

Φυσική Κατεύθυνσης - Επαναληπτικές 2007

ΘΕΜΑ 1ο

1. Πλάτος φθίνουσας ταλάντωσης

Η ενέργεια ταλάντωσης είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους.

$$E = 1/2 \cdot D \cdot A^2$$

Αν ο ταλαντωτής έχει χάσει τα 3/4 της αρχικής ενέργειας, απομένει:

$$E_2 = E - 3E/4 = E/4$$

$$E_2/E = A_2^2/A^2 \Rightarrow 1/4 = A_2^2/A^2 \Rightarrow A_2 = A/2$$

Σωστή απάντηση: γ.

2. Μεταβολή ορμής

Θεωρούμε θετική την αρχική φορά κίνησης.

$$p_{\text{αρχ}} = mu$$

$$p_{\text{τελ}} = m(-2u) = -2mu$$

$$\Delta p = p_{\text{τελ}} - p_{\text{αρχ}} = -2mu - mu = -3mu$$

$$|\Delta p| = 3mu$$

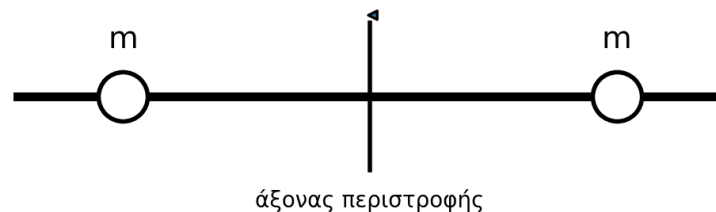
Σωστή απάντηση: δ.

3. Φαινόμενο Doppler

Φαινόμενο Doppler εμφανίζεται όταν υπάρχει σχετική κίνηση πηγής-παρατηρητή κατά τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Αν πηγή και παρατηρητής κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση με την ίδια ταχύτητα, η σχετική ταχύτητα είναι μηδέν.

Σωστή απάντηση: β.

4. Ροπή αδράνειας δύο μαζών



Σχήμα 1: δύο ίσες μάζες σε ίσες αποστάσεις από τον άξονα.

$$I = 2mr^2$$

Αν η απόσταση γίνει $r/2$:

$$I' = 2m(r/2)^2 = 2m \cdot r^2/4 = I/4$$

Άρα η ροπή αδράνειας υποτετραπλασιάζεται.

Σωστή απάντηση: δ.

5. Σωστό - Λάθος

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
α	Λάθος	Σε επιβραδυνόμενη στροφική κίνηση τα διανύσματα ω και α έχουν αντίθετες κατευθύνσεις.
β	Σωστό	Σε χρόνο μιας περιόδου το κύμα διαδίδεται κατά ένα μήκος κύματος.
γ	Λάθος	Ο δείκτης διάθλασης είναι $n = c/v_{\text{υλικού}}$, όχι $v_{\text{υλικού}}/c$.
δ	Σωστό	Στη διάχυση οι ανακλώμενες ακτίνες δεν παραμένουν παράλληλες μεταξύ τους.
ε	Σωστό	Σε κύκλωμα RLC, για αρκετά μεγάλη αντίσταση, η ταλάντωση γίνεται απεριοδική.

ΘΕΜΑ 2ο

1. Ολική ανάκλαση - σύγκριση οπτικής πυκνότητας

Για υλικό που συνορεύει με τον αέρα ισχύει:

$$\eta_{\text{mθcrit}} = n_{\text{αέρα}} / n_{\text{υλικού}} = 1/n_{\text{υλικού}}$$

$$\text{Για το A: } \eta_{\text{mθcrit}}(\text{A}) = 0,8 \Rightarrow n_{\text{A}} = 1/0,8 = 1,25$$

$$\text{Για το B: } \eta_{\text{mθcrit}}(\text{B}) = 0,2 \Rightarrow n_{\text{B}} = 1/0,2 = 5$$

Επειδή $n_{\text{B}} > n_{\text{A}}$, το υλικό B είναι οπτικά πυκνότερο από το A.

Στη διαχωριστική επιφάνεια B-A, ολική ανάκλαση μπορεί να γίνει όταν το φως πηγαίνει από το B προς το A:

$$\eta_{\text{mθcrit}}(\text{B} \rightarrow \text{A}) = n_{\text{A}}/n_{\text{B}} = 1,25/5 = 0,25$$

Σωστή απάντηση: β.

2. Συμβολή κυμάτων στην επιφάνεια υγρού

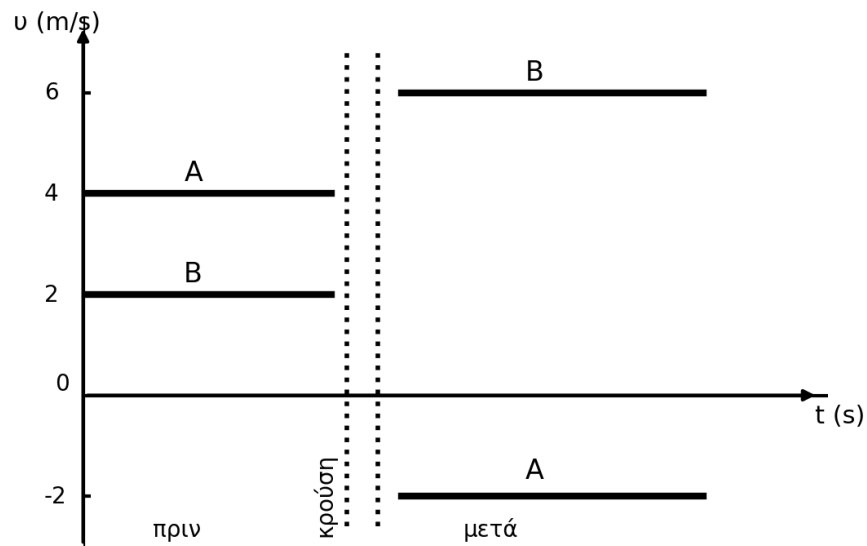
Για δύο σύγχρονες πηγές, στο σημείο Φ έχουμε ενίσχυση όταν η διαφορά δρόμων είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος:

$$|r_1 - r_2| = N\lambda, \text{ όπου } N = 0, 1, 2, \dots$$

Σωστή απάντηση: β.

Σχόλιο: Οι τύποι με $(2N+1)\lambda/2$ δίνουν απόσβεση, όχι ενίσχυση.

3. Μετωπική κρούση - λόγος μαζών από διάγραμμα υ-t



Σχήμα 2: ταχύτητες των σωμάτων A και B πριν και μετά την κρούση.

Από το διάγραμμα διαβάζουμε:

$$u_A = 4 \text{ m/s}, \quad u_B = 2 \text{ m/s}$$

$$v_A = -2 \text{ m/s}, \quad v_B = 6 \text{ m/s}$$

Κατά τη μετωπική κρούση η ορμή του συστήματος διατηρείται:

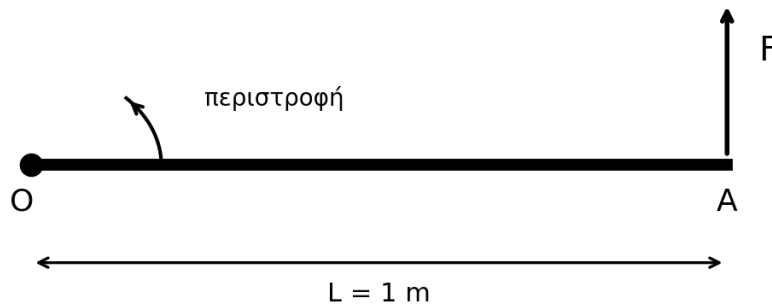
$$m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B$$

$$4m_A + 2m_B = -2m_A + 6m_B$$

$$6m_A = 4m_B \Rightarrow m_A/m_B = 4/6 = 2/3$$

Σωστή απάντηση: γ.

ΘΕΜΑ 3ο



Σχήμα 3: ράβδος OA που περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα στο O .

Δεδομένα: $L = 1 \text{ m}$, $M = 6 \text{ kg}$, $W = 30\pi \text{ J}$ στην πρώτη πλήρη περιστροφή. Η δύναμη είναι κάθετη στη ράβδο, άρα η ροπή της έχει σταθερό μέτρο $\tau = F \cdot L$.

α. Υπολογισμός της δύναμης F

Σε μία πλήρη περιστροφή η γωνιακή μετατόπιση είναι:

$$\theta = 2\pi \text{ rad}$$

Το έργο σταθερής ροπής είναι:

$$W = \tau\theta = F \cdot L \cdot 2\pi$$

$$30\pi = F \cdot 1 \cdot 2\pi \Rightarrow F = 15 \text{ N}$$

β. Γωνιακή επιτάχυνση της ράβδου

Η ροπή αδράνειας της ομογενούς ράβδου ως προς άξονα από το άκρο O υπολογίζεται με το θεώρημα Steiner:

$$IO = I_{cm} + M(L/2)^2$$

$$IO = (1/12)ML^2 + (1/4)ML^2 = (1/3)ML^2$$

$$IO = (1/3) \cdot 6 \cdot 1^2 = 2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Από τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης:

$$\Sigma \tau = I\alpha \Rightarrow F \cdot L = I\alpha$$

$$15 \cdot 1 = 2\alpha \Rightarrow \alpha = 7,5 \text{ rad/s}^2$$

γ. Ρυθμός μεταφοράς ενέργειας στο τέλος της πρώτης περιστροφής

Ο ρυθμός με τον οποίο η δύναμη μεταφέρει ενέργεια στη ράβδο είναι η ισχύς:

$$P = \tau\omega = F \cdot L \cdot \omega$$

Η ράβδος ξεκινά από ηρεμία και κινείται με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση. Για γωνιακή μετατόπιση $\theta = 2\pi$:

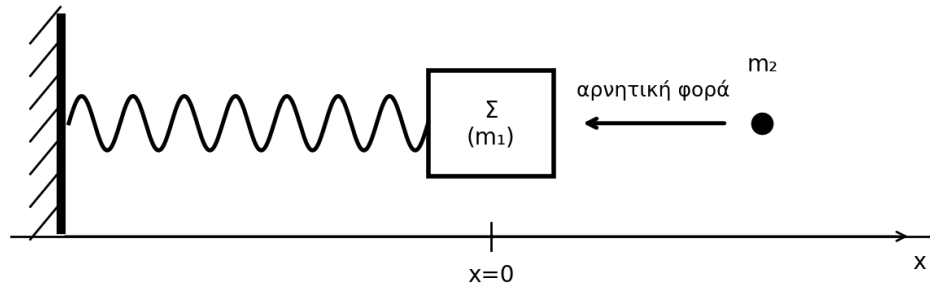
$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta = 0 + 2 \cdot 7,5 \cdot 2\pi = 30\pi$$

$$\omega = \sqrt{(30\pi)} = 9,7 \text{ rad/s}$$

$$P = 15 \cdot 1 \cdot 9,7 = 145,5 \text{ W}$$

Απάντηση: στο τέλος της πρώτης περιστροφής η δύναμη μεταφέρει ενέργεια στη ράβδο με ρυθμό 145,5 W.

ΘΕΜΑ 4ο



Σχήμα 4: ταλαντωτής ελατηρίου και βλήμα που σφηνώνεται στο σώμα Σ.

Δεδομένα: $x = 0,1\mu(10t)$ στο SI, $E = 6 \text{ J}$, $m_2 = m_1/2$, $A' = 0,1\sqrt{61} \text{ m}$. Από την εξίσωση της αρχικής ταλάντωσης παίρνουμε:

$$A = 0,1 \text{ m}, \quad \omega = 10 \text{ rad/s}$$

α. Σταθερά ελατηρίου K και μάζα m_1

Η ολική ενέργεια της ΑΑΤ είναι:

$$E = \frac{1}{2} \cdot K \cdot A^2$$

$$6 = \frac{1}{2} \cdot K \cdot (0,1)^2$$

$$6 = 0,005K \Rightarrow K = 1200 \text{ N/m}$$

Για σύστημα μάζας-ελατηρίου:

$$\omega = \sqrt{K/m_1} \Rightarrow \omega^2 = K/m_1 \Rightarrow m_1 = K/\omega^2$$

$$m_1 = 1200/10^2 = 12 \text{ kg}$$

$$m_2 = m_1/2 = 6 \text{ kg}$$

β. Νέα ολική ενέργεια E' και νέα γωνιακή συχνότητα ω'

Μετά την πλαστική κρούση η ταλαντούμενη μάζα είναι:

$$m_{\text{ολ}} = m_1 + m_2 = 12 + 6 = 18 \text{ kg}$$

Η νέα ολική ενέργεια είναι:

$$E' = \frac{1}{2} \cdot K \cdot A'^2$$

$$A'^2 = (0,1\sqrt{61})^2 = 0,01 \cdot 61 = 0,61$$

$$E' = \frac{1}{2} \cdot 1200 \cdot 0,61 = 366 \text{ J}$$

Η νέα γωνιακή συχνότητα είναι:

$$\omega' = \sqrt{K/m_{\text{ολ}}} = \sqrt{1200/18} = \sqrt{(200/3)} = 10\sqrt{6/3} \text{ rad/s}$$

$$\omega' \approx 8,16 \text{ rad/s}$$

γ. Ταχύτητα του βλήματος πριν από την κρούση

Η κρούση γίνεται τη χρονική στιγμή $t = \pi/10$ s. Τότε:

$$x = 0,1\eta\mu(10\cdot\pi/10) = 0,1\eta\mu\pi = 0$$

Άρα η κρούση γίνεται στη θέση ισορροπίας. Η ταχύτητα του σώματος Σ πριν την κρούση είναι:

$$u_1 = A\omega\sin(\omega t) = 0,1\cdot 10\cdot\sin\pi = -1 \text{ m/s}$$

Μετά την κρούση, επειδή το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας της νέας ταλάντωσης, όλη η ενέργεια είναι κινητική:

$$E' = \frac{1}{2} \cdot m_{ολ} \cdot V^2$$

$$366 = \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot V^2 \Rightarrow V^2 = 366/9 = 122/3$$

$$V = -\sqrt{(122/3)} \text{ m/s}$$

Το πρόσημο είναι αρνητικό, επειδή και το σώμα Σ και το βλήμα κινούνται κατά την αρνητική φορά λίγο πριν και αμέσως μετά την πλαστική κρούση.

Εφαρμόζουμε διατήρηση ορμής κατά τη διάρκεια της πολύ μικρής χρονικά κρούσης:

$$m_1u_1 + m_2u_{2,αλγ} = (m_1 + m_2)V$$

Αν u_2 είναι το μέτρο της ταχύτητας του βλήματος και κινείται κατά την αρνητική φορά, τότε $u_{2,αλγ} = -u_2$.

$$12\cdot(-1) + 6\cdot(-u_2) = 18\cdot[-\sqrt{(122/3)}]$$

$$-12 - 6u_2 = -18\sqrt{(122/3)}$$

$$6u_2 = 18\sqrt{(122/3)} - 12$$

$$u_2 = 3\sqrt{(122/3)} - 2 \approx 17,13 \text{ m/s}$$

Απάντηση: το βλήμα είχε ταχύτητα μέτρου περίπου 17,13 m/s κατά την αρνητική φορά.