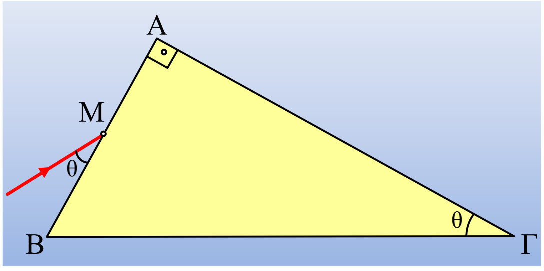
Η εκτροπή ακτίνας από τριγωνικό πρίσμα.

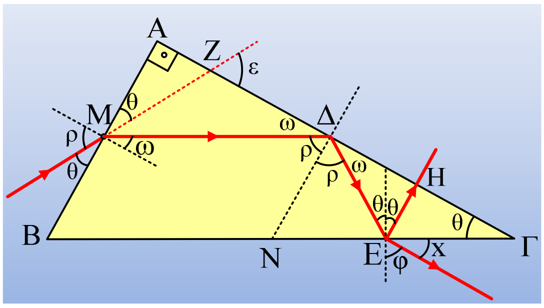


Μια μονοχρωματική ακτίνα προσπίπτει στο μέσον Μ της πλευράς ΑΒ ενός ορθογώνιου τριγωνικού πρίσματος, με υποτείνουσα (ΒΓ)=8cm, με γωνία Γ=θ=30°, σχηματίζοντας γωνία θ=30° με την πλευρά, όπως στο σχήμα. Αν ο δείκτης διάθλασης του πρίσματος είναι $n=\sqrt{3}$ για την ακτινοβολία αυτή, να βρεθούν:

i) τα σημεία εξόδου της ακτίνας από το πρίσμα

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

Απάντηση:



i) Η κάθετος στην πλευρά ΑΒ, είναι παράλληλη στην ΑΓ και η γωνία πρόσπτωσης ρ=60° και εφαρμόζοντας το νόμο του Snell παίρνουμε:

$$n_{\alpha\varepsilon\rho}\cdot \eta\mu\rho = n\cdot \eta\mu\omega \rightarrow \eta\mu\omega = \frac{\eta\mu\rho}{n} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$$

Συνεπώς η γωνία διάθλασης ω=30°. Αλλά τότε και η γωνία ΜΔΑ είναι επίσης ω, ως εντός εναλλάξ δύο παραλλήλων. Αλλά αφού η γωνία $A\Delta M_{(\omega)}=A\Gamma B_{(\theta)}=30°$ η ΜΔ είναι παράλληλη προς την βάση ΒΓ και περνά από το μέσον Δ της ΑΓ.

Εξάλλου η γωνία πρόσπτωσης στο σημείο Δ, είναι επίσης ρ=60° (συμπληρωματική της ω).

Υπολογίζουμε την κρίσιμη γωνία για τη διάθλαση στο Δ:

$$n\cdot \eta\mu\vartheta_{crit} = n_{\alpha\varepsilon\rho}\cdot \eta\mu 90^o \rightarrow \eta\mu\vartheta_{crit} = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

Ενώ $\eta\mu\rho = \eta\mu 60^o = \frac{\sqrt{3}}{2} > \frac{\sqrt{3}}{3}$ συνεπώς η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη και η ακτίνα στο σημείο Δ θα υποστεί ολική ανάκλαση.

Αλλά τότε θα ανακλαστεί με γωνία ανάκλασης ρ και θα φτάσει στο σημείο Ε της πλευράς ΒΓ. Η γωνία ΔΕΓ=180°-ω-θ=120°, οπότε η γωνία πρόσπτωσης είναι επίσης θ=30°, όπου ημθ= ½ < $\eta\mu\vartheta_{crit} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ συνεπώς η ακτίνα θα διαθλαστεί στο σημείο Ε. Όμως η κάθετη ΔΝ στο σημείο Δ συνδέει τα μέσα των δύο πλευρών, συνεπώς (ΝΓ)= ½ (ΒΓ).

Το τρίγωνο ΔΕΓ είναι ισοσκελές οπότε (ΔΕ)=(ΕΓ), ενώ το τρίγωνο ΔΕΝ είναι ισόπλευρο (γωνίες 60°), συνεπώς (ΔΕ)=(ΕΓ)=(ΝΕ) = ¼ (ΒΓ).

Η ακτίνα λοιπόν θα εξέλθει (μερικώς) από το πρίσμα από ένα σημείο Ε που απέχει από την κορυφή Γ, απόσταση ίση με το ¼ (ΒΓ). .

Αλλά η έξοδος αυτή θα είναι μερική, αφού ένα μέρος της ακτίνας θα ανακλαστεί στο Ε υπό γωνία θ=30°, συνεπώς θα κινηθεί πάνω στην διχοτόμο της γωνίας ΔΕΓ και θα βγει κάθετα στην πλευρά ΑΓ, από το σημείο Η στο μέσον της (ΕΓ). Δηλαδή αντίστοιχα από απόσταση είναι (ΗΓ)= ¼ (ΑΓ).

ii) Εφαρμόζουμε τώρα ξανά το νόμο του Snell για την διάθλαση στο Ε και παίρνουμε:

$$n \cdot \eta\mu\vartheta = n_{\alpha\varepsilon\rho} \cdot \eta\mu\varphi \rightarrow \eta\mu\varphi = n \cdot \eta\mu\vartheta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Οπότε φ=ρ=60°.

Αλλά τότε x=30° και αφού είναι ίση με την γωνία Γ=θ, τότε η τελική διεύθυνση διάδοσης της ακτίνας, είναι παράλληλη στην πλευρά ΑΓ και η γωνία εκτροπής, είναι η γωνία ε, στο παραπάνω σχήμα. Με βάση το παραπάνω σχήμα στο ορθογώνιο τρίγωνο ΑΜΖ, όπου Ζ το σημείο που η προέκταση της αρχικής ακτίνας τέμνει την (ΑΓ), η γωνία της κορυφής Μ=θ=30°, συνεπώς ε=60°.

Εξάλλου για την ακτίνα που θα εξέλθει στο σημείο Η, η γωνιακή της εκτροπή θα είναι ε_1=θ=30° αφού η τελική διεύθυνση είναι παράλληλη στην (ΑΒ).

Σχόλιο:

Δεν τελειώσαμε τόσο εύκολα!!!

Υπάρχει και μια μερική ανάκλαση στο σημείο Μ, αλλά και μια μερική επίσης ανάκλαση στο Η!

Η ακτίνα αυτή θα επιστρέψει στο Ε, που εν μέρει θα διαθλαστεί ξανά υπό γωνία 60° (προς τ' αριστερά), αλλά εν μέρει θα ανακλαστεί και αφού υποστεί ολική ανάκλαση στο Δ, θα φτάσει στο Μ, για να διαθλαστεί εν μέρει ακολουθώντας την αρχική πορεία, αλλά αντίθετη φορά και εν μέρει….

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους….

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης