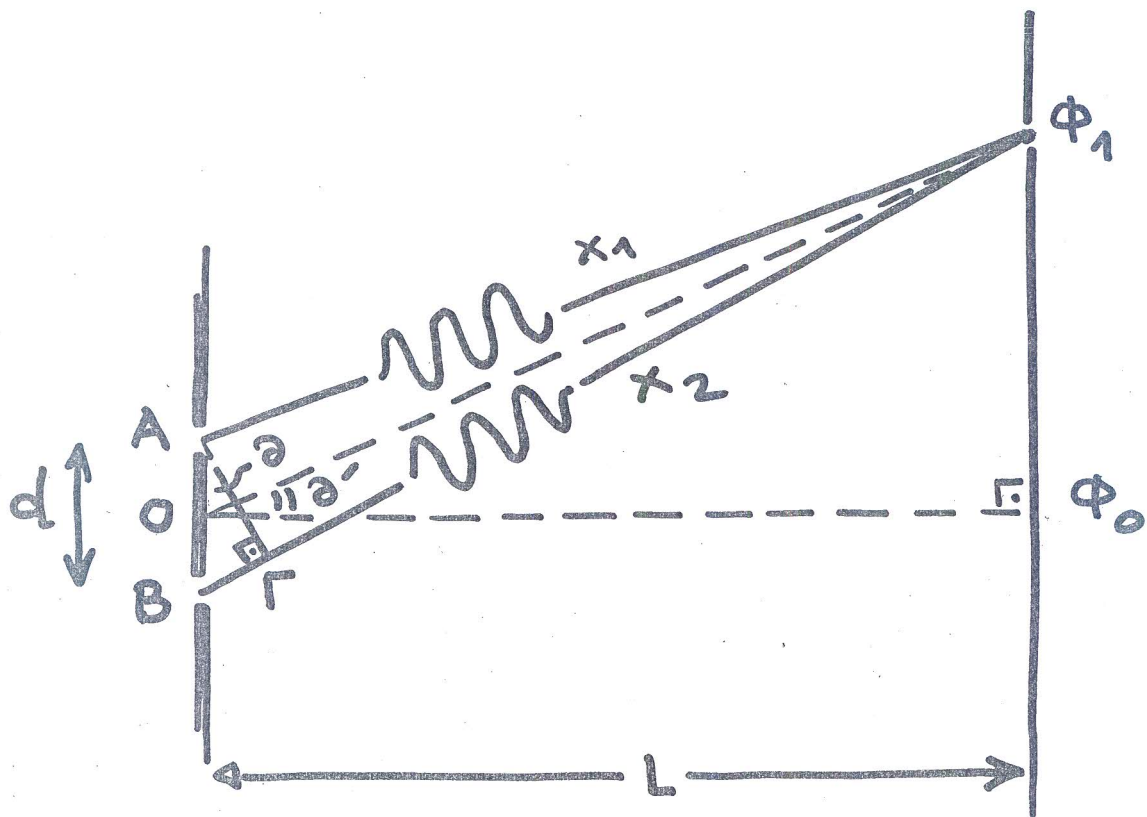


ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ



$$E_{red} > E_{blue}$$

ΠΕΙΡΑΜΑ YOUNG (1801)



$$\Delta AB\Gamma \rightarrow \sin\theta = \frac{B\Gamma}{d} = \frac{x_2 - x_1}{d}$$

$$\Delta O\Phi_0\Phi_1 \rightarrow \tan\theta' = \frac{\Phi_0\Phi_1}{L}$$

$$\text{διότι } \theta' \approx \theta \rightarrow \sin\theta = \tan\theta'$$

$$\left. \begin{array}{l} \sin\theta = \frac{x_2 - x_1}{d} \\ \tan\theta' = \frac{\Phi_0\Phi_1}{L} \end{array} \right\} \frac{\Phi_0\Phi_1}{L} = \frac{x_2 - x_1}{d}$$

όπως $x_2 - x_1 = \lambda$ και έτσι:

$$\boxed{\Phi_0\Phi_1 = L \cdot \frac{\lambda}{d}}$$

οπου: $\Phi_0\Phi_1$: απόσταση διαδοχικών κροσσών

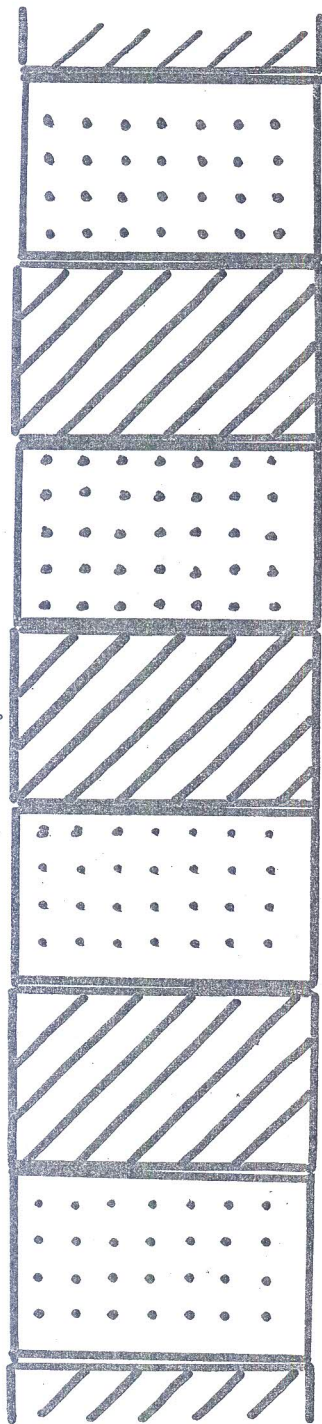
λ : μήκος κύματος φωτός

L : απόσταση πητάσματος

d : απόσταση σχισμών

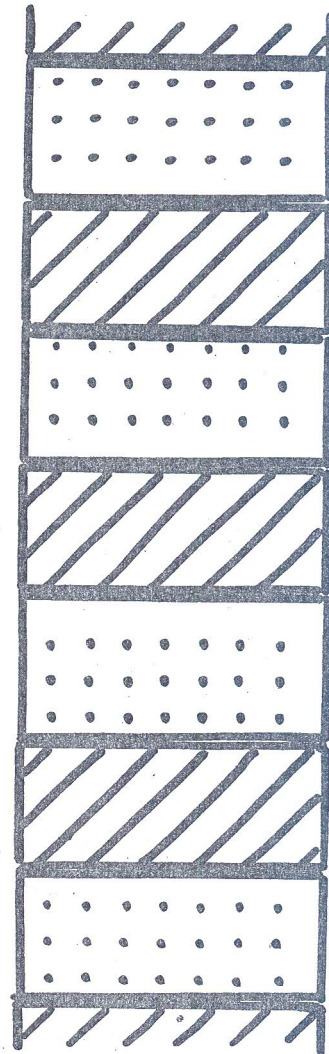
ΠΕΙΡΑΜΑ YOUNG

ΕΙΚΟΝΕΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ



RED

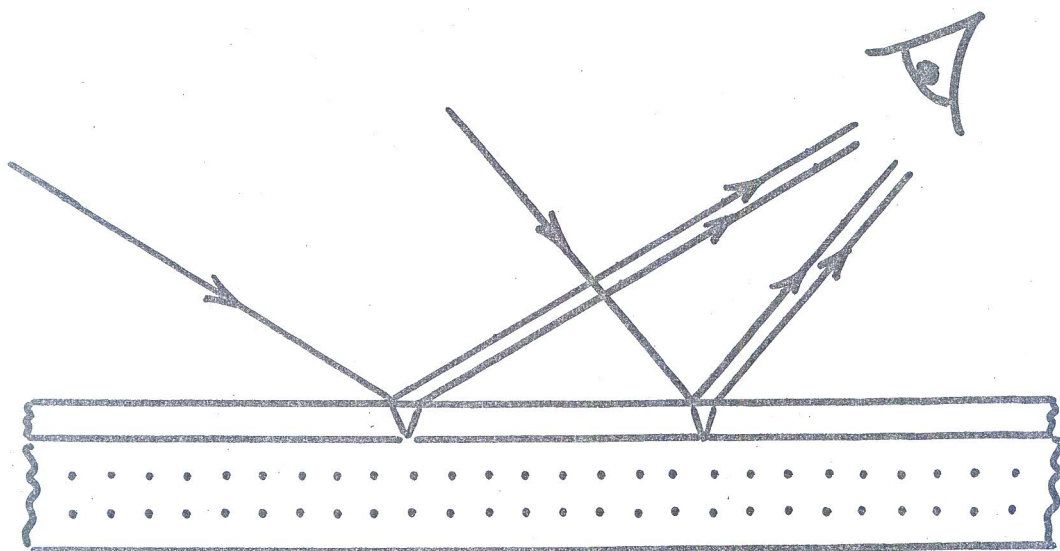
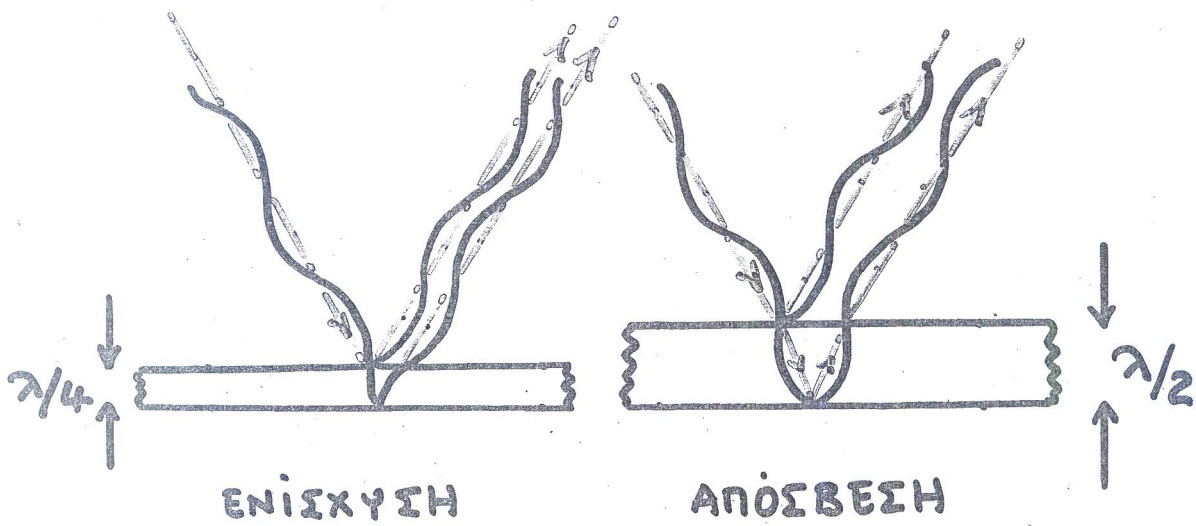
$$\lambda = 633 \text{ nm}$$



BLUE

$$\lambda = 450 \text{ nm}$$

ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΕ ΛΕΠΤΑ ΥΜΕΝΙΑ



ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Ήχος είναι οι περιοδικές μεταβολές της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα των οποίων μάλιστα η συχνότητα ερεθίζει το αισθητήριο της ανθρώπινης ακοής.

Οι ήχοι εντός των αερίων διαδίδονται υπό την μορφή κυμάτων που είναι διαμήκη.

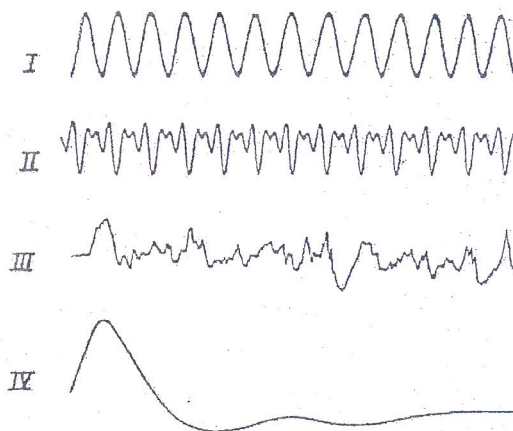
Κατηγορίες ήχων

Απλοί ήχοι : Η πίεση του αέρα μεταβάλλεται ημιτονοειδώς σε σχέση με τον χρόνο.

Σύνθετοι ήχοι : Η πίεση μεταβάλλεται περιοδικά με τον χρόνο αλλά όχι ημιτονοειδώς.

Θόρυβος : Πρόκειται για ηχητική ταλάντωση μεγάλης διάρκειας.

Κρότος : Ήχος πολύ μικρής διάρκειας όπου το πλάτος ελαττώνεται απότομα, συνήθως προκαλεί δυσάρεστο συναίσθημα.



ΔΙΑΔΟΣΗ ΗΧΟΥ

Η ταχύτητα του ήχου ενώ εξαρτάται από το μέσο στο οποίο αυτός διαδίδεται δεν εξαρτάται από την συχνότητα ν της ταλάντωσης που τον δημιουργήσει.

Στα αέρια η ταχύτητα διάδοσης V είναι :

$$V = (\gamma p / d)^{1/2}$$

Όπου p : η πίεση του αερίου, d : η πυκνότητά του και γ : το πηλίκο των ειδικών θερμοτήτων για το αέριο (c_p / c_v).

$$V_\theta = V_0 (1 + \alpha\theta)^{1/2}$$

Όπου V_θ : Η ταχύτητα του ήχου στους θ °C, V_0 : Η ταχύτητα στους 0 °C και α : ο συντελεστής διαστολής των αερίων ($1 / 273$).

Προσεγγιστική σχέση : $V_\theta = 331.3 + 0.6 \theta$

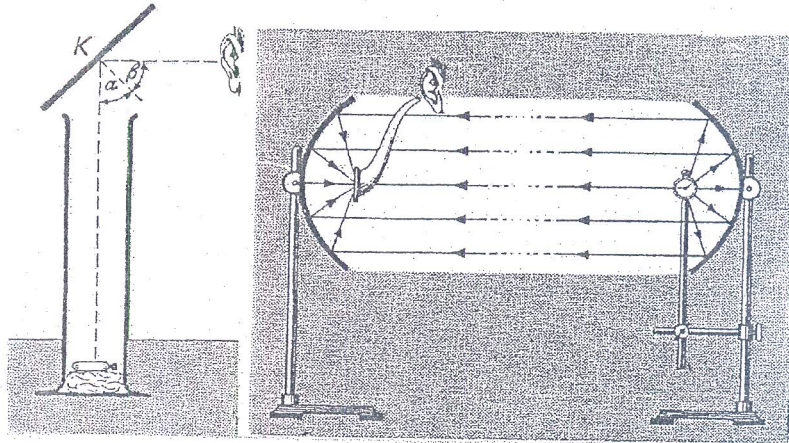
$$V_T = V_0 (T / 273)^{1/2}$$

Όπου T : η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου.

Στα υγρά και στερεά η ταχύτητα του ήχου είναι σαφώς μεγαλύτερη από ότι στα αέρια π.χ. στο νερό 1440m/s ενώ στο χάλυβα ~ 5000m/s.

ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΗΧΟΥ

Τα ηχητικά κύματα υφίσταται ανάκλαση όταν προσπίπτουν σε διάφορα εμπόδια.



ΗΧΩ : Πρόκειται για φαινόμενο όπου ο ακροατής ακούει αρχικά ήχο μικρής διάρκειας και στη συνέχεια ακούει ξεχωριστά τον εξ ανακλάσεως ήχο από κάποιο εμπόδιο.

(απόσταση εμπόδιου μεγαλύτερη από 17μέτρα)

ΑΝΤΗΧΗΣΗ ή ΜΕΤΗΧΗΣΗ : Πρόκειται για φαινόμενο όπου ο ακροατής ακούει λόγω ανακλάσεως από εμπόδιο ένα ήχο μεγαλύτερης συνολικής διάρκειας από τον αρχικό.

(απόσταση εμπόδιου μικρότερη από 17μέτρα)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΧΩΝ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΑ

Απλός ήχος (συχνότητα, ένταση),

Σύνθετος (συχνότητα, ένταση κάθε αρμονικής)

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΑ

Ύψος (εξαρτάται από την συχνότητα)

- Είναι ανάλογο της συχνότητας των ταλαντώσεων της ηχητικής πηγής.

Ακουστότητα (εξαρτάται από την ένταση)

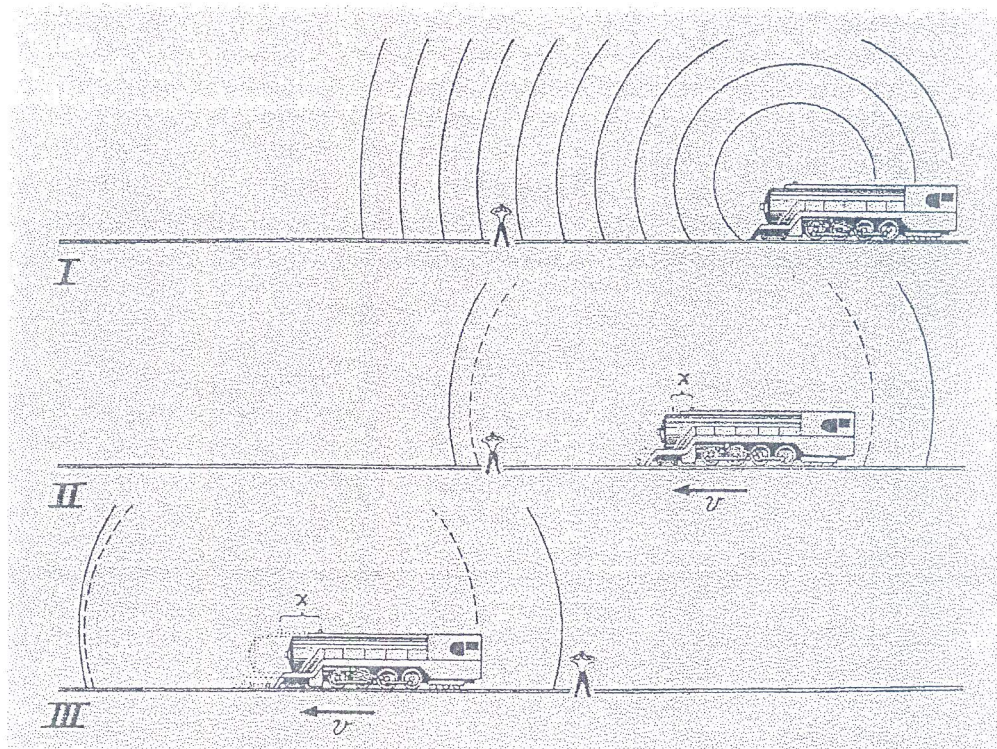
- Είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους της ταλάντωσης.
- Μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα του τετραγώνου της απόστασης από την πηγή.
- Αυξάνεται με την αύξηση της επιφάνειας της πηγής.
- Εξαρτάται από την φύση του μέσου διάδοσης.

Χροιά (θεμελιώδη συχνότητα και τις ανώτερες αρμονικές)

- Εξαρτάται από τον αριθμό αλλά και την σχετική ένταση των ανώτερων αρμονικών που προστίθενται στη θεμελιώδη.
- Επιτρέπει την διάκριση δυο ήχων με τις ίδιες εντάσεις και ύψη που προέρχονται από δυο διαφορετικές ηχητικές πηγές.

ΗΧΗΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ Doppler

Το ύψος (συχνότητα) του ήχου που αντιλαμβάνεται ένας παρατηρητής είναι διαφορετικό από το πραγματικά παραγόμενο όταν ο παρατηρητής ή η πηγή (ή και τα δυο) βρίσκονται σε σχετική κίνηση.



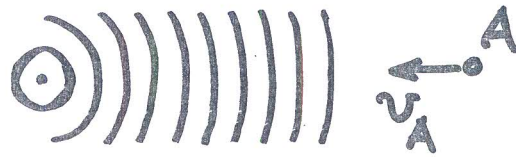
$$v' = v \left[\frac{V + / - u_A}{V - / + u_{\pi}} \right]$$

Όπου :

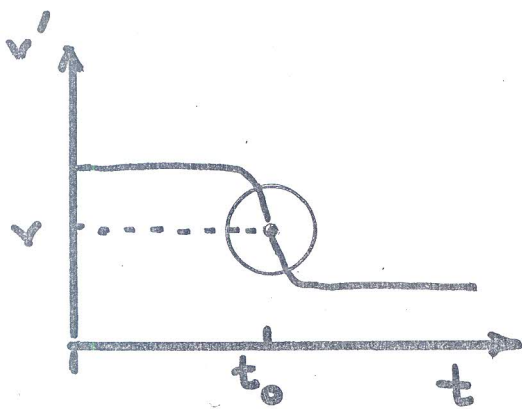
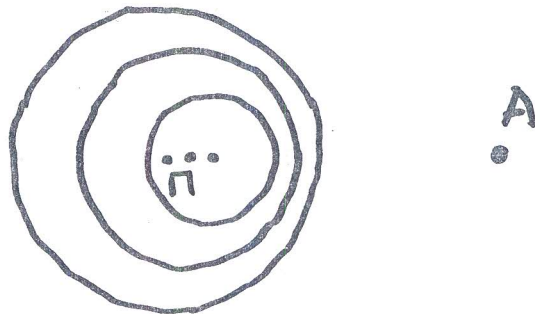
u_A η ταχύτητα παρατηρητή A (πρόσημο στον αριθμητή : + όταν πλησιάζει ενώ - όταν απομακρύνεται).

u_{π} η ταχύτητα πηγής Π (πρόσημο στον παρανομαστή : - όταν πλησιάζει ενώ + όταν απομακρύνεται).

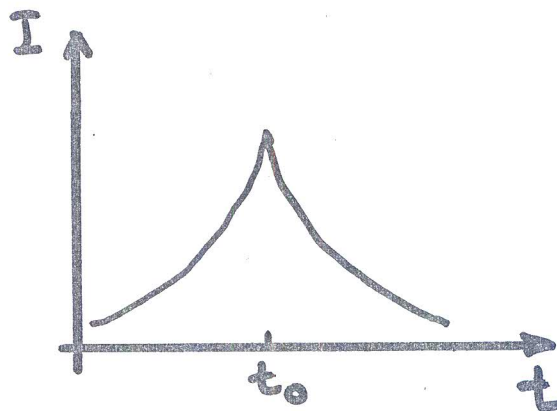
ΑΚΙΝΗΤΗ ΠΗΓΗ - ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ



ΑΚΙΝΗΤΟΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ - ΚΙΝΟΥΜΕΝΗ ΠΗΓΗ



ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ



ΕΝΤΑΣΗ

ΧΟΡΔΕΣ

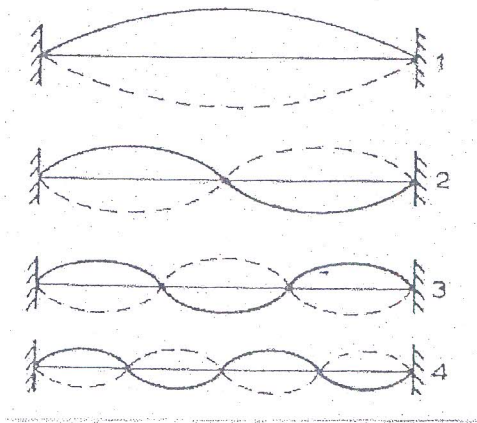
Πρόκειται για στερεά, κυλινδρικά σώματα που δεν παρουσιάζουν σημαντική αντίσταση κάμψης και στερεώνονται σταθερά στα δύο τους άκρα που έτσι παραμένουν ακλόνητα.

Νόμος των χορδών

Η συχνότητα του θεμελιώδους ήχου που παράγεται από μια χορδή μήκους l , πυκνότητας d και ακτίνα κυκλικής τομής r δίνεται από την σχέση :

$$v = (1 / 2lr) (F / \pi d)^{1/2}$$

Όπου F η δύναμη που τείνει την χορδή και προκαλεί την ταλάντωση συχνότητας v .



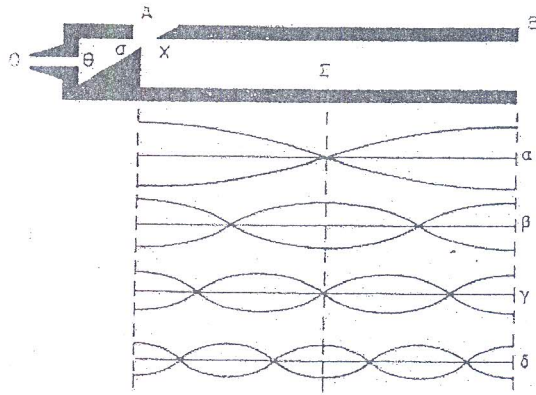
Στις χορδές τα σταθερά άκρα είναι ΠΑΝΤΟΤΕ δεσμοί, οι διαδοχικοί δεσμοί απέχουν απόσταση $l/2$.

$$\text{Γενικά ισχύει : } l = n (l/2)$$

Όπου n ακέραιος αριθμός : 1, 2, 3, ...

ΗΧΗΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

Ανοικτός ηχητικός σωλήνας : Κοιλίες και στα δυο άκρα.

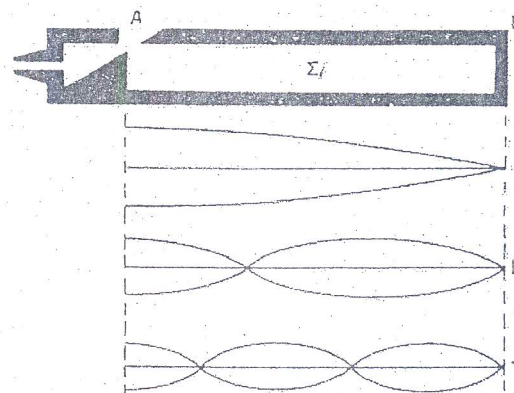


Γενική σχέση : $v = n (V/2l)$

Θεμελιώδης συχνότητα ($n=1$), $V/2l$

Αρμονικές $v, 2v, 3v, 4v, \dots$

Κλειστός ηχητικός σωλήνας : Δεσμός στο κλειστό, κοιλία στο ανοικτό άκρο.



Γενική σχέση : $v = n (V/4l)$

Θεμελιώδης συχνότητα ($n=1$), $V/4l$

Αρμονικές $v, 3v, 5v, 7v, \dots$ δηλαδή περιττής τάξεως.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΉΧΟΥ (decibel dB)

Το dB χρησιμοποιείται ευρύτατα κυρίως για την σχετική σύγκριση μεταξύ δυο ηχητικών εντάσεων J_1 και J_2 .

$$L = 10 \log (J_1 / J_2)$$

Δύο ήχοι διαφέρουν κατά 1 dB όταν ο λογάριθμός του πηλίκου τους είναι ίσος με 0.1, αποδεικνύεται ότι έτσι ισχύει : $J_1 = 1.259 J_2$.

Στην ακουστική χρησιμοποιούνται οι εξής τρεις ηχητικές στάθμες :

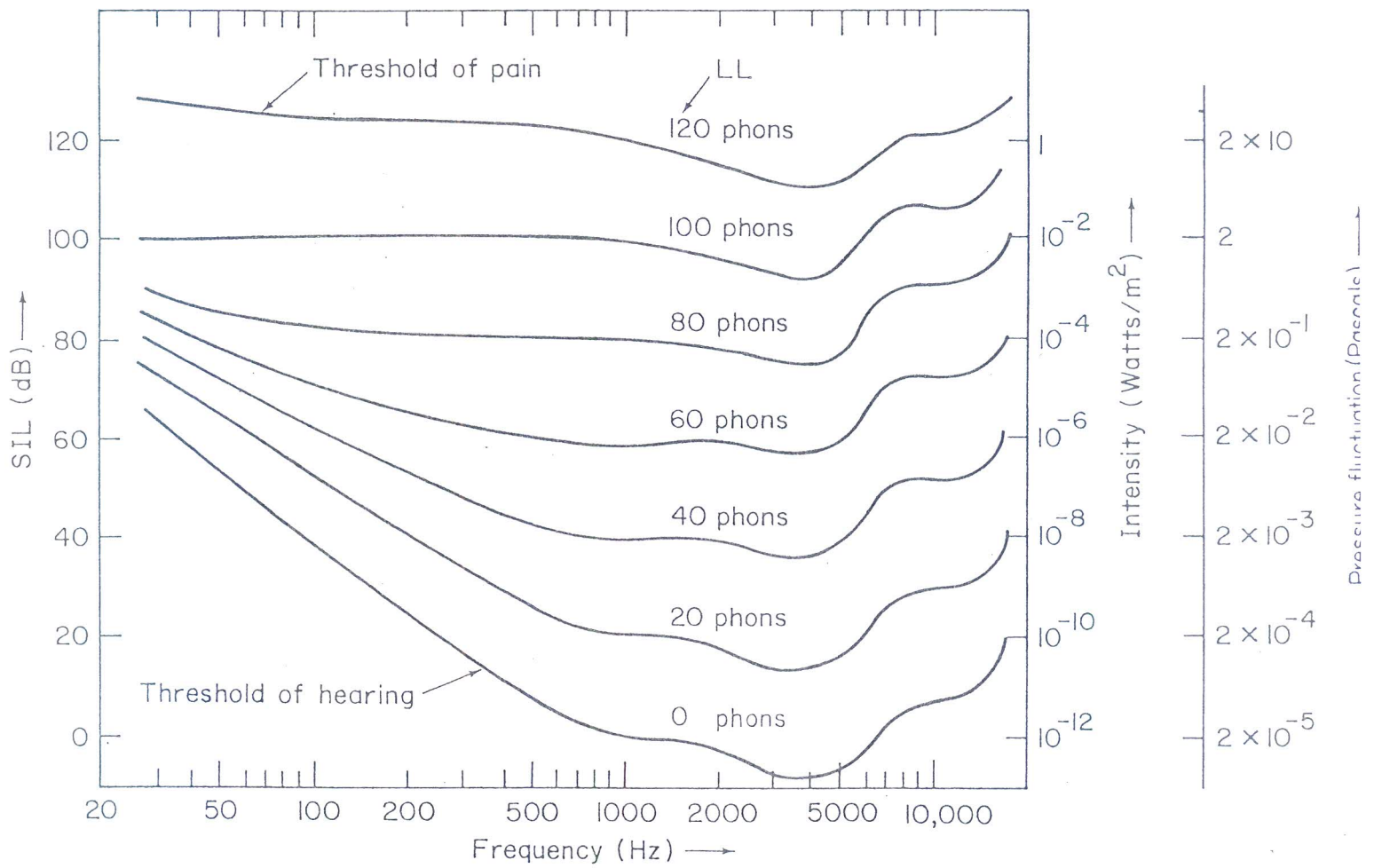
(α) Στάθμη έντασης ήχου : $L_I = 10 \log (J / J_o)$, όπου J_o η ένταση με σχετική τιμή αναφοράς : 10^{-12} W/m^2 .

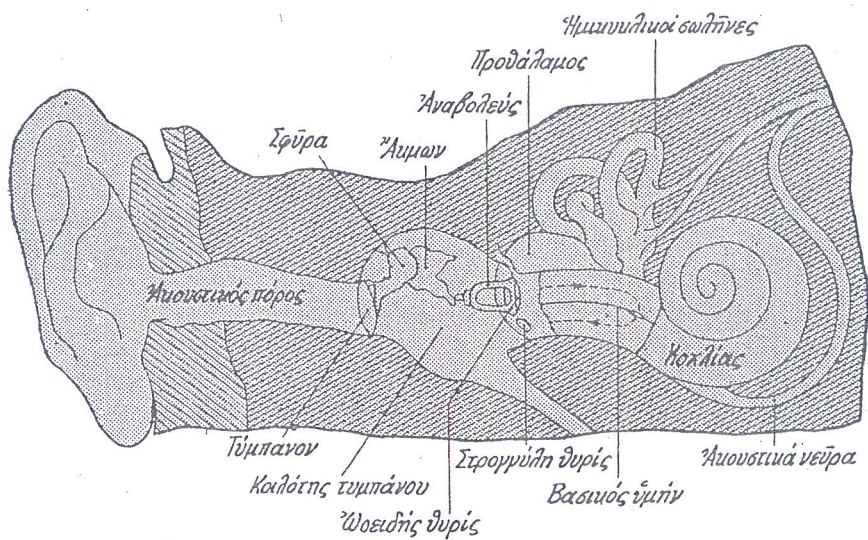
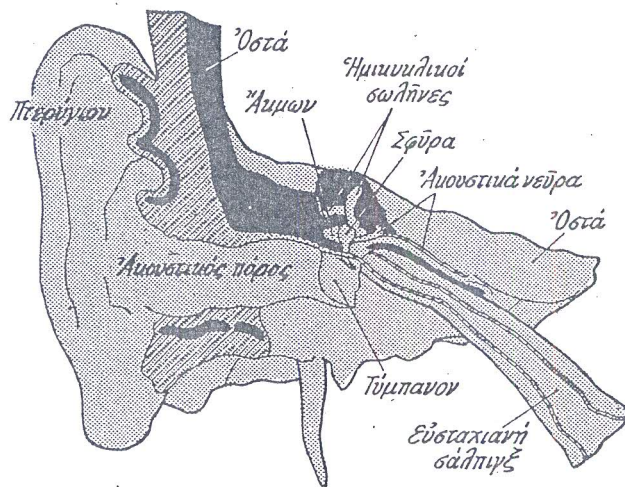
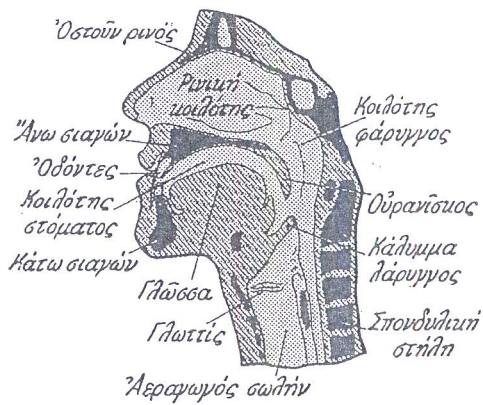
(β) Στάθμη πίεσης ήχου : $L_P = 20 \log (P / P_o)$, όπου P_o η πίεση αναφοράς με τιμή : $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$, και τέλος

(γ) Στάθμη ισχύος ήχου : $L_W = 10 \log (W / W_o)$, όπου W_o η ισχύς αναφοράς με σχετική τιμή : 10^{-12} Watt .

$$\text{ΠΡΟΣΘΕΣΗ dB : } L_{1+2} = 10 \log [10^{L_1 / 10} + 10^{L_2 / 10}]$$

$$\text{ΑΦΑΙΡΕΣΗ dB : } L_2 = 10 \log [10^{L_{1+2} / 10} - 10^{L_1 / 10}]$$





	Ήχος οριακά ακουστός. Κάτω όριο ανθρώπινης ακοής.	Ήχος οδυνηρά ισχυρός. Όριο πόνου ανθρώπινης ακοής.
Στάθμη ήχου	0 dB	120 dB
Ένταση του ηχητικού κύματος (στα 1000Hz)	10^{-12} W/m^2	1 W/m^2
Πλάτος της μετατόπισης των μορίων του αέρα	10^{-10} m	$2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$
Μεταβολή της πίεσης γύρω από την ατμοσφαιρική (10^5 N/m^2)	$3 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$	30 N/m^2

- Στο ανθρώπινο αυτί το τύμπανο αντιλαμβάνεται ταλαντώσεις όπου οι μετατοπίσεις είναι τόσο μικρές όσο και οι διάμετροι των ατόμων.
- Ο πόνος στο ανθρώπινο αυτί από ισχυρό ήχο δεν οφείλεται στην ασκούμενη πίεση στο τύμπανο (30 N/m^2 επιπλέον στα 100000 N/m^2 της ατμοσφαιρικής πίεσης).

