

2.3. ΗΜΚ - Οπτική

2.3.1. Ποιο ζεύγος περιγράφει ΗΜΚ;

Δίνονται τα πιο κάτω ζεύγη εξισώσεων όπου E η ένταση ηλεκτρικού πεδίου και B η ένταση μαγνητικού πεδίου:

α. $E = 75 \text{ ημ } 2\pi (12 \cdot 10^{10}t - 4 \cdot 10^4 x)$

$B = 25 \cdot 10^{-8} \text{ ημ } 2\pi (12 \cdot 10^{10}t - 4 \cdot 10^4 x) \text{ (SI)}$

β. $E = 300 \text{ ημ } 2\pi (6 \cdot 10^{10}t - 2 \cdot 10^2 x)$

$B = 100 \cdot 10^{-8} \text{ ημ } 2\pi (6 \cdot 10^{10}t - 2 \cdot 10^2 x) \text{ (SI)}$

γ. $E = 150 \text{ ημ } 2\pi (9 \cdot 10^{10}t - 3 \cdot 10^2 x)$

$B = 50 \cdot 10^{-8} \text{ ημ } 2\pi (9 \cdot 10^{10}t + 3 \cdot 10^2 x) \text{ (SI)}$

Ποιο από τα παραπάνω ζεύγη περιγράφει ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στο κενό;

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

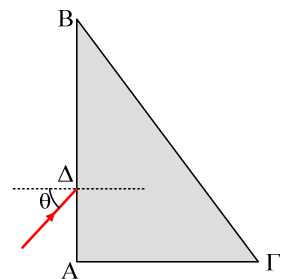
Εξετάσεις Ε.Λ. 2005

2.3.2. Διάθλαση ακτίνας

Ένα ορθογώνιο τριγωνικό πρίσμα έχει κάθετες πλευρές $(AB) = 8 \text{ cm}$ και $(AG) = 6 \text{ cm}$. Μια μονοχρωματική ακτίνα με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_0 = 400 \text{ nm}$ προσπίπτει στο σημείο Δ , όπου $(A\Delta) = 3 \text{ cm}$, υπό γωνία $\theta = \Gamma$ στην πλευρά AB .

Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος για την ακτινοβολία αυτή είναι $n = 4/3$, ζητούνται:

- i) Να χαραχθεί η πορεία της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της από το πρίσμα.
- ii) Με πόσα μήκη κύματος της ακτινοβολίας στο πρίσμα, αντιστοιχεί η διαδρομή της ακτίνας στο εσωτερικό του;

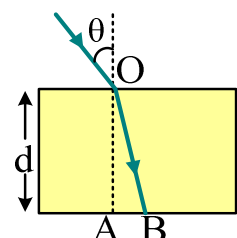


2.3.3. Ηλεκτρομαγνητικό κύμα και διάθλαση.

Δίνονται οι εξισώσεις για την ένταση ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού πεδίου, τα οποία μεταβάλλονται σε κάθετα επίπεδα

$$E = 120 \cdot \text{ημ } 2\pi(at - 2 \cdot 10^6 x) \text{ και } B = 4 \cdot 10^{-7} \cdot \text{ημ } 2\pi(at - 2 \cdot 10^6 x) \text{ (μονάδες στο S.I.)}$$

- i) Μπορούν οι παραπάνω εξισώσεις να περιγράφουν ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα που να διαδίδεται στο κενό;
- ii) Αν πράγματι υπάρχει τέτοιο ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στο κενό, να βρεθεί ο συντελεστής α του χρόνου, στην παραπάνω εξίσωση. Σε ποια περιοχή του φάσματος ανήκει αυτό το ΗΜΚ;
- iii) Το παραπάνω κύμα προσπίπτει από τον αέρα σε πλάκα πάχους $d = \sqrt{2} \text{ cm}$, όπως



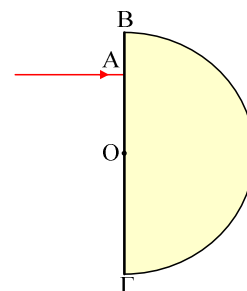
στο σχήμα όπου $\theta=30^\circ$, οπότε φτάνει στο σημείο B, σε απόσταση $x=0,5\text{cm}$ από το σημείο A.

- Να βρεθεί ο δείκτης διάθλασης του υλικού της πλάκας για το παραπάνω κύμα.
- Αν η φάση του διαθλώμενου κύματος είναι της μορφής $\varphi=\omega t-kx'$, να προσδιορίσετε τις τιμές των ω και k .

Δίνεται $c=3\cdot 10^8\text{ m/s}$

2.3.4. Γωνία εκτροπής από ένα ημισφαίριο.

Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η τομή ενός πρίσματος, σχήματος ημικυκλίου ακτίνας $R=\sqrt{2}\text{cm}$. Στο σημείο A, σε απόσταση $(OA)=1\text{cm}$ από το κέντρο του ημικυκλίου, προσπίπτει μια ακτίνα, κάθετα στην BΓ. Το μήκος του κύματος της ακτινοβολίας στο κενό είναι $400\sqrt{2}\text{ nm}$ και ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος για την παραπάνω ακτινοβολία $n=\sqrt{2}$.

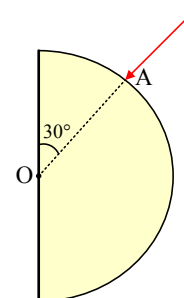


- Κατά ποια γωνία εκτρέπεται η ακτίνα κατά το πέρασμά της από το πρίσμα;
- Σε πόσα μήκη κύματος λ_1 της ακτίνας στο πρίσμα, αντιστοιχεί η διαδρομή που διανύει μέσα σ' αυτό;

2.3.5. Διάθλαση ακτίνας από πρίσμα

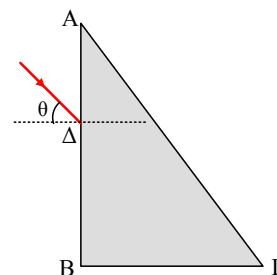
Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η τομή ενός πρίσματος, σχήματος ημικυκλίου ακτίνας $R=\sqrt{2}\text{cm}$. Στο σημείο A προσπίπτει μια ακτίνα με κατεύθυνση προς το κέντρο O του ημικυκλίου.

Να χαράξετε την πορεία της, μέχρι την έξοδό της από το πρίσμα, αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος είναι $n=1,5$.



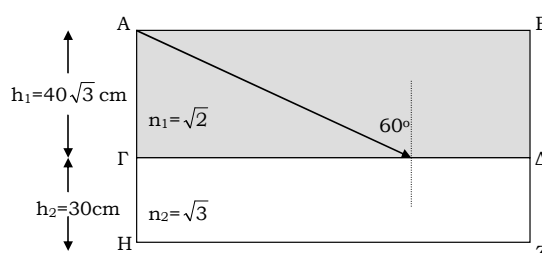
2.3.6. Χάραξη της πορείας μιας ακτίνας.

Η γωνία A του πρίσματος είναι ίση με 30° . Μια μονοχρωματική ακτίνα φωτός προσπίπτει στο σημείο Δ υπό γωνία θ , με $\eta\mu\theta=2/3$. Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος για την παραπάνω ακτίνα είναι ίσος με $4/3$, να χαράξετε την πορεία της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της από το πρίσμα.



2.3.7. Διάθλαση μονοχρωματικής ακτίνας

Η μονοχρωματική ακτίνα του σχήματος εκπέμπεται από φωτεινή πηγή που βρίσκεται στο σημείο A της πάνω ορθογώνιας πλάκας, προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο πλακών υπό γωνία 60° και συναντά την έδρα HZ της κάτω ορθογώνιας πλάκας στο σημείο P.



- Να βρείτε την απόσταση HP.
- Να βρείτε την ποσοστιαία μεταβολή στο μήκος κύματος της ακτίνας κατά την είσοδό της από την πάνω στην κάτω πλάκα.

iii) Σε πόσα μήκη κύματος λ_1 της ακτίνας στην πρώτη πλάκα αντιστοιχεί η διαδρομή που διανύει μέσα σ' αυτή; Δίνεται για την ακτίνα $\lambda_0=700\text{nm}$.

iv) Αντικαθιστούμε την πάνω πλάκα με μια άλλη όμοια σε διαστάσεις αλλά από υλικό που παρουσιάζει δείκτη διάθλασης n_1' , με $n_1 < n_1' < n_2$ για την ίδια ακτίνα, οπότε παρατηρούμε ότι το σημείο P μετατοπίζεται κατά 10cm, για την ίδια γωνία πρόσπτωσης της ακτίνας. Να βρείτε τον n_1' .

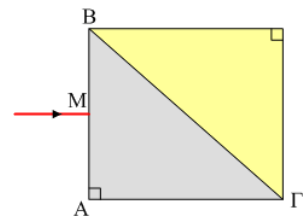
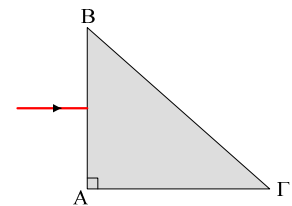
Δίνεται $\sqrt{3}=1,7$ και $\sqrt{2}=1,4$.

2.3.8. Διάθλαση και κρίσιμη γωνία.

Η τομή ενός πρίσματος είναι ορθογώνιο ισοσκελές τρίγωνο ABΓ με κάθετες πλευρές 2cm. Μια μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_0=600\text{nm}$ προσπίπτει κάθετα στο μέσον της πλευράς AB, όπως στο σχήμα. Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος για την ακτινοβολία αυτή είναι $n=1,5$:

- Πόσα μήκη κύματος βρίσκονται κάθε στιγμή στο εσωτερικό του πρίσματος;
- Τοποθετούμε ένα δεύτερο πρίσμα, με δείκτη διάθλαση $n_1=1,2$ όπως στο παρακάτω σχήμα.

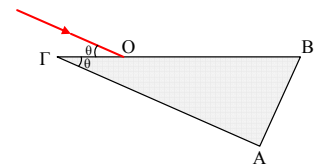
Ποιος είναι τώρα ο αριθμός των μηκών κύματος που αντιστοιχεί στην διαδρομή της ακτινοβολίας στο πρώτο πρίσμα;



2.3.9. Διάθλαση και ολική ανάκλαση

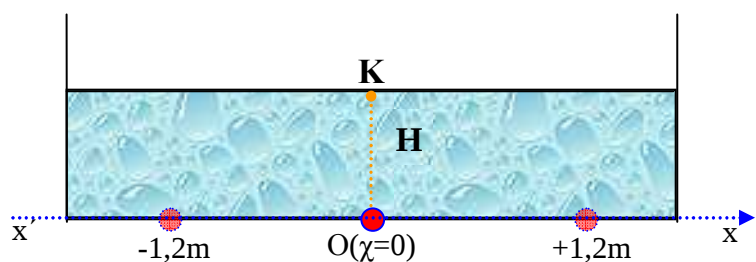
Η τομή ενός πρίσματος είναι ορθογώνιο τρίγωνο ABΓ, όπου η γωνία Γ είναι ίση με $\theta=30^\circ$. Στο σημείο O της πλευράς BΓ, όπου $(\Gamma O) < (AB)$, προσπίπτει μια μονοχρωματική ακτίνα, όπως στο σχήμα, παράλληλη προς την ΑΓ.

Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος για την ακτίνα αυτή είναι $n=\sqrt{3}$, να χαράξετε την πορεία της, μέχρι την έξοδό της από το πρίσμα.



2.3.10. Διάθλαση-Ολική ανάκλαση

Ένα κυλινδρικό δοχείο περιέχει νερό σε βάθος $H=0,6\text{m}$. Στον πυθμένα του δοχείου και στο κέντρο αυτού υπάρχει φωτεινή πηγή εκπομπής μονοχρωματικής ακτινοβολίας με κατεύθυνση πάντοτε προς το κέντρο K της κυκλικής ελεύθερης επιφάνειας του νερού.



Α) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου της ακτινοβολίας μέσα στο νερό έχει εξίσωση:

$$E = 1500\sqrt{2}\eta\mu(75\cdot 10^{13}\pi t - 25\sqrt{2}\cdot 10^5\pi x)(\text{S.I}).$$

Αν η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$ να βρεθεί

A-1. Η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στο νερό.

A-2. Ο δείκτης διάθλασης του νερού για την δεδομένη ακτινοβολία.

A-3. Η κρίσιμη γωνία εξόδου της ακτινοβολίας από νερό προς τον αέρα.

B) Να γραφεί η χρονική εξίσωση του μαγνητικού πεδίου της ακτινοβολίας στο νερό.

Γ) Κάποια στιγμή $t=0$ η φωτεινή πηγή αρχίζει να εκτελεί οριζόντια απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A=1,2\text{m}$ και περιόδου $T=1,2\text{s}$ χωρίς αρχική φάση. Αν ο άξονας ταλάντωσης $x'x$ και το κέντρο K της ελεύθερης επιφάνειας του νερού ανήκουν στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο, να βρείτε

Γ-1. Σε ποια περιοχή του άξονα ταλάντωσης $x'x$ πρέπει να βρίσκεται η πηγή ώστε η ακτινοβολία που στέλνει προς το K να διαθλάται προς τον αέρα.

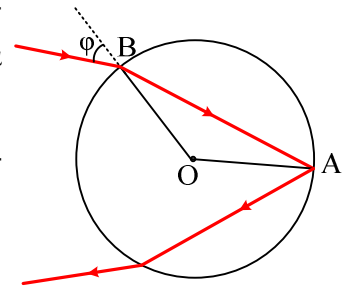
Γ-2. Τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα της $1^{\text{ης}}$ περιόδου ταλάντωσης της πηγής για την οποία έχουμε διάθλαση της ανωτέρω ακτινοβολίας.

Γ-3. Τη γωνία διάθλασης της ακτινοβολίας που εκπέμπει η πηγή προς το K όταν είναι στη θέση $x = -0,2\sqrt{3}\text{m}$. Για τον αέρα θεωρείστε δείκτη διάθλασης $n_{\text{αερ}}=1$.

2.3.11.Με αφορμή το Ουράνιο τόξο.....

Μια ακτίνα μονοχρωματικού φωτός προσπίπτει σε μια σφαιρική σταγόνα νερού (όπως στο ουράνιο τόξο), υπό γωνία ϕ και στο σχήμα φαίνεται η πορεία της μέχρι να εξέλθει από τη σταγόνα.

Στο βιβλίο λέγεται ότι στη θέση A η ακτίνα παθαίνει ολική εσωτερική ανάκλαση. Να εξετασθεί η ορθότητα της πρότασης αυτής.

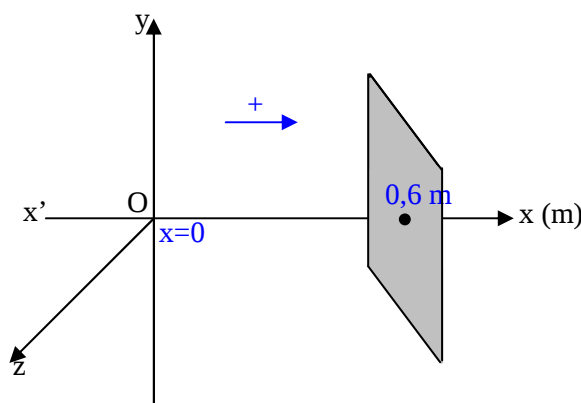


2.3.12.Στάσιμο ηλεκτρομαγνητικό κύμα.

Ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα xOx' προσπίπτει σε τέλεια γυαλισμένη, αγωγήμη, μεταλλική επιφάνεια που έχει τοποθετηθεί κάθετα στην διεύθυνση του Ηλεκτρομαγνητικού κύματος και ανακλάται πλήρως. Η ένταση του Ηλεκτρικού πεδίου του προσπίπτοντος ηλεκτρομαγνητικού κύματος έχει μέτρο που δίνεται από τη σχέση $E_1 = 2 \cdot 10^{-3} \eta \mu 2\pi(3 \cdot 10^9 t - 10x)$ (S.I.).

Το μέτρο της έντασης του Ηλεκτρικού πεδίου του ανακλώμενου κύματος δίνεται από τη σχέση:

$E_2 = -2 \cdot 10 \eta \mu 2\pi(3 \cdot 10^9 t + 10x)$ (S.I.). Η ταχύτητα διάδοσης του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι $c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.



α. Να εφαρμόσετε την Αρχή της Επαλληλίας και να αποδείξετε ότι η συμβολή προσπίπτοντος και ανα-

κλωμένου κύματος δημιουργεί στάσιμο ηλεκτρικό κύμα.

- β.** Με αφετηρία την εξίσωση του στάσιμου ηλεκτρικού κύματος, να προσδιορίσετε στον άξονα xOx' τις θέσεις όπου η ένταση του Ηλεκτρικού πεδίου είναι μηδέν, δηλαδή αντιστοιχούν σε δεσμούς του στάσιμου ηλεκτρομαγνητικού κύματος καθώς και τις θέσεις όπου η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι μέγιστη, δηλαδή αντιστοιχούν σε κοιλίες του στάσιμου ηλεκτρικού κύματος.
- γ.** Θεωρούμε ως θέση με $x=0$ την αρχή του άξονα O , θέση σχηματισμού ενός δεσμού του στάσιμου ηλεκτρομαγνητικού κύματος. Αν η μεταλλική επιφάνεια βρίσκεται στη θέση $x=0,6\text{m}$, να υπολογιστεί το πλήθος των δεσμών και κοιλιών που σχηματίζονται από τη θέση $x=0$ μέχρι την ανακλαστική επιφάνεια.
- δ.** Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου ηλεκτρικού κύματος τη χρονική στιγμή $t=5 \cdot 10^{-10}\text{s}$ για το τμήμα $0 \leq x \leq 0,6\text{m}$ του άξονα xOx' .
- ε.** Να υπολογίσετε τη στιγμιαία τιμή της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου στη θέση $A(x_A=0,275\text{m})$, τη χρονική στιγμή που η ένταση στη θέση $B(x_B=0,425\text{m})$ είναι $E_B = -4\sqrt{2} \cdot 10^{-3} \frac{\text{V}}{\text{m}}$.
- στ.** Να προσδιορίσετε τη σχέση που καθορίζει τις τιμές συχνότητας του Ηλεκτρομαγνητικού κύματος, για τις οποίες σχηματίζονται στάσιμα ηλεκτρικά κύματα στον άξονα xOx' , με δεδομένο ότι στη θέση $x=0$ και στη θέση $x=0,6\text{m}$ που βρίσκεται η μεταλλική επιφάνεια, σχηματίζονται δεσμοί. Πόσες τιμές συχνότητας υπάρχουν στην περιοχή των Μικροκυμάτων με $2,4 \cdot 10^9 \text{Hz} \leq f \leq 2,6 \cdot 10^9 \text{Hz}$.

2.3.13.Στάσιμα κύματα σε φούρνο μικροκυμάτων.

Σε φούρνο Μικροκυμάτων οι δέσμες των Μικροκυμάτων ανακλώνται στα τοιχώματα του φούρνου με αποτέλεσμα να σχηματίζονται Στάσιμα Ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Στη μία διάσταση (πλάτος) του θαλάμου του φούρνου που έχει μήκος $d=36\text{cm}$ αντιστοιχίζουμε τον άξονα $x'x$. Κατά μήκος του άξονα xx' θεωρούμε

ότι διαδίδεται στάσιμο Ηλεκτρικό κύμα της μορφής $E=2 \cdot 10^{-3} \eta\mu \frac{25\pi x}{3} \sin(5\pi \cdot 10^9 t)$ (S.I).

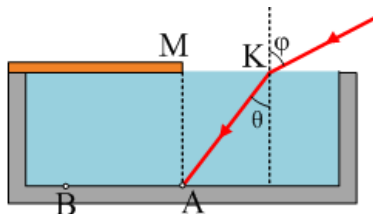
Θεωρούμε ως θέση $x=0$ τη θέση του ενός πλευρικού τοιχώματος του θαλάμου. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός $c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}$.

- α.** Να προσδιορίσετε το πλήθος και τις θέσεις των σημείων όπου η ένταση του Ηλεκτρικού πεδίου είναι:
- α₁**. μηδέν **α₂**. μέγιστη και βρίσκονται στο τμήμα του άξονα xx' με $0 \leq x \leq d=36\text{cm}$.
- β.** Σε μια παρτίδα του συγκεκριμένου τύπου Φούρνου Μικροκυμάτων λόγω ενός κατασκευαστικού λάθους το πλάτος της βάσης του θαλάμου (panel) είναι $d_1=40\text{cm}$. Ποιο το (%) ποσοστό της μεταβολής της συχνότητας των Μικροκυμάτων, ώστε στο τμήμα με $0 \leq x \leq d_1$, να σχηματίζεται ο ίδιος αριθμός σημείων μηδενικής έντασης Ηλεκτρικού πεδίου;
- γ.** Γιατί στους Φούρνους Μικροκυμάτων τα τρόφιμα τοποθετούνται σε περιστρεφόμενο δίσκο;
- δ.** Προκειμένου να μετρήσουμε την ταχύτητα του φωτός σε Φούρνο Μικροκυμάτων συχνότητας $f=2,45\text{Hz}$, εκτελούμε το ακόλουθο πείραμα:
- Καλύπτουμε τη μια επιφάνεια ενός χαρτονιού με διαστάσεις κατάλληλες, ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί στο θάλαμο του φούρνου, με φύλλα θερμικού χαρτιού και στερεώνουμε τις άκρες τους στην άλλη

επιφάνεια του χαρτονιού. Ψεκάζουμε ομοιόμορφα την επιφάνεια του θερμικού χαρτιού με νερό και αφού αφαιρέσουμε τον περιστρεφόμενο δίσκο του φούρνου, τοποθετούμε το χαρτόνι στο θάλαμο. Θέτουμε σε λειτουργία το φούρνο για ένα λεπτό. Όταν βγάλουμε το χαρτόνι, παρατηρούμε ότι υπάρχουν περιοχές έντονης προβολής (αμαύρωσης) στο θερμικό χαρτί. Επαναλαμβάνουμε τρεις φορές την όλη διαδικασία και βρίσκουμε ότι η μέση απόσταση των κέντρων δύο περιοχών έντονης αμαύρωσης είναι $d=6\text{cm}$. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των Μικροκυμάτων. Αν η τιμή της ταχύτητας διάδοσης του φωτός είναι $c_0=299.792.458\text{m/s}$, ποιο το (%) σχετικό σφάλμα της μέτρησης;

2.3.14. Μπορούμε να φωτίσουμε το σημείο;

Διαθέτουμε ένα δοχείο με βάθος $h=40\text{cm}$, το οποίο είναι γεμάτο πλήρως με υγρό με δείκτη διάθλασης $n=\sqrt{2}$, για μια μονοχρωματική ακτινοβολία φωτός, που παράγεται από μια συσκευή Laser. Στο πάνω μέρος, είναι καλυμμένη με αδιαφανές κάλυμα, η μισή ελεύθερη επιφάνεια του δοχείου, όπως στο σχήμα. Στον πυθμένα του δοχείου υπάρχουν δύο σημεία A και B, όπως στο σχήμα, όπου $(AB)=40\text{cm}$.



- Μια ακτίνα φωτός φτάνει στο σημείο A, αφού διαθλαστεί στο σημείο K, όπου $(MK)=30\text{cm}$. Να βρεθεί η γωνία πρόσπτωσης φ .
- Μπορούμε να ρίξουμε φως στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, σε σημείο Λ δεξιά του K και να φωτίσουμε το σημείο A ;
- Να εξετάσετε αν θα μπορούσαμε να φωτίσουμε το σημείο B, με χρήση ακτίνας από την ίδια συσκευή Laser.

2.3.15. Πως θα κρύψουμε την λάμπα;

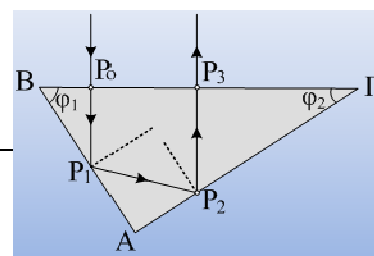
Ο πυθμένας μιας πισίνας είναι τετράγωνο πλευράς $a=10\text{m}$ και το ύψος της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού είναι $H=4\text{m}$. Μια συσκευή Laser, η οποία είναι τοποθετημένη σε μια από τις κορυφές του πυθμένα, εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία ορατού φωτός.

- Ο δείκτης διάθλασης του νερού για την ακτινοβολία αυτή είναι $n=5/3$.
- Να βρεθεί το ελάχιστο εμβαδόν ενός αδιαφανούς καλύμματος, το οποίο πρέπει να τοποθετήσουμε στην επιφάνεια του υγρού, ώστε η συσκευή Laser να μην είναι ορατή από κανένα σημείο έξω από την πισίνα.

Να εξετάσετε το ίδιο πρόβλημα όταν η συσκευή Laser τοποθετηθεί

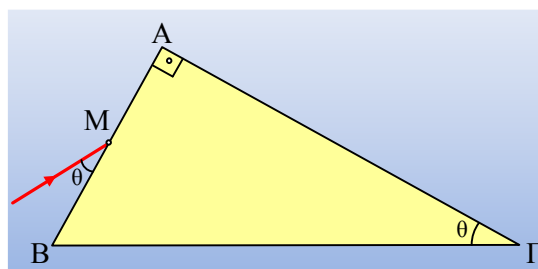
- στο μέσο μιας πλευράς του πυθμένα
- στο κέντρο του πυθμένα.

2.3.16. Αντιστροφή μιας ακτίνας.



Σε ένα οπτικό όργανο μπορούμε να αντιστρέψουμε την πορεία μιας ακτίνας φωτός χρησιμοποιώντας π.χ. ένα γυάλινο πρίσμα με οξείες γωνίες φ_1 και φ_2 ($\varphi_1 > \varphi_2$), όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν ο δείκτης διάθλασης του φωτός για το γυαλί ως προς τον αέρα είναι n και η ακτίνα πέφτει κάθετα στο σημείο P_0 της έδρας του πρίσματος που πρόσκειται στις φ_1 και φ_2 , βρείτε τις συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούν οι φ_1 , φ_2 και n , ώστε η αναδυόμενη ακτίνα να εξέρχεται αντιπαράλληλα προς την προσπίπτουσα.

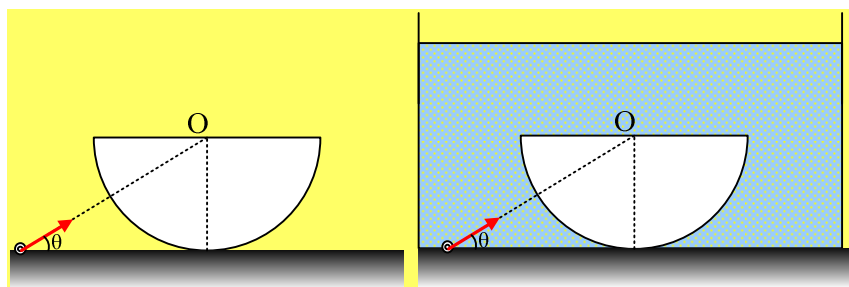
2.3.17. Η εκτροπή ακτίνας από τριγωνικό πρίσμα.



Μια μονοχρωματική ακτίνα προσπίπτει στο μέσον M της πλευράς AB ενός ορθογώνιου τριγωνικού πρίσματος, με υποτείνουσα $(BG)=8\text{cm}$, με γωνία $\Gamma=\theta=30^\circ$, σχηματίζοντας γωνία $\theta=30^\circ$ με την πλευρά, όπως στο σχήμα. Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος είναι $n = \sqrt{3}$ για την ακτινοβολία αυτή, να βρεθούν:

- τα σημεία εξόδου της ακτίνας από το πρίσμα
- Η γωνιακή εκτροπή της ακτίνας κατά το πέρασμά της από το πρίσμα (η γωνία μεταξύ αρχικής και τελικής διεύθυνσης διάδοσης της ακτίνας).

2.3.18. Διάθλαση και ολική ανάκλαση σε ημισφαίριο.



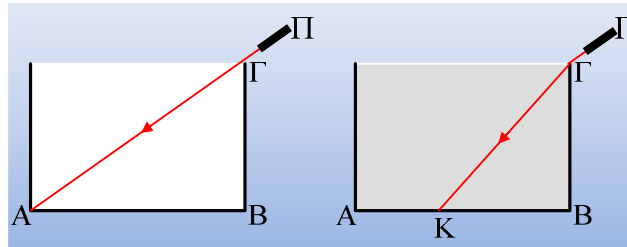
Σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκεται ένα γυάλινο ημισφαίριο κέντρου O , όπως στο αριστερό σχήμα. Από μια φωτεινή πηγή εκπέμπεται μια μονοχρωματική ακτίνα με κατεύθυνση προς το κέντρο O του ημισφαιρίου, η διεύθυνση της οποίας σχηματίζει γωνία $\theta=30^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση. Δίνεται ότι ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού αυτού, για την συγκεκριμένη ακτίνα, είναι ίσος με $n_1=1,5$.

- Αφού σχεδιάσετε την πορεία της ακτίνας, μέχρι και την έξοδό της από το ημισφαίριο, να υπολογίσετε τη γωνιακή εκτροπή της ακτίνας (τη γωνία που σχηματίζει η αρχική διεύθυνση της ακτίνας με την τελική διεύθυνση διάδοσής της).
- Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα τόσο το ημισφαίριο, όσο και η φωτεινή πηγή, είναι τοποθετημένα σε δοχείο, το οποίο έχουμε γεμίσει με υγρό, δείκτη διάθλασης $n_2=1,4$. Να βρεθεί ξανά η γωνιακή εκτροπή της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της από το γυαλί.
- Αντικαθιστούμε το παραπάνω υγρό με άλλο, το οποίο έχει δείκτη διάθλασης $n_3=1,5$. Να βρεθεί τώρα η

εκτροπή της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της από το γυαλί.

Δίνονται $n_{60^\circ} \approx 0,86$ και $n_{68^\circ} \approx 0,93$.

2.3.19. Διάθλαση και πορεία ακτίνας.



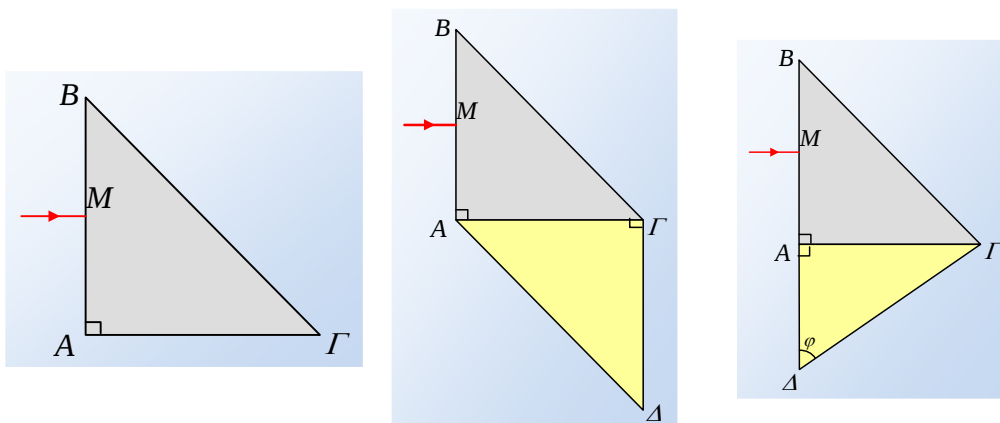
Διαθέτουμε ένα δοχείο σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπίπεδου με ύψος $h=60\text{cm}$. Με μια μικρή συσκευή Laser στοχεύουμε όπως στο πρώτο σχήμα, ώστε η ακτίνα μόλις να περνά από την δεξιά πλευρά και να φτάνει στην απέναντι γωνία, όπως στο αριστερό σχήμα, όπου έχουμε σχεδιάσει μια τομή που δείχνει την πορεία της ακτίνας. Χωρίς να μετακινήσουμε τη συσκευή γεμίζουμε το δοχείο με νερό, οπότε η ακτίνα φτάνει σε σημείο K της βάσης, όπου $(AK)=35\text{cm}$, ενώ $(AB)=80\text{cm}$.

- Να υπολογιστεί ο δείκτης διάθλασης του νερού.
- Αν από μια μικρή οπή στη βάση του δοχείου, αφήσουμε να χυθεί η μισή ποσότητα του νερού, να υπολογιστεί σε πόση απόσταση από το A, η ακτίνα θα συναντήσει τη βάση του δοχείου.

2.3.20. Ένας συνδυασμός πρισμάτων και διάθλαση.

Η τομή ενός πρίσματος είναι ορθογώνιο ισοσκελές τρίγωνο $AB\Gamma$ με κάθετες πλευρές 4cm . Μια μονοχρωματική ακτινοβολία με μήκος κύματος στο κενό $\lambda_0=640\text{nm}$ προσπίπτει κάθετα στο μέσον της πλευράς AB , όπως στο πρώτο σχήμα. Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος για την ακτινοβολία αυτή είναι $n=1,6$:

- Πόσα μήκη κύματος βρίσκονται κάθε στιγμή στο εσωτερικό του πρίσματος;



- Τοποθετούμε ένα όμοιου σχήματος δεύτερο πρίσμα, με δείκτη διάθλαση $n_1=1,5$ όπως στο μεσαίο σχήμα. Να χαράξετε την πορεία της ακτίνας, μέχρι την έξοδό της στον αέρα.
- Αν το δεύτερο πρίσμα είχε τομή ορθογωνίου τριγώνου με γωνία $\Delta=\varphi=60^\circ$, (δεξιό σχήμα) να χαράξετε ξανά την πορεία της ακτίνας μέχρι την έξοδό της στον αέρα.

