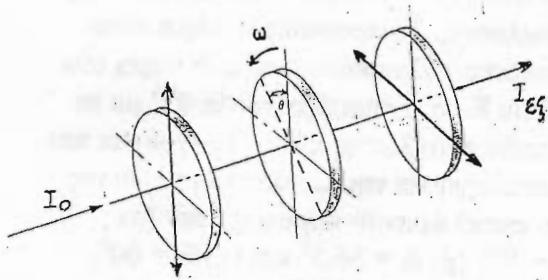


ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΟΠΤΙΚΗΣ

6ο Εξάμηνο ΤΕΜΦΕ

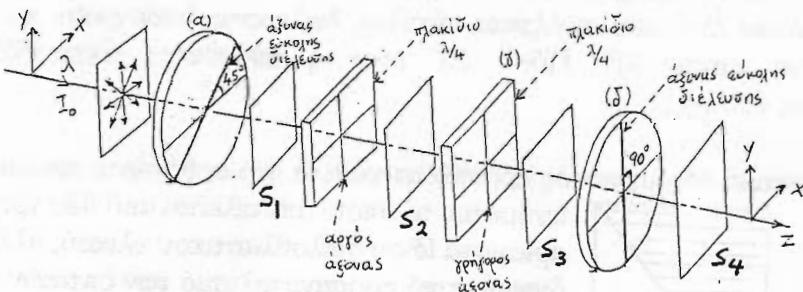
2ο φυλλάδιο
Ανοιξη 2004

1. Τρεις ιδανικοί γραμμικοί πολωτές παρεμβάλλονται κάθετα στην πορεία επίπεδης δέσμης φυσικού φωτός με προσπίπτουσα πυκνότητα ακτινοβολίας I_0 . Οι άξονες εύκολης διέλευσης του πρώτου και του τρίτου πολωτή είναι κάθετοι μεταξύ τους, ενώ ο ενδιάμεσος πολωτής περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Βρείτε μια σχέση για την εξερχόμενη από τον τρίτο πολωτή πυκνότητα ακτινοβολίας $I_{\text{εξ}}$ ως συνάρτηση της ω και του χρόνου t .



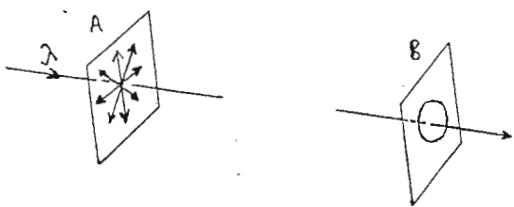
δέσμης φυσικού φωτός με προσπίπτουσα πυκνότητα ακτινοβολίας I_0 . Οι άξονες εύκολης διέλευσης του πρώτου και του τρίτου πολωτή είναι κάθετοι μεταξύ τους, ενώ ο ενδιάμεσος πολωτής περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω . Βρείτε μια σχέση για την εξερχόμενη από τον τρίτο πολωτή πυκνότητα ακτινοβολίας $I_{\text{εξ}}$ ως συνάρτηση της ω και του χρόνου t .

2. Να σχεδιαστεί και να δικαιολογηθεί η κατάσταση πόλωσης μονοχρωματικού φωτός που προσπίπτει κάθετα στα διάφορα οπτικά στοιχεία της διάταξης μετά



από κάθε στάδιο (οθόνες S_1, S_2, S_3, S_4). Αν υποθέσουμε ότι οι πολωτές είναι ιδανικοί και ότι δεν έχουμε απώλειες (ανάκλαση, απορρόφηση) στους καθυστερητές, τι ποσοστό της προσπίπτουσας πυκνότητας I_0 ακτινοβολίας θα διέλθει τη διάταξη.

3. Τι οπτικά στοιχεία πρέπει να παρεμβάλλουμε στο παρακάτω διάγραμμα για να μετατρέψουμε το φυσικό (μη-πολωμένο) φως (οθόνη A) σε κυκλικά πολωμένο;



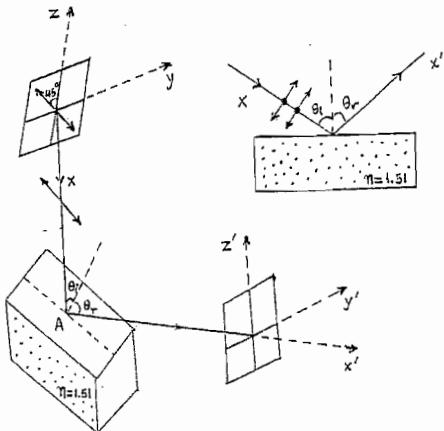
Αν μετά την οθόνη B τοποθετήσουμε κάτοπτρο κάθετα στην πορεία της εξερχόμενης δέσμης, περιγράψτε και δικαιολογήστε την κατάσταση πόλωσης της ανακλώμενης μετά από καθε οπτικό στοιχείο που έχει παρεμβληθεί.

4. Για ποιά γωνία πρόσπτωσης το ανακλώμενο ηλιακό φως στην επιφάνεια μιας γεμάτης πισίνας θα φανεί ότι εξαφανίζεται όταν παρατηρείται μέσω ενός γραμμικού πολωτή υπό γωνία 90° ως προς το επίπεδο ανάκλασης. Δίνεται ο μέσος δείκτης διάθλασης της διεπιφάνειας αέρα -νερού για το οπτικό φάσμα (ορατό) $n = 1.33$.

5. Μια δέσμη φυσικού (μη-πολωμένου) κίτρινου φωτός ($\lambda = 589.3 \text{ nm}$) προσπίπτει υπό γωνία 50° σε ένα ορθογώνιο πλακίδιο ανθρακίτη. Το πλακίδιο είναι κομμένο έτσι που ο οπτικός άξονάς του να είναι παράλληλος στην έδρα πρόσπτωσης και κάθετος στο επίπεδο ανάκλασης-διάθασης. Υπολογίστε τη γωνιακή απόσταση

μεταξύ των δύο εξερχομένων δεσμών, τακτικής και έκτακτης. Δίνονται οι δείκτες διάθλασης του ανθρακίτη: $n_o = 1.6584$ (τακτική), $n_e = 1.4864$ (έκτακτη).

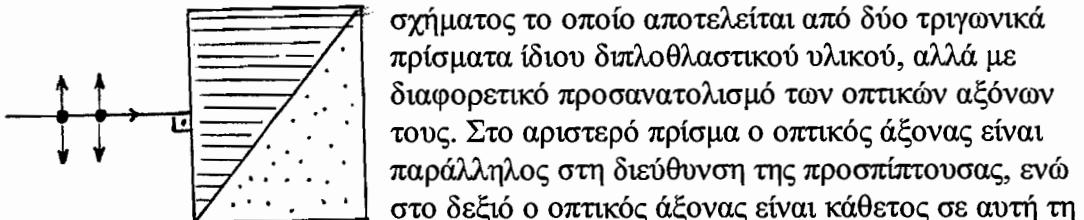
6. Επίπεδο μονοχρωματικό φωτεινό κύμα προσπίπτει σε διηλεκτρικό πλακίδιο



δείκτη διάθλασης $n = 1.51$ και ένα μέρος του ανακλάται σύμφωνα με το νόμο της ανάκλασης. Το προσπίπτον κύμα είναι γραμμικά πολωμένο με το διάνυσμα του πεδίου \mathbf{E} να σχηματίζει γωνία 45° με το επίπεδο ανάκλασης $xA\bar{x}'$. Περιγράψτε και δικαιολογήστε την κατάσταση πόλωσης του ανακλώμενου κύματος όταν (a) $\theta_i = 30^\circ$, (b) $\theta_i = 56.5^\circ$ και (c) $\theta_i = 60^\circ$. Δίνεται ο δείκτης διάθλασης του αέρα: $n_0 = 1.00$.

- (7) Μονοχρωματική δέσμη φυσικού φωτός πυκνότητας ακτινοβολίας 200 W/m^2 προσπίπτει κάθετα σε μια συστοιχία τεσσάρων ιδανικών γραμμικών πολωτών τοποθετημένων έτσι που οι άξονες εύκολης διέλευσης διαδοχικών πολωτών να σχηματίζουν γωνία 30° . Πόση θα είναι η πυκνότητα ακτινοβολίας της εξερχόμενης δέσμης;

- (8.) Μονοχρωματική δέσμη φωτός προσπίπτει κάθετα στο ορθογώνιο πρίσμα του



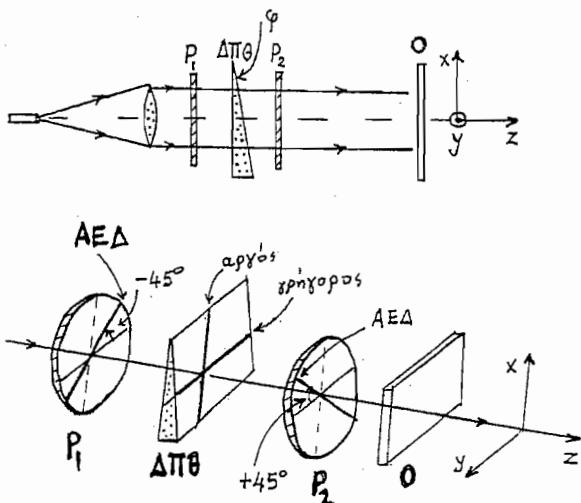
σχήματος το οποίο αποτελείται από δύο τριγωνικά πρίσματα ίδιου διπλοθλαστικού υλικού, αλλά με διαφορετικό προσανατολισμό των οπτικών άξονων τους. Στο αριστερό πρίσμα ο οπτικός άξονας είναι παράλληλος στη διεύθυνση της προσπίπτουσας, ενώ στο δεξιό ο οπτικός άξονας είναι κάθετος σε αυτή τη διένθυνση. Αν η προσπίπτουσα δέσμη έχει ορθογώνιες συνιστώσες πόλωσης να σχεδιάστε την πορεία της δέσμης (ή των δεσμών) μέχρις ότου εξέλθει από το πρίσμα στην περίπτωση που το υλικό είναι (a) ανθρακίτης (αρνητικό διπλοθλαστικό) και (b) quartz (θετικό διπλοθλαστικό)

9. Μονοχρωματική δέσμη φυσικού φωτός διέρχεται κάθετα μέσω ιδανικού γραμμικού πολωτή και στη συνέχεια μέσω πλακιδίου $\lambda/4$ του οποίου οι άξονες (αργός και γρήγορος) σχηματίζουν γωνία 45° με τον άξονα εύκολης διέλευσης του πολωτή. Η εξερχόμενη από το πλακίδιο δέσμη προσπίπτει στη συνέχεια κάθετα σε διηλεκτρικό κάτοπτρο όπου ανακλάται εξ ολοκλήρου και στη συνέχεια ακολουθεί την αντίστροφη πορεία. Περιγράψτε και δικαιολογήστε την κατάσταση πόλωσης της δέσμης μετά από κάθε στάδιο. Τι ποσοστό της αρχικής ακτινοβολίας θα διέλθει από το πολωτή κατά την αντίστροφη πορεία;

10. Δίνεται ένα ζευγάρι γραμμικών πολωτών σε σειρά και με τους άξονες τους ευκολής διέλευσης κάθετους μεταξύ τους. Περιγράψτε αν θα διέλθει φως μέσω του συστήματος αν ενδιάμεσα παρεμβληθεί (a) άλλος γραμμικός πολωτής του οποίου ο άξονας εύκολης διέλευσής του σχηματίζει γωνία θ από 0° μέχρι 90° με τον αντίστοιχο άξονα του πρώτου πολωτή και (b) πλακίδιο $\lambda/2$ με αντιστοιχους προσανατολισμούς του αργού άξονα του πλακιδίου σε σχέση με τον πρώτο πολωτή.

QMA

11. Παράλληλη ευρεία δέσμη μονοχρωματικού φωτός μήκους κύματος $\lambda_0 = 500 \text{ nm}$ προσπίπτει κάθετα (κατά μήκος του άξονα z) σε οπτική διάταξη αποτελουμένη από δύο γραμμικούς πολωτές P_1 και P_2 και διπλοθλαστικό πλακίδιο (καθυστερητή) ΔΠΘ από χαλαζία σφηνοειδούς σχήματος πολύ μικρής γωνίας φ τοποθετημένο ανάμεσα στους δύο πολωτές.

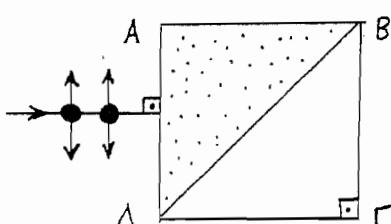


Οι άξονες εύκολης διέλευσης των P_1 και P_2 σχηματίζουν γωνίες -45° και $+45^\circ$, αντίστοιχα με τον (οριζόντιο) άξονα γ της διάταξης. Οι δείκτες διάθλασης του καθυστερητή είναι $n_o = 1.5443$ και $n_e = 1.5534$, ενώ οι άξονες του "αργός" και "χρήσιμος" είναι παράλληλοι προς τους άξονες x και y αντίστοιχα. Σε οθόνη που βρίσκεται σε απόσταση $l > l_c$ από τον P_1 , όπου l_c το μήκος συμφωνίας της ακτινοβολίας, παρατηρούνται φωτεινές και σκοτεινές λωρίδες (κροσσοί) παράλληλες στον άξονα γ με απόσταση διαδοχικών σκοτεινών λωρίδων $\Delta x = 1.0 \text{ mm}$. (α) Δείξτε ότι οι κροσσοί δεν οφείλονται σε φαινόμενα συμβολής, αλλά

ΑΕΔ : Άξονες εύκολης διέλευσης

αποκλειστικά σε φαινόμενα πόλωσης λόγω του σφηνοειδούς σχήματος του ΔΠΘ. (β) Υπολογίστε τη γωνία φ του σφηνοειδούς ΔΠΘ. (Υπόδειξη: Θεωρήστε ότι η απόκλιση της δέσμης από τη διεύθυνση διάδοσής της στον άξονα z εξ αιτίας της διάθλασης στο σφηνοειδές πλακίδιο είναι αμελητέα και μπορεί να αγνοηθεί).

12. Μονοχρωματική δέσμη φωτός με ορθογώνιες συνιστώσες πόλωσης, τη μια (↑) παράλληλη στο επίπεδο του σχήματος και την άλλη (●) κάθετη σ' αυτό προσπίπτει κάθετα σε



πρίσμα τετραγωνικού σχήματος αποτελουμένου από δύο τριγωνικά πρίσματα τα οποία εφάπτονται τέλεια μεταξύ τους. Το αριστερό πρίσμα είναι από αρνητικό διπλοθλαστικό υλικό (ανθρακίτης) με τον οπτικό του άξονα κάθετο στο επίπεδο του σχήματος και με δ.δ. $n_o = 1.6584$ (τακτική) και $n_e = 1.4864$ (έκτακτη), ενώ το δεξιό από γναλί δ.δ. $n_g = 1.51$. Το πρίσμα περιβάλλεται από αέρα δ.δ. $n \approx 1.0$. Ποιά είναι η πορεία των δύο συνιστώσων πόλωσης μετά την είσοδό τους και κατά την έξοδό τους από το πρίσμα; Σχεδιάστε την πορεία των δύο συνιστώσων.

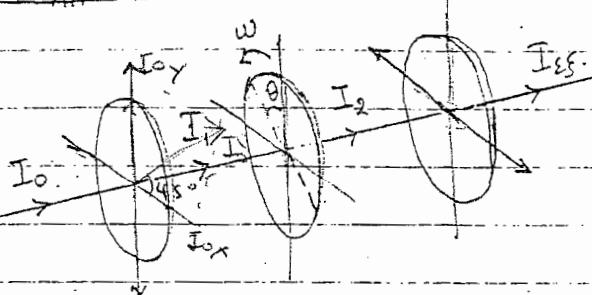
13. Μονοχρωματική δέσμη φωτός προσπίπτει κάθετα στην κάθετη πλευρά ορθογωνίου ισοσκελούς πρίσματος από διπλοθλαστικό υλικό (NaNO_3) του οποίου ο οπτικός άξονας είναι κάθετος στο επίπεδο του σχήματος. Αν η προσπίπτουσα δέσμη αποτελείται από δύο συνιστώσες πόλωσης, τη μια (↑) παράλληλη στο επίπεδο του σχήματος και την άλλη (●) κάθετη σ' αυτό, ποιά θα είναι η πορεία τους μετά την είσοδό τους στό πρίσμα. Δείκτες διάθλασης NaNO_3 : $n_o = 1.5854$, $n_e = 1.3369$ και δείκτης διάθλασης αέρα $n \approx 1.0$. Σχολιάστε τα αποτέλεσματά σας.

ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΟΠΤΙΚΗΣ.

2ο Φυγγάδιο

'Αριζην 2002

2.1



To για την προσπίτιση
στον πρώτο περιόδο είναι
χωρίς και μηρούς να ανα-
τιθεί σε δύο ομοιογενείς

τρόφων, από τα οποία
η στον αριθμό διέγενες την ποσητή (κατακέρυχη
τίτλουντον) και η άλλη καίρια σε αυτή. Οι δύο αυτές
συνιστώσες είναι ίσες και επιφένεις από την πρώτη
ποσητή δια εξέδαι γραφικά πορεύεται (κατακέρυχη
ποσητή) με έναν $I_1 = I_0/2 = I_0 \cos^2(45^\circ - \theta)$

Για μια ριγαία δίση των περιστρεφόμενων (ενδιάφεση),
ποσητή διότου ο αριθμός διέγενες την σχηματι-
ση γυνιά ή με την ποσητή της δίσης I_1 , δια ξεπέ-
σαν την ύψη των Malus, για την ένταση των διερ-
χόψεων φυτών $I_2 = I_1 \cos \theta = \frac{I_0}{2} \cos^2 \theta$.

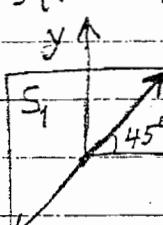
Τια αυτή την ριγαία δίση των ενδιάφεσην ποσητή,
οι αριθμοί διέγενες των ενδιάφεσην και την
τηρητική σχηματισης γυνιά $90^\circ - \theta$. Εφαρμό-
νται την ύψη των Malus για τη δίση (φυτό)
των γόνων ποσητή δίση:

$$I_{\text{eg.}} = I_2 \cos^2(90^\circ - \theta) = \frac{I_0}{2} \cos^2 \theta \sin^2 \theta = \frac{I_0}{2} (\cos \omega t \sin \omega t)^2 = \\ = \frac{I_0}{2} \left(\frac{\sin 2\omega t}{2} \right)^2 = \frac{I_0^2}{8} \sin^2 2\omega t.$$

Αγορ η γυνιά την ριγαία περιστρεφόμενη σταθερή,
τότε $\theta = \omega t$ και αντικατοικούνται βρίσκονται:

$$I_{\text{eg.}} = \frac{I_0}{2} \cos^2 \omega t \sin^2 \omega t = \frac{I_0}{2} \sin^2 2\omega t. \quad \text{Η } I_{\text{eg.}} \text{ γίνεται μερικές φορές } \\ t=0 \text{ (αριθμός ενδιάφεση ποσητή κατακέρυχης) και } t=\frac{\pi}{2\omega} \\ \text{(αριθμός ενδιάφεση ποσητή επιφύτων)}$$

(2.2)

2.2 Το ϕυσικό φως διαν προσπέσει στον πογκώνι (a) ή όχι
εγένεται γραμμικά πογκένο κατά τη διάνυσμα του αέρα

 εγγέχοντας τον ίδιον πογκώνι την πογκώνι
 διένυσης και πογκώνι
 άρθρο κατά 45° με την τάξη
 εργάτια διένυσης (άγονας x).
 Αν Ι₀ είναι προσπίτινα εύταχη στον
 πογκώνι (a) είναι I_0 στον οδόντιο S_1 ότι
 προσπέσει εύταχη $I_1 = I_0/2$.

Ταυτόχρονα με την προσπίτινα στο πλα-
 κίδιο $2/4$ υπό γωνία 45° με προς τον αέρα (ή τον γραμμένο)
 αέρα, μπορεί να αναφέσει σε δύο συνοριών, μια πλευτική
 πλευτική προσπίτινα διένυσης παράλληλη προς τον
 αέρον αέρα (άγονας y) και μια άλλη πλευτική προς τον
 παράλληλη προς τον γραμμένο αέρα του πλακιδίου. Αν
 παραστήσουμε τις δύο (τις δύο εύταχες) συνοριώνες του πλακιδίου

$$E_x = E_0 \cos(Kz - \omega t) \quad (1) \quad \text{όπου } \varphi \text{ με διαφορα} \text{ θέσους}$$

$$E_y = E_0 \cos(Kz - \omega t + \varphi) \quad \text{μεταξύ των } E_x, E_y \text{ μετα-}$$

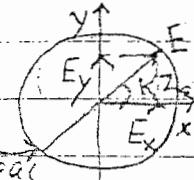
$$\text{την } \varphi \text{ έργο στο πλακίδιο.}$$

Αρνούμενο το πλακίδιο είναι $2/4$, και E_y (αριστερά αέρας) δε-
 καθοντάρεται σε οχέδιο με την E_x κατά $\pi/2$. Επομένως
 $\varphi = -\pi/2$. Επομένως το φως που διαπιστώνεται στον οδόντιο
 S_2 δεν είναι κυκλικά πογκένο. Οι οχέδιοι (1) γίνονται

$$E_x = E_0 \cos(Kz - \omega t) \quad (2) \quad \text{Για } t=0 : E_x = E_0 \cos Kz_0$$

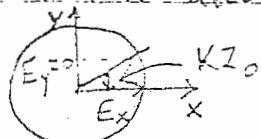
$$E_y = E_0 \sin(Kz - \omega t) \quad E_y = E_0 \sin Kz_0$$

Και το διάνυσμα του πεδίου για $t=0$ δείχνει την πόρεν



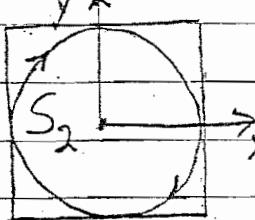
$$\text{Τιμά για } Kz - \omega t = 0 \Rightarrow t = \frac{Kz_0}{\omega} \quad (3) \quad \text{Έχουμε :}$$

$E_x = E_0$, $E_y = 0$ και η εύταχη στο διανυσματικό πε-
 δίον δείχνει :

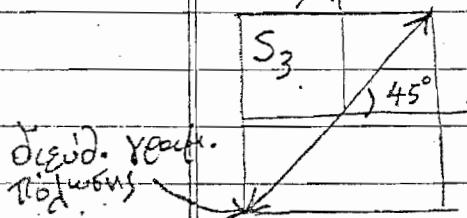


(2.3)

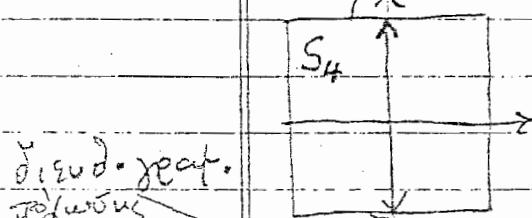
Παρατηρήσεις στο χρονικό διάστημα περιφύτων και $t = k_2/\omega$ το διάνυσμα του μεταξιού έχει γεμίσει το ρεύμα και ενισχύεται σε αναπότομα. Επομένως το ρεύμα που θα διέρχεται το πρώτο πλαίσιο S_2 θα είναι $\frac{1}{4}$ της δεξιότητας και θα είναι περικλινητικό.



Στη συνέχεια, το ρεύμα που προσπίπτει στο δεύτερο πλαίσιο S_3 θα είναι την αντίτιμη της όχι ταχυτήτης που κατέβατε κατά $\pi/2$ να είναι παραγόμενη στο πρώτο αίσιο. Επομένως, η διαφορά γιατί μεταβιβλήνει δύο σημείων που πένθεται στο ρεύμα που προσπίπτει στο δεύτερο πλαίσιο S_3 θα είναι περίπου 45° (που είναι ο γωνίας αίσιας).



Κατόπιν θα προσπίπτει το προσπίπτει στο δεύτερο πλαίσιο (S_4) και θα εγγίζει την κατεκόρυφη πλάνη.

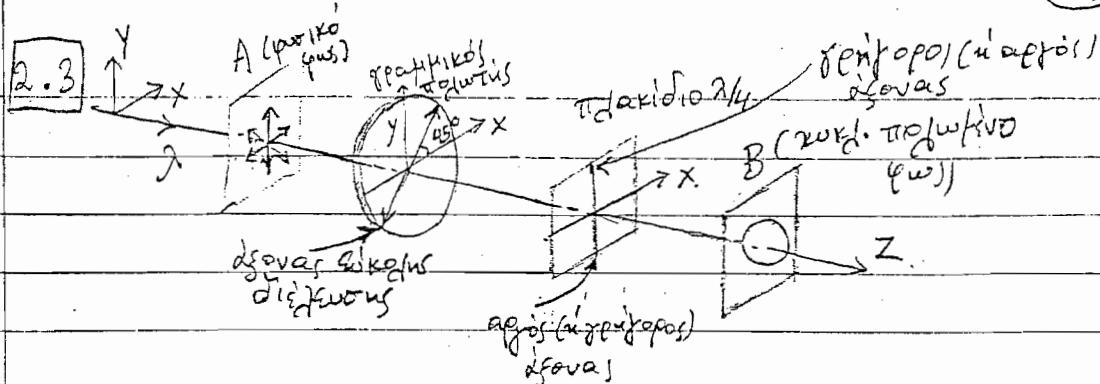


Planeus)

Τα δύο πλαίσια S_3 και S_4 είναι έτοιμα για την επόμενη στάγη της ανάλυσης. Επομένως, θα προσπέσουν στην πλάνη (σ_{xy} αδόντη S_4) για να προσταθεί η στάθμη της.

$$I_{\text{eg.}} = I_0 \cos^2 \theta = \frac{I_0}{2} \cos^2 45^\circ = 0.25 I_0$$

2.4



Πρώτα πρέπει να παρεμβαθήσουμε είναι γεωμετρικό τοπώνυμο και σα ονεχείσμε είναι πλάκιδο $\frac{1}{4}$, αγγέλησα με κάθετο προσαντολιστικό την επιφάνεια τους σε οξυά μη την περισσιν δύο φορές. Ο αξονας αυτοφυής διέλευσης του πλάκατον πρέπει να είναι προσαντολιστικό 45° μη των αριστών της φέρει αξονα του πλάκιδον $\frac{1}{4}$, επειδή ως οι δύο ουριούσις (τα πλωκέντα γωνίες) E_x και E_y περιττά την πλευρά την ουριούσιαν μη είναι από τους αριστές μη γενέρο αξονα του πλάκιδον. Με όνταν τους λόγοτρο διαφορετική διαφορά γιατος $\pi/2$ μη ταχύτης των δύο ουριούσιων E_x και E_y κατά την εφόδο των από το πλάκιδο $\frac{1}{4}$ και η υπέρση τους διαδοθεί κυκλικά πλωκέντο γωνιές.

2.4 *Διεύκρινης Εκμετάλλευσης: "μέσω ενός γεωμετρικού τοπώνυμου τοποθετήσου καθέτη στη διέλευση την αντικαταστάνεις"

Το γήιακό λόγος του προστίτη σαν διεύλευση είναι μη πλωκέντο (κυριαρχεί) και αποτελεί προστίτη την παραταξή (αναγνώστη) της δύο ουριούσιων στην E_1 και διαδεικνύεται την μέση πλευρά την απόγεια από την προστίτη σαν την αντικαταστάνεις. Ενώ σαν αριστήν E_{11} βρίσκεται πάνω στην παραταξή

$$r_{11} = 0$$

avάγγελος. Τια γυνία πρόσωπων $\theta_i = \theta_p$ (ιανές γυνία τοξών), ωμήνε ανακύψειν συνοδευτικό λόγον και E_1 , ενώ και E_{11} εγκανίζεται. Ιννετικά για αυτή τη γυνία πρόσωπων το ανακύψειν λόγος δεν είναι γρήγορα προφέρειν και αν τοποθετούνται εναντίον της ίδιας κατετα στην ανακύψειν προσώπη σε σειρά και διαπορεύονται αυτό το γεγονός προστρέφοντας την πρωτεία γυνία από την διαδίδουν την ανακύψειν. Εποι, για κάποια δέση του ποντικού ο αγόρας είναι διάγραμμα του διαγόνου καθέτου στην διαδίδουν πόρων του ανακύψειν ψωτής καθώς το παραγόμενο πέπων της ποντικού λόγος δεν εγκανιστεί εντελεστικά.

Πρωτίστως αντί της δημια (και προηγουμένως απόκειται στην ισχύ για τη γυνία τοξών) μηδέποτε

$$\tan \theta_p = n$$

πρικαδιούσεις σε αυτήν την οξύδων την γυνία των πέπων δείκτη διάδγασης $n = 1.33$ του νερού και δριπόκουρες σε γυνία τοξών γυνία πρόσωπων $\theta_i = \theta_p = 53.06^\circ$.

2.5 Ότις, και στην προηγούμενη ανάνη το γνωκό που αναγίγνεται στο σύνολος E_1 και E_{11} σε οξύδων με το στιλέτο αναγάνευ-διάδγασης. Αγορά ο στρατός αγόρας είναι καθέτος στο στιλέτο αναγάνευ-διάδγασης, και πρώτην συνολικά γνωγίζεται ότι την "ΕΞΙΚΤΗΝ ΔΕΩΣΗΝ", ενώ η διώρυκη με την τακτική.

Έτσι, για την σύνολος συντετικής της τη διάδροστικό υπόκειται (αναπατήμενη) παρουσιάζει δύο διάκριτες διάδγασης: $n_s = 1.6584$

στρατικοί αγόρας: καθέτος

της τακτικής των ξυπόλυτων
την αυτοτελεί την τακτική
αναγάνευ-διάδγασης

(τακτική) και $n_e = 1.4864 / 1.6584$

Τινεταις, οι δύο δέκατες διαφορετικού
αριθμού διαδασταις διανυόνται τα πάντα
διαν ως για τα τετράκινα και ογκότερα (οι οποίες
μη για εκτακτή) προς για κάθετο γόνω του πλανήρου α.β.

Reapplying Snell's law due to refraction
 Example : $n_1 \sin 50^\circ = n_2 \sin 30^\circ$ } $n_1 = 1.00$ d.w. air

$$n_a \sin 50^\circ = n_e \sin \theta_e$$

And another ref oxosic & xanthic:

$$\sin \theta_{t0} = \frac{\sin 50^\circ}{n_0} : ? \Rightarrow \theta_{t0} = 27.51^\circ$$

$$\sin \theta_{TE} = \frac{\sin 50^\circ}{n_e} \quad \theta_{TE} = 31.02^\circ$$

ан бірнің тәркілдегі жағдайларын жағынан да
жадиулиевнан дәлелдей:

$$\theta_{te} - \theta_{to} = 31.02 - 27.51 = 3.51^\circ$$

Ταν εγοδό τους από το γράκιδιο αύτων οφέλεις (γράκιν
και σκρακτή) δα σίβας παραγγίνεται όπως της αναγόρευσης
προσώπων (περτός), αλλά με κάποια μετατόπιση σε
μεταγένεση του εγγράφου από το πάχος της γρά-
κιδιού και του στο διάτελλο διαδίδεται (Τια των
νικοφοριού της μετατόπισης σε, βλέπε σύγκριη 1.3)

2.6 Αριθμός διανομής \vec{E} των αποδιπλωμάτων πεδίων σχηματίζεται για γύρισμα 45° το ρετίνειο ανάκτησης προστίτυτων δέρματα διεπιδειγμάτων στην αντίστροφη σειρά. Οι γύρους από δύο διανομέων $E_1 (\bullet)$ και $E_2 (\square)$, των οποίων καθένα έχει ρετίνειο ανάκτησης και τη δια-
ρηγούν προκεται τόνως σε αυτό το επίπεδο (δηλαδί σχηματίζουν την διάταξη, μηδέ οχιφα). Αν
η γέφυρα με τη γύριση προστίτυτων της πλακίδας, δηλαδί,
είναι η διανομή διαλύτων πάραν $R = (E_2/E_1)$ και
 $R = (E_2/E_1)$. Η διανομή περισσότερης των και.

μες προς την γέφυρα και μες προς το πρόσωπο:

$$r_{\perp} = - \frac{\sin(\theta_i - \theta_t)}{\sin(\theta_i + \theta_t)}, r_{||} = \frac{\tan(\theta_i - \theta_t)}{\tan(\theta_i + \theta_t)} \quad (4)$$

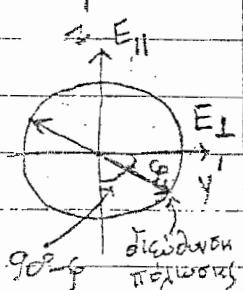
(a) για $\theta_i = 30^\circ$, βρίσκουμε από το νότο την Snell
 $n_0 \sin 30^\circ = n \sin \theta_t \Rightarrow 1.0 \times 0.5 = 1.51 \times \sin \theta_t$
κα

$$\sin \theta_t = \frac{0.5}{1.51} = 0.331 \Rightarrow \theta_t = \arcsin(0.331) = 19.34^\circ$$

Ανακαριστήσας στις (1) βρίσκουμε

$$r_{\perp} = - \frac{\sin(30^\circ - 19.34^\circ)}{\sin(30^\circ + 19.34^\circ)} = -0.244, r_{||} = \frac{\tan(30^\circ -)}{\tan(30^\circ +)} = 0.162$$

Το αρνητικό πρόσωπο του r_{\perp} υποδηματεί σε ομοιότητα E_{\perp} καθούτερης σε σχέση με την $E_{||}$, κατά π ($\Delta\phi = -\pi$) και επακτίνει από την υπερδίσκη των δύο σημερινών γιατί την ανάγκη για ζα προκύψει γραφικά προστέλλεται από τη γράμ (Eor) και (Eor)_{perp}, με διαφορούν πόσων ζα συμβατίζει γνωστά:



$$\tan \varphi = (E_{\text{or}})_{||}/(E_{\text{or}})_{\perp} = r_{||}/r_{\perp} = 0.162 / -0.244 = -0.664 \Rightarrow \varphi = -33.58^\circ \text{ ή}$$

την ομοιότητα E_{\perp} , η γωνία $90^\circ - 19^\circ = 90^\circ - 33.58^\circ = 56.42^\circ$ ή το επίτελο ανέλγους.

b) για $\theta_i = 56.5^\circ$ από το νότο την Snell για τη διάθλαση στην διαταγμένη προκύπτει $\theta_t \approx 33.5^\circ$ και στη στήλη (1) γίνεται:

$$r_{\perp} \approx - \frac{\sin(56.5^\circ - 33.5^\circ)}{\sin(56.5^\circ + 33.5^\circ)} = - \frac{\sin 23^\circ}{\sin 90^\circ} = - \frac{0.391}{1} = -0.391$$

$$r_{||} \approx \frac{\tan 23^\circ}{\tan 90^\circ} = \frac{0.424}{\infty} = 0, \text{ απ' αυτό } \text{ προκύπτει,}$$

ότι η ανάληξη ανακρίβει πολύ για την E_1 συντομία.
Τα και επομένως, το αναγνώστερο βέροια της ηλεκτρικής
τοποθεσίας με διεύρυνση πλήνων καθετού στο
εισιτέδο ανακλασμάτων.

Από τη σύγχρονη επιστημονική λογική
νοήστε ότι στην προστιθόμενη θέση $\theta_i = 56.5^\circ$ έχετε
την μετατροπή πλήνων θ_p παραδίδεται
την από την σχέση: $\tan \theta_p = n/n_0 = n$ και

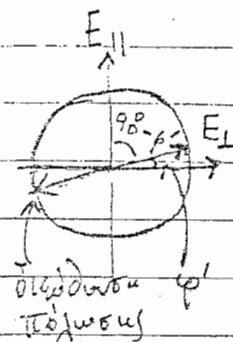
$$\theta_p = \arctan(1.51) \approx 56.5^\circ$$

(χ). για $\theta_i = 60^\circ$, από τον ρόλο των Snell λαβούμε
 $\theta_p = 35^\circ$

Ανακαθορίζοντας της (1) προκύπτουν:

$$r_1 = -\frac{\sin(60^\circ - 35^\circ)}{\sin(60^\circ + 35^\circ)} = -0.424, r_{11} = \frac{\tan(60^\circ - 35^\circ)}{\tan(60^\circ + 35^\circ)} = -0.041$$

Τέταρτη παρατηρήση δείχνει τη πρόσοψη και την σύνθετη
συγχέση των ηλεκτρικών και επομένως οι δύο
σύντομων E_1 και E_{11} έχουν την ίδια - Επομένως
η ανάληξη των δύο ανακλήσεων γεωγραφικά πορειών
των φωτισμών κυρίων δα πάει την γεωγραφική¹
τοποθεσία των διεύρυνση πλήνων παραπόμενης
της εφαρμογής της προστιθόμενης συντομίας,
όμηταν της ολυστικής γέφυρας των V_1 και V_{11} .
Ζερκελόποιηση με διεύρυνση πλήνων δα ανακατιστήσει
την πρώτη.



$$\tan \phi = \frac{(E_{11})_{11}}{(E_{11})_1} = \frac{r_{11}}{r_1} = \frac{0.041}{0.424} = 0.097 \Rightarrow \phi \approx 5.5^\circ \text{ με}$$

η σύντομη E_1 ηγενεία $90^\circ - 5.5^\circ = 84.5^\circ$ με την εισιτέδο
ανακλασμάτων.

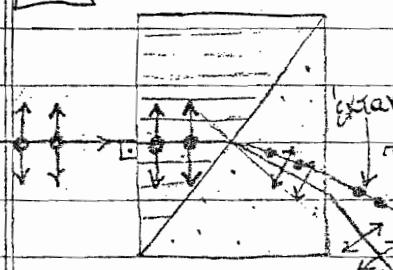
2.7 Αν ο προστιτυχεί πυκνότητα ακτινοβολίας I_0 παράδει με E_0 (είναι διαμέρισμα να γίνει φύση), τότε κατό τον πρώτο περιπτώμα (α εξάρη πυκνότητα ακτινοβολίας $I_1 = I_0/2$). Στην άλλη χειρό τον δεύτερο περιπτώμα (νότη για Malus) : $I_2 = I_1 \cos^2\theta = I_0/2 \cos^2\theta$, και τον τρίτο : $I_3 = I_2 \cos^2\theta = I_0/2 \cos^4\theta$ και από τον τέταρτο

$$I_4 = I_3 \cos^2 \theta = I_0 / 2 \cos^6 \theta = 100 \times (\cos 30^\circ)^6$$

Kao

$$I_4 = 100 \times \left(\frac{13}{2}\right)^6 = 100 \times \left(\frac{3}{4}\right)^3 = 100 \times \frac{27}{64} \approx 42.5 \text{ kJ}$$

2.8 To προστίτον συντελέση μήπα σίγουρα μη-πολυτελέση



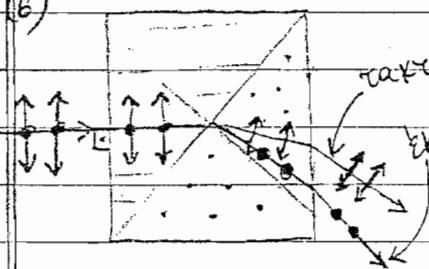
(χρονικό ψευδ) και μπορεί να αντιστοιχίζει σε δύο ανιστάσεις, αλλα
καθόλου και μέχρι παραβολής
το επίπεδο των οξυγάτων. Αλλά
της σε ανιστάσεις πόλων
έχω το διάνυσμα των τελείων κάθε στον οπακό^{μετατόπιση}
όσεα τα αποτελούν διπλαρικές προβατιές. Επο-
νέστερος και ο δύο ανιστάσεις κατά την επονέστερη
τη προσφορά σε ανιστάσεις στην γαλακτική δέσμη με-
ταξιανής διαδικασίας ή (Μόνη για την αναπατίτη).
Δεδομένων ότι η προστών σίγου κάθετη, οι δύο ανιστά-
σεις δεν θα στοκήνων στη διαδικασία πάνω στην πρώτη
σταγόνη και θα συνεχίσουν στην διαδικασία της
δύο ανιστάσεις. Επίσης ίσως να κοινωνίσει (η)
την ίδια στοιχεία στην καθετή προσφορά στην παραβολή
των. Ουταν η δύο καθετή προσφορά στη διαδικασία. Στην πρώτη
της δύο ανιστάσεις, οι δύο ανιστάσεις πόλων δε-
έχουν διασταύρωση προσφοράς σε οξύτητες των.

26 Οκτωβρίου

ΟΠΙΚΟ άγαν των διεύρων προβάσιος. Η μα επιδεινώνεται.
 (↑) ή απορριμένη καθετή στον οπικό άγαν των διεύρων προβάσιος και αναστοιχή σαν γαλλική δέσμη (δ.δ. ν.), ενώ μαζί (•) ή είναι παραθύρων στον οπικό άγαν και θα αποτελέσσει την έκταξη δέσμη (δ.δ. ν.)

(a) Για ταν ανδρακίαν ($n_o > n_e$), μα γαλλική διπολική πληροφόρηση σε σχέση με την έκταξη κατά τη διάδρομο στη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ προβάσιου. Ετοι, ο δύο δέσμες (γωνιών) ή είναι διαφορετικές, καθώς κατά την έγκαρδη ταν μα ταν (\uparrow) διπολικής ακόμα προβάσης την έκταξη (\bullet)

(b)



Για το quartz ($n_o < n_e$), οι δύο γαλλικές επινοώσεις διαδεδούν σαν γαλλική (κονί) διεύρωση μέσα στην προσεργό πρόσωπα, άλλως και σαν προβάση των ανδρακίων. Εάν όμως μη έκταξη (\bullet) δέσμη διπολικής προβάσης της γαλλικής (\uparrow) στη διάδρομο στη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ προβάσιου. Ετοι οι δύο δέσμες διπολικής προβάσης της οπικού σφυχτείσα διαχωριστικές, αλλά με αναστοιχή των σχετικών απεκτίσεων.

2.9

γωνία γωνία γραμμή ηλιοτιάς

I.

45°

πλάκιο 9/4

100% διπλεκτικό

κάτοιγα

άγαντος
διεγένετος

δεξιός
νήσος

Μετά τας γραμ. ποιων, να δέσμη θα είναι γραφικά πολυγώνα με διεύθυνση πλευρών 45° με την κανονική διεύθυνση (αριστερά X). Στη συνέχεια, οι περιπτώσεις για την αξούμητη 2.2 (όποια πρώτα οραδία κοινά με την παρόντα λεκουν), θα γίνεται ότι η γένεσης των γεγονότων των διανοματών των πεδίων θα είναι περιορισμένη στην κυκλική πορεία. Οι διάφοροι τύποι της διανομής των πεδίων θα διανομένουν ως οξείδια.

$$E_x = E_0 \cos(kz - \omega t)$$

$$E_y = E_0 \cos(kz - \omega t - \frac{\pi}{2}) = E_0 \sin(kz - \omega t) \quad (1)$$

Το διαγεγραμμένο κατόπιν έχουμε ανάγκαν από απλά απαιτήσεις σε τυπούχη μέσο κατανού και προστίθιμο είναι αναγκαία καθετή ($\theta_i = 0$) ή εκτός μετατόπισης για την κατά πάσα για τη διάφορη τύπο. Επομένως οι οξείδεις (1) θα γίνουν: (Υπενδύμενοι στην ίδια γενετική της πορείας ανάγκαιων της ανατομίας για $\theta_i = 0$, για καν τα

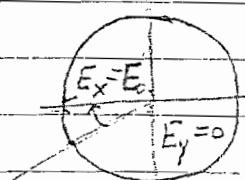
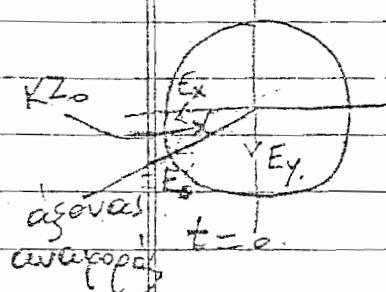
$$E_x = E_0 \cos(kz - \omega t + \pi) = -E_0 \cos(kz - \omega t) \quad (2)$$

$$E_y = E_0 \sin(kz - \omega t + \pi) = -E_0 \sin(kz - \omega t)$$

Για $t=0$ οι οξείδεις (2) δίνουν:

$$E_x = -E'_0 \cos kz_0, \quad E_y = -E'_0 \sin kz_0$$

$$\text{Για } t = \frac{kz_0}{\omega} : E_x = -E'_0$$



$$t = \frac{kz_0}{\omega}$$

$$E_y = 0$$

Δεξιούτροφη κίμων του διανοματών των πεδίων.

Έτσοι, θα γίνει η αναφέρεσι

διειστροφή κυκλική πορεία μετά την ανάγκη στην κατανούση.

Στη συνέχεια η δεύτερη προσπίτης θα γίνει παρόπληκτη. Επί την έξι καθυστερήσεις θα γίνεται

μια περιπέτη ραδιογέρμου $\pi/2$ έχει ως:

$$E_x = -E_0 \cos(kz - \omega t)$$

$$E_y = -E_0 \sin(kz - \omega t - \pi/2) = +E_0 \cos(kz - \omega t) \quad (3)$$

Η υπέρθετη των (3) δα σώσει γραφικά πρωτότυπο
ως, αλλά ότι διαδέχεται τόμων για διεύρυνσης
δηλ. με σχολή πολλών, κατά $\pi/2$.

$$\vec{E} = E_0 \cos(kz - \omega t) (\hat{y} - \hat{x})$$

Έτσι, στα υδροτόπια προσπένει στον γραφ. τόμων
δα έχει πολλούν καθένα στον άστρα εύκολης διέλευσης
του και στα δα θέτει για την υδροτόπια τον
τομών. Επομένως, $I_{\text{τελ.}} = 0$.

2.10. (a) Για γωνίες 0° και 90° δεν διέλευσης για τον
υδροτόπιο πολλών αγώνα στον πρώτη περιπτώση
το γενικό διάγραμμα του ενδιαφέροντος πολλών
διέλευσης των πολλών καθένα στο διεύρυνσης ακούγεται
διέλευσης των πολλών πολλών (πολλών εξόδων), καθώς
διεύρυνσης περιπτώσης δεν διέλευσης για πολλών
του ενδιαφέροντος πολλών αγώνα στον πρώτη περιπτώση
είναι διασταύρωμένοι (άστρος εύκολης διέλευσης, στη γωνία
 90° περισσότερος). Για άλλες γωνίες γωνίας περισσότερης
 0° και λιγότερης περισσότερης από 90° , αρκεί να προσθέτουμε
την τον περισσότερη την πρώτη πολλών διέλευσης πολλών
ακούγεται στο διεύρυνσης του εύκολης διέλευσης των ενδιαφέροντος
πολλών, καθώς και στην πολλών των περισσότερη περισσότερη του ενδιαφέροντος
πολλών διέλευσης πολλών ακούγεται στην πολλών των ενδιαφέροντος πολλών.

(b) Για γωνία 0° περισσότερη από την πολλών $\pi/2$ καταλαμβάνεται
το αστέρι εύκολης διέλευσης, από το οποίο καθένα

115

μην γάρ τις γραφήκα περιέχειν αἴσθητος κατά τι,
αλλά το πώς θα διατηρήσει την γραφήν των φύσεων
καθό από το γλακίδιο. Ετοι, θα προστέξει ότι τις
έξοδοι (τείχος) ή το γόνων κάθετη στις άστρους
διέγνων, την εγγενετικήν και αποτέλεσμα την θα διδύ-
μης από το ουρανό. Το ίδιο θα τυπωθεί στις αρχές
άστρων του γλακιδίου σχηματίζει γενικά 90° ή τις άστρες
κάθετος διέγνων των πρώτων πλευρών γιατί το
γλακίδιο περιβάλλεται ότι γάρ τις διάδοσης της αρχής
να αφοίνει τη γραφήκην της γραφής.

Τια γενικά 45° ήταν αρχής αίσθητα του γλακιδίου.
Και ταίχεα αποτελούν διέγνων των πλευρών πλευρών,
προφέρειν δέρμα την προσπίτηση ή το γλακίδιο μήπο-
τι αναγινετεί, αλλά την προσπίτηση την πλευρά της
οι ναρκερές διέγνωσης και την διάδοση της αρχής
και από την διάδοση του γλακιδίου αίσθητα. Ετοι,
μεταξύ των δύο αντίστοιχων δα προκύψει διαφορά
γάρ τι η γένη της έξοδοι των από το γλακίδιο. Η
υπέρδειν των δύο αντίστοιχων δα δίνει τη γρα-
φήκη περιμένει πώς, αλλά ότι της διάδοσης
πολέων κατά $\pi/2$. Ετοι μεταξύ των δύο της
δα προστέξει στην πλευρά εξόδων δα ταυτίζεται
τη διάδοση των αίσθητων διέγνων την πλευρά
και σημαίνει δα διέγνει πώς από το ουρανό.

Τια αναλήξεις γενικές: $0^\circ < \theta < 45^\circ$, $45^\circ < \theta < 90^\circ$,
τοι, με την περίπτωση διέγνωσης των πρώτων πλευρών μήπο-
τι να αναγινετεί τη διέγνωσης διάδοσης αρχής και
την περίπτωση αίσθητα του γλακιδίου. Οι δύο αντίστοιχες
(διαφορετικού τύπου), δα αποκτήσουν διαφορά
γάρ τι η γένη της διέγνωσης των από το γλακίδιο
και απέρδειν των δα δίνει την πλευρά της αρχής
μεταξύ των, αλλά τις αρχές της πλευράς κατά
τη περίπτωση γενικά ή της αρχής την από την θ.
Εποπτεύεις, δα διέλθει πώς από το ουρανό.