ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ - ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ 2013

ΘΕΜΑ Α

Α1

Δίνεται υ = Αωημωt. Επειδή υ = dx/dt, θέλουμε συνάρτηση x της οποίας η παράγωγος είναι Αωημωt.

$$x = Αημ(ωt + 3π/2) \Rightarrow υ = Αωσυν(ωt + 3π/2) = Αωημωt$$

Σωστή απάντηση: δ.

Α2

Σε βρεγμένο δρόμο το φως ανακλάται πιο κατοπτρικά. Άρα λιγότερο φως επιστρέφει διάχυτα στα μάτια του οδηγού και η οδήγηση γίνεται δυσκολότερη.

Σωστή απάντηση: γ.

Α3

Η δύναμη απόσβεσης είναι F = -bυ, δηλαδή έχει πάντα αντίθετη φορά από την ταχύτητα.

$$P = Fυ = -bυ^2 < 0$$

Άρα το έργο της είναι πάντα αρνητικό. Σωστή απάντηση: β.

Α4

Για ιδανικό κύκλωμα LC ισχύει:

$$f = 1/(2π\sqrt{(LC)})$$

Με C σταθερό:

$$f_2/f_1 = \sqrt{(L_1/L_2)}$$

Δίνεται $f_2 = f_1/4$, άρα:

$$1/4 = \sqrt{(L_1/L_2)} \Rightarrow 1/16 = L_1/L_2 \Rightarrow L_2 = 16L_1$$

Σωστή απάντηση: β.

Α5

Πρόταση	Απάντηση	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Το ιδανικό σώμα που δεν παραμορφώνεται λέγεται στερεό σώμα / απολύτως στερεό, όχι «μηχανικό στερεό».
β	Λάθος	Το ορατό φως προκύπτει από αποδιεγέρσεις ηλεκτρονίων, όχι πυρήνων.
γ	Λάθος	Διάθλαση εμφανίζουν όλα τα κύματα, όχι μόνο το ορατό φως.

Mr.Spience

δ	Σωστό	Σε κεντρική ελαστική κρούση ίσων μαζών γίνεται ανταλλαγή ταχυτήτων.
ε	Σωστό	Η στροφορμή έχει μονάδα kg·m²/s = N·m·s.

ΘΕΜΑ Β

Β1

Φυσική συχνότητα του συστήματος ελατηρίου-μάζας:

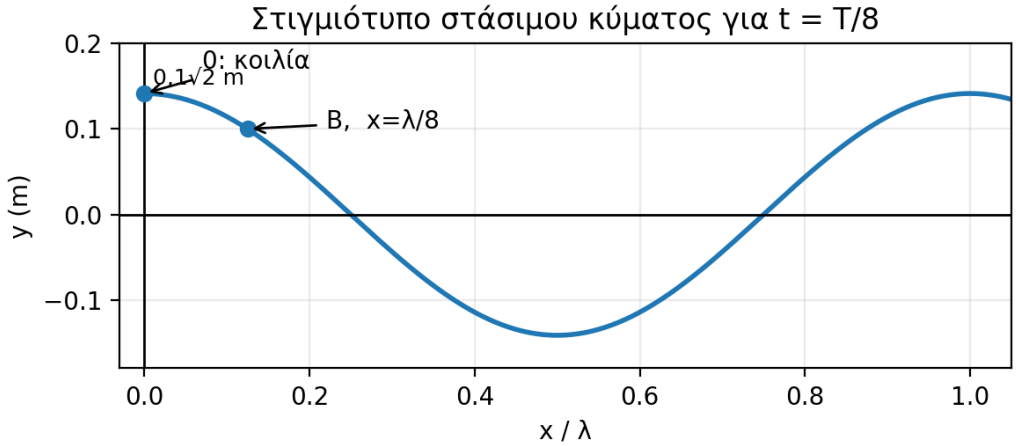
$$f_0 = 1/(2\pi) \cdot \sqrt{(k/m)} = 1/(2\pi) \cdot \sqrt{(100/1)} = 5/\pi \text{ Hz}$$

Η συχνότητα του διεγέρτη είναι f = 8/π Hz, δηλαδή μεγαλύτερη από τη συχνότητα συντονισμού.

Αν αυξηθεί κι άλλο η συχνότητα του διεγέρτη, το σύστημα απομακρύνεται περισσότερο από τον συντονισμό. Επομένως το πλάτος μειώνεται.

Σωστή απάντηση: i.

Β2



Για στάσιμο κύμα με κοιλία στο x = 0 μπορούμε να γράψουμε:

$$y = A_0 \text{ συν}(2\pi x/\lambda) \text{ ημ}(2\pi t/T)$$

όπου A_0 είναι το πλάτος της κοιλίας.

Από το σχήμα, για t = T/8 η κοιλία O έχει απομάκρυνση 0,1√2 m. Επειδή:

$$\text{ημ}(2\pi \cdot T/8T) = \text{ημ}(\pi/4) = \sqrt{2}/2$$

έχουμε:

$$0{,}1\sqrt{2} = A_0 \cdot \sqrt{2}/2 \Rightarrow A_0 = 0{,}2 \text{ m}$$

Το πλάτος σημείου που βρίσκεται στη θέση x είναι:

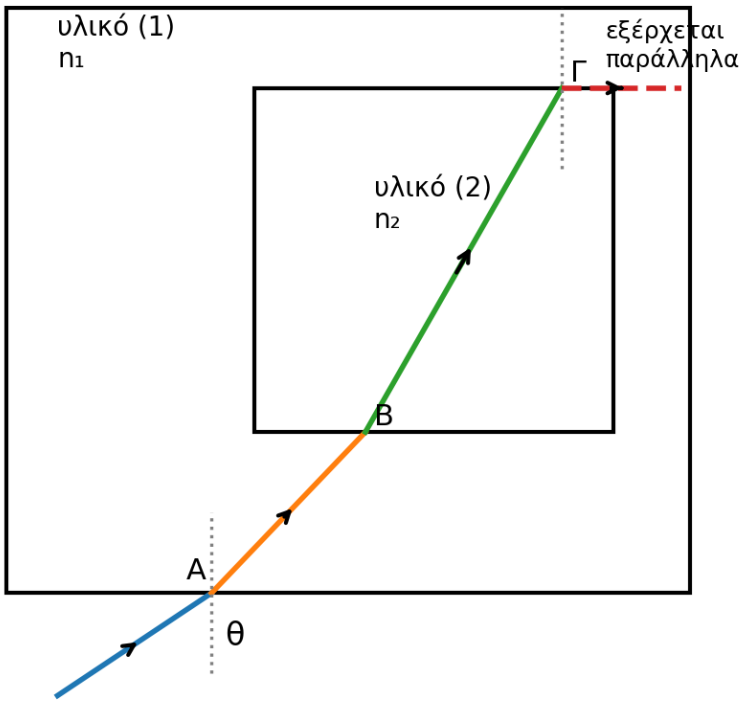
$$A(x) = A_0 \, |\sigma\upsilon\nu(2\pi x/\lambda)|$$

Για $xB = \lambda/8$:

$$AB = 0{,}2 \cdot |\sigma\upsilon\nu(\pi/4)| = 0{,}2 \cdot \sqrt{2}/2 = 0{,}1\sqrt{2} \text{ m}$$

Σωστή απάντηση: iii.

B3



Το φως εισέρχεται από τον αέρα στο υλικό (1), περνά στο υλικό (2) και στο σημείο Γ κινείται οριακά παράλληλα στη διαχωριστική επιφάνεια. Αυτό σημαίνει ότι στο Γ έχουμε οριακή διάθλαση, δηλαδή γωνία διάθλασης 90°.

Αν i είναι η γωνία πρόσπτωσης στο Γ μέσα στο υλικό (2), τότε από τον νόμο του Snell:

$$n_2 \, \eta\mu i = n_1 \cdot \eta\mu 90° \;\Rightarrow\; \eta\mu i = n_1/n_2$$

Από τη γεωμετρία των κάθετων διαχωριστικών επιφανειών, η γωνία που χρειάζεται στη διάθλαση στο B είναι 90° - i. Επομένως:

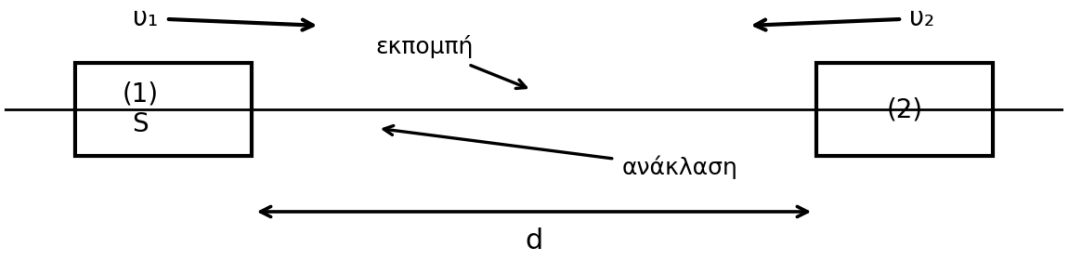
$$\sigma\upsilon\nu i = \sqrt{(1 - \eta\mu^2 i)} = \sqrt{(1 - n_1^2/n_2^2)} = \sqrt{(n_2^2 - n_1^2)}/n_2$$

Με εφαρμογή του νόμου του Snell στα διαδοχικά περάσματα του φωτός, καταλήγουμε:

$$\eta\mu\theta = n_2 \, \sigma\upsilon\nu i = \sqrt{(n_2^2 - n_1^2)}$$

Σωστή απάντηση: ii.

ΘΕΜΑ Γ



Γ1 - Απόδειξη σχέσης συχνότητας

Το τρένο (2) κινείται προς την ηχητική πηγή. Η συχνότητα του ήχου που προσπίπτει στο τρένο (2) είναι:

$$f' = f_s \cdot (\upsilon + \upsilon_2)/(\upsilon - \upsilon_1)$$

Ο ανακλώμενος ήχος έχει ίδια συχνότητα με τον προσπίπτοντα στο σύστημα αναφοράς του τρένου (2). Το τρένο (2) λειτουργεί πλέον σαν κινούμενη πηγή, ενώ ο ανιχνευτής στο τρένο (1) κινείται προς αυτήν.

$$f_1 = f' \cdot (\upsilon + \upsilon_1)/(\upsilon - \upsilon_2)$$

Άρα:

$$f_1 = f_s \cdot [(\upsilon + \upsilon_2)(\upsilon + \upsilon_1)] / [(\upsilon - \upsilon_1)(\upsilon - \upsilon_2)]$$

που είναι η ζητούμενη σχέση.

Γ2 - Υπολογισμός αρχικής απόστασης d

Για το πρώτο κύμα που εκπέμπεται τη στιγμή t = 0:

- χρόνος μέχρι να φτάσει στο τρένο (2): t_r
- χρόνος επιστροφής και ανίχνευσης: t_1 = 6,8 s

Στη συνάντηση του ηχητικού κύματος με το τρένο (2):

$$\upsilon\, t_r = d - \upsilon_2\, t_r \;\Rightarrow\; d = (\upsilon + \upsilon_2)t_r$$

Κατά την επιστροφή, το ανακλώμενο κύμα συναντά τον ανιχνευτή στο τρένο (1):

$$\upsilon_1 t_1 = 2\upsilon t_r - \upsilon t_1$$

Άρα:

$$(\upsilon + \upsilon_1)t_1 = 2\upsilon t_r \;\Rightarrow\; t_r = (\upsilon + \upsilon_1)t_1/(2\upsilon)$$

Οπότε:

$$d = (\upsilon + \upsilon_2)(\upsilon + \upsilon_1)t_1/(2\upsilon)$$

Αντικαθιστούμε υ = 340 m/s, $\upsilon_1 = \upsilon_2$ = 20 m/s, t_1 = 6,8 s:

$$d = 360 \cdot 360 \cdot 6{,}8 / (2 \cdot 340) = 1296 \text{ m}$$

Άρα η αρχική απόσταση των τρένων ήταν d = 1296 m.

Γ3 - Χρόνος παύσης καταγραφής

Η πηγή εκπέμπει για $\Delta t_s = 0{,}81$ s. Άρα το τελευταίο κύμα εκπέμπεται τη στιγμή τ = 0,81 s.

Για κύμα που εκπέμπεται τη στιγμή τ, η χρονική μεταβολή του χρόνου επιστροφής δίνεται από τον παράγοντα:

$$\Delta t_{ανίχνευσης} = \Delta t_s \cdot [(\upsilon - \upsilon_1)/(\upsilon + \upsilon_1)] \cdot [(\upsilon - \upsilon_2)/(\upsilon + \upsilon_2)]$$

Με $\upsilon_1 = \upsilon_2 = 20$ m/s:

$$\Delta t_{ανίχνευσης} = 0{,}81 \cdot (320/360)^2 = 0{,}81 \cdot 64/81 = 0{,}64 \text{ s}$$

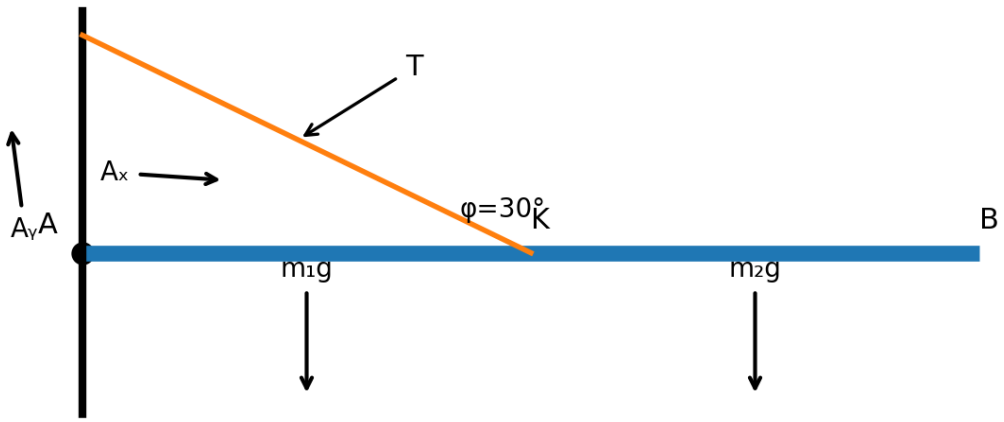
Η συσκευή άρχισε να ανιχνεύει στο $t_1 = 6{,}8$ s, επομένως σταματά στο:

$$t_2 = t_1 + 0{,}64 = 7{,}44 \text{ s}$$

Άρα $t_2 = 7{,}44$ s.

Mr.Spience

ΘΕΜΑ Δ



Προκαταρκτικά στοιχεία

Δίνονται m_2 = 0,5 kg και m_1 = 5m_2 = 2,5 kg. Άρα:

$$M = m_1 + m_2 = 3 \text{ kg}$$

Τα κέντρα μάζας των δύο ομογενών τμημάτων απέχουν από το Α:

$$x_1 = L/4 = 0{,}25 \text{ m}, \quad x_2 = 3L/4 = 0{,}75 \text{ m}$$

Το κέντρο μάζας της σύνθετης δοκού απέχει:

$$xcm = (m_1x_1 + m_2x_2)/(m_1 + m_2) = (2{,}5\cdot0{,}25 + 0{,}5\cdot0{,}75)/3 = 1/3 \text{ m}$$

Δ1 - Δυνάμεις από σχοινί και άρθρωση

Παίρνουμε ροπές ως προς την άρθρωση Α. Η αντίδραση της άρθρωσης δεν δίνει ροπή ως προς το Α.

$$T\ ημφ \cdot L/2 = Mg\ xcm$$

$$T \cdot 1/2 \cdot 1/2 = 3\cdot10\cdot1/3$$

$$T/4 = 10 \Rightarrow T = 40 \text{ N}$$

Άρα η δύναμη του σχοινιού είναι T = 40 N.

Αναλύουμε τη δύναμη του σχοινιού:

$$T_x = Tσυν30° = 40\cdot\sqrt{3}/2 = 20\sqrt{3} \text{ N}$$

$$T_Y = Tημ30° = 40\cdot1/2 = 20 \text{ N}$$

Ισορροπία στον οριζόντιο άξονα:

$$A_x - Tσυν30° = 0 \Rightarrow A_x = 20\sqrt{3} \text{ N}$$

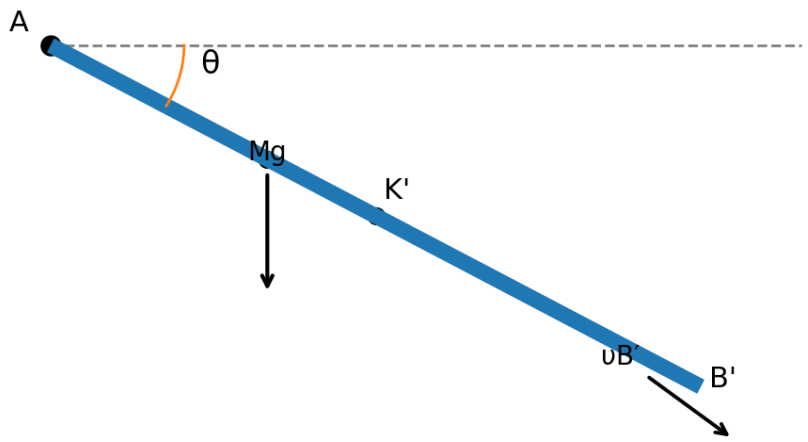
Ισορροπία στον κατακόρυφο άξονα:

$$A_y + T\eta\mu 30° - Mg = 0 \Rightarrow A_y + 20 - 30 = 0 \Rightarrow A_y = 10 \text{ N}$$

Η άρθρωση ασκεί συνιστώσες $A_x = 20\sqrt{3}$ N προς τα δεξιά και $A_y = 10$ N προς τα πάνω. Το μέτρο της είναι:

$$A = \sqrt{[(20\sqrt{3})^2 + 10^2]} = 10\sqrt{13} \text{ N}$$

Δ2 - Γωνιακή επιτάχυνση σε συνάρτηση με θ



Η ροπή αδράνειας της σύνθετης ράβδου ως προς το Α είναι άθροισμα των ροπών των δύο τμημάτων.

Για το αριστερό τμήμα ΑΚ, μήκους L/2 και μάζας m_1:

$$I_1 = (1/3)m_1(L/2)^2 = m_1L^2/12 = 2,5/12 = 5/24 \text{ kg·m}^2$$

Για το δεξί τμήμα ΚΒ:

$$I_2 = (1/12)m_2(L/2)^2 + m_2(3L/4)^2$$

$$I_2 = m_2L^2/48 + 9m_2L^2/16 = 7/24 \text{ kg·m}^2$$

Άρα:

$$I_{ολ} = I_1 + I_2 = 5/24 + 7/24 = 1/2 \text{ kg·m}^2$$

Όταν η ράβδος σχηματίζει γωνία θ με την αρχική οριζόντια θέση, η ροπή του βάρους ως προς το Α έχει μέτρο:

$$\tau = Mg\, x_{cm}\, συνθ$$

Άρα:

$$I_{ολ}\, α = Mg\, x_{cm}\, συνθ$$

$$α = (3·10·1/3 \cdot συνθ)/(1/2) = 20συνθ \text{ rad/s}^2$$

Επομένως $α(θ) = 20συνθ$ rad/s².

Δ3 - Ταχύτητα του άκρου Β΄

Χρησιμοποιούμε διατήρηση μηχανικής ενέργειας από την οριζόντια θέση μέχρι τη θέση γωνίας θ. Το κέντρο μάζας κατεβαίνει κατά xcmημθ.

$$Mg\ x_{cm}\ ημθ = 1/2\ I_{ολ}\ ω^2$$

$$3 \cdot 10 \cdot 1/3 \cdot ημθ = 1/2 \cdot 1/2 \cdot ω^2$$

$$10ημθ = ω^2/4 \ \Rightarrow\ ω^2 = 40ημθ$$

Το άκρο Β΄ απέχει L = 1 m από το Α, άρα:

$$υ_{B'} = ωL = \sqrt{(40ημθ)}\ m/s$$

Δ4 - Ποσοστό απώλειας κινητικής ενέργειας στην πλαστική κρούση

Για θ = 30°:

$$ω^2 = 40ημ30° = 40 \cdot 1/2 = 20$$

Πριν την κρούση:

$$K_{πριν} = 1/2\ I_{ολ}ω^2 = 1/2 \cdot 1/2 \cdot 20 = 5\ J$$

Το σφαιρίδιο μάζας $m = m_2 = 0,5$ kg σφηνώνεται στο μέσο Κ΄, δηλαδή σε απόσταση L/2 από το Α. Η πρόσθετη ροπή αδράνειας είναι:

$$I_{σφ} = m(L/2)^2 = 0,5 \cdot (1/2)^2 = 1/8\ kg \cdot m^2$$

$$I_{μετά} = 1/2 + 1/8 = 5/8\ kg \cdot m^2$$

Στη διάρκεια της κρούσης διατηρείται η στροφορμή ως προς το Α, γιατί η άρθρωση δεν έχει ροπή ως προς το Α και η κρούση θεωρείται ακαριαία.

$$I_{πριν}ω = I_{μετά}ω'$$

$$(1/2)ω = (5/8)ω' \ \Rightarrow\ ω' = 4ω/5$$

Μετά την κρούση:

$$K_{μετά} = 1/2\ I_{μετά}ω'^2 = 1/2 \cdot 5/8 \cdot (4ω/5)^2$$

$$K_{μετά}/K_{πριν} = 4/5$$

Άρα χάνεται το 1/5 της αρχικής κινητικής ενέργειας:

$$ποσοστό\ απώλειας = (1 - 4/5) \cdot 100\% = 20\%$$