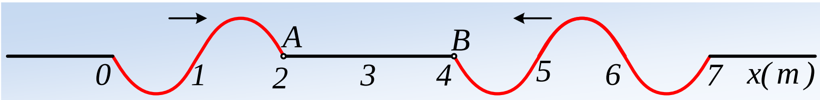
Τρεις ερωτήσεις ενός Β΄ ΘΕΜΑΤΟΣ.

Ερώτηση 1η:

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου διαδίδονται με ταχύτητα υ=1m/s δύο κύματα ίδιου πλάτους και ίδιου μήκους κύματος και στο σχήμα φαίνεται η μορφή του μέσου τη χρονική στιγμή t_0.



i) Πόση είναι η φάση του σημείου Α και πόση του σημείου Β τη στιγμή αυτή;

ii) Να σχεδιάστε τη μορφή του μέσου τις χρονικές στιγμές:

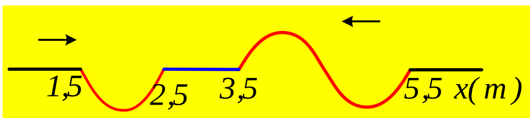
α) $t_1=t_0+1,5s$, β) $t_2= t_0+3s$ γ) $t_3= t_0+4s$

Απάντηση:

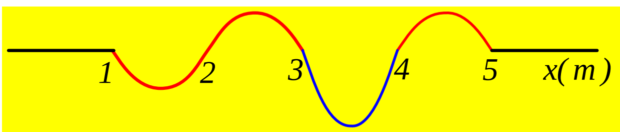
Με βάση το σχήμα λ=2m οπότε υ=λ·f → $f=\dfrac{\upsilon}{\lambda}=0,5Hz$ ή T=2s.

i) Το σημείο Α ξεκινά την ταλάντωσή του από τη θέση ισορροπίας κινούμενο προς την θετική κατεύθυνση συνεπώς έχει μηδενική φάση. Αντίθετα το σημείο Β ξεκινά ξανά από τη θέση ισορροπίας, αλλά προς την αρνητική κατεύθυνση συνεπώς η φάση του είναι ίση με π (rad).

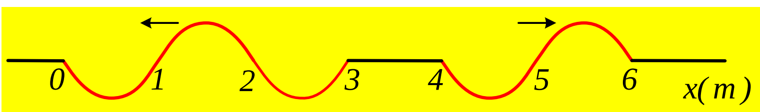
ii) α) Τη στιγμή $t_1=t_0+1,5s$, το κάθε κύμα έχει διαδοθεί κατά s=υ·Δt=1,5m, οπότε το κύμα προς τα δεξιά έχει φτάσει στη θέση 3,5m, ενώ το κύμα προς τα αριστερά στη θέση 2,5m. Προφανώς στην περιοχή 2,5m ≤ x ≤ 3,5m έχουμε συμβολή και δημιουργία στάσιμου κύματος. Έτσι η μορφή του μέσου, είναι όπως στο σχήμα, όπου το τμήμα με μπλε χρώμα, αντιστοιχεί στο στάσιμο:



β) Τη χρονική στιγμή $t_2= t_0+3s$, με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε ότι τα κύματα έχουν διαδοθεί κατά s=υ·Δt=3m και πρώτο κύμα έχει φτάσει στην θέση x_1=5m, ενώ το δεύτερο στη θέση x_2=1m. Το αντίστοιχο στιγμιότυπο είναι:



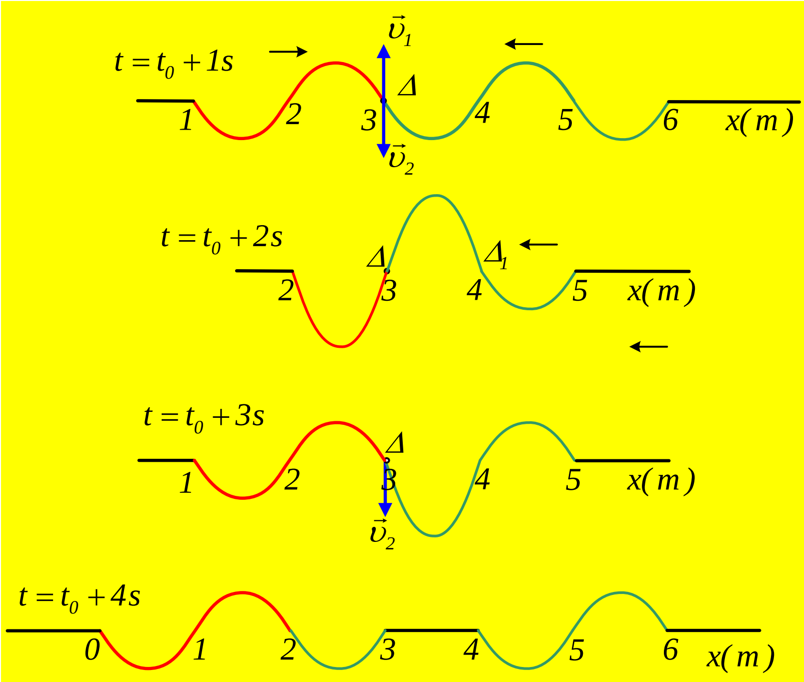
γ) Τη στιγμή $t_3= t_0+4s$ το κάθε κύμα έχει διαδοθεί κατά 4m και το πρώτο κύμα έχει φτάσει στη θέση x_1=6m και το δεύτερο (προς τα αριστερά) στη θέση x_2=0m και το στιγμιότυπο είναι:



Σχόλιο:

Παραπάνω απαντήσαμε στο ii) ερώτημα με βάση την αρχή της επαλληλίας, όπου το κάθε κύμα διαδίδεται στο μέσον, χωρίς να επηρεάζεται η διάδοσή του, από την παρουσία του άλλου κύματος.

Ας δούμε το παρακάτω σχήμα, όπου έχουμε σχεδιάσει στιγμιότυπα που απέχουν κατά 1s:

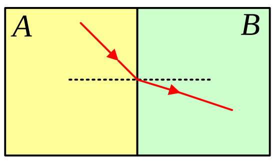


Τα δυο κύματα συναντώνται τη στιγμή t_0+1s στο σημείο Δ (στη θέση x=3m), όπου εκεί θα δημιουργηθεί δεσμός, αφού η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου αυτού θα είναι μηδενική (α΄σχήμα). Στον δεσμό αυτό τα δύο κύματα ανακλώνται, οπότε μετά από 1s θα έχουμε την δεύτερη εικόνα όπου στη θέση x=4m δημιουργείται και δεύτερος δεσμός στάσιμου κύματος. Τη στιγμή t_0+3s το κύμα που αρχικά διαδίδεται προς τα δεξιά (κόκκινο χρώμα) έχει πλήρως ανακλαστεί, ενώ στην περιοχή 3m ≤ x ≤5m βρίσκεται η ενέργεια που μεταφέρει το κύμα που αρχικά διαδίδεται προς τα αριστερά (πράσινο χρώμα) και όπου υπάρχει μια άτρακτος στάσιμου κύματος και μισό μήκος τρέχοντος κύματος.

Τη στιγμή τώρα t_0+4s (τελευταίο σχήμα) η προηγούμενη άτρακτος «έχει διαλυθεί» και έχει δημιουργήσει δύο παλμούς (στο σχήμα με πράσινο χρώμα) όπου ο ένας διαδίδεται προς τα αριστερά μαζί με το «κόκκινο κύμα» αναδημιουργώντας το αρχικό κύμα που διαδίδεται προς τα αριστερά.

Ερώτηση 2η:

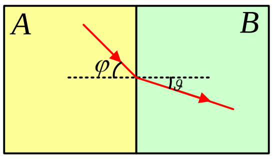
Στο σχήμα φαίνονται δύο διαφανείς πλάκες Α και Β. Μια ακτίνα φωτός εισέρχεται από την πλάκα Α στη Β, όπως στο σχήμα. Χαρακτηρίστε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις **δικαιολογώντας** απόλυτα την απάντησή σας.



i) Για τους δείκτες διάθλασης των δύο υλικών ισχύει $n_A < n_B$.

ii) Για να συμβεί ολική ανάκλαση σε μια ακτίνα φωτός, αυτή θα πρέπει να μεταβαίνει από την πλάκα Β στην πλάκα Α.

Απάντηση:



i) Παίρνοντας το νόμο του Sneeℓ για τη διάθλαση της ακτίνας παίρνουμε:

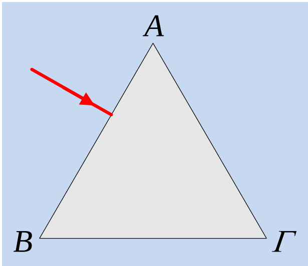
$$n_A \cdot \eta\mu\phi = n_B \cdot \eta\mu\vartheta \rightarrow$$

$$\frac{\eta\mu\phi}{\eta\mu\vartheta} = \frac{n_B}{n_A} > 1$$

Αφού με βάση το σχήμα φ>θ.

ii) Για να μπορεί να συμβεί ολική ανάκλαση θα πρέπει η ακτίνα να μεταβαίνει από μέσον, με μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης σε μέσο με μικρότερο (από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσον). Συνεπώς στην περίπτωση αυτή από το μέσον Β στο μέσον Α.

Ερώτηση 3η:

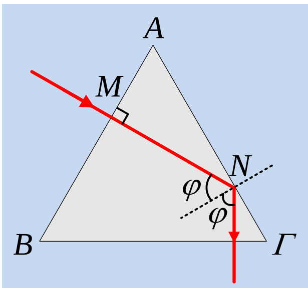


Μια ακτίνα μονοχρωματικού φωτός πέφτει κάθετα στη μια πλευρά πρίσματος, η τομή του οποίου είναι ισόπλευρο τρίγωνο, όπως στο σχήμα.

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

ii) Ποιος ο ελάχιστος δείκτης διάθλασης του πρίσματος, ώστε η ακτίνα να υποστεί ολική εσωτερική ανάκλαση στην πλευρά ΑΓ του πρίσματος.

Απάντηση:



i) Η ακτίνα πέφτει κάθετα στην πλευρά ΑΒ, οπότε θα συνεχίζει χωρίς αλλαγή στη διεύθυνσή της και θα φτάσει στην πλευρά ΑΓ, σχηματίζοντας γωνία πρόσπτωσης φ=60° (το τρίγωνο ΑΜΝ είναι ορθογώνιο και αφού η γωνία Α είναι 60°, η γωνία ΜΝΑ θα είναι ίση με 30°, αλλά τότε η γωνία φ=60°). Εφαρμόζοντας για την διάθλαση στο σημείο Ν το νόμο του Sneeℓ παίρνουμε:

$$n \cdot \eta\mu\phi = n_{\alpha\varepsilon\rho} \cdot \eta\mu\vartheta \rightarrow$$

$$\eta\mu\vartheta = n \cdot \eta\mu\phi = \sqrt{3}\,\frac{\sqrt{3}}{2} = 1{,}5!!!$$

Αλλά τότε η ακτίνα δεν θα διαθλαστεί στο Μ, αλλά θα υποστεί ολική ανάκλαση και φεύγοντας, όπως στο σχήμα, υπό γωνία φ, θα πέσει κάθετα στη βάση ΒΓ και θα εξέλθει στον αέρα,

ii) Ο ελάχιστος δείκτης διάθλασης του πρίσματος, για τον οποίο η ακτίνα θα υποστεί οριακά ολική ανάκλαση, είναι αυτός για τον οποίο η ακτίνα με δεδομένη γωνία πρόσπτωσης (που θα αντιστοιχεί στην κρίσιμη γωνία και που στην περίπτωσή μας θα είναι ίση με 60°), θα εξέλθει παράλληλα στην επιφάνεια στο σημείο Ν και θα ισχύει:

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

$$n = \frac{1}{\eta\mu\vartheta_{crit}} = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \approx 1{,}15$$

dmargaris@sch.gr