

Φυσική Προσανατολισμού - Επαναληπτικές Πανελλαδικές 2018

ΘΕΜΑ Α

A1. Σωστή επιλογή: β) A/2.

Στη φθίνουσα ταλάντωση η ολική ενέργεια της ταλάντωσης είναι ανάλογη του τετραγώνου του πλάτους:

$$E = 1/2 \cdot D \cdot A^2 \Rightarrow E'/E = (A'/A)^2$$

Δίνεται $E' = E/4$, άρα:

$$1/4 = (A'/A)^2 \Rightarrow A' = A/2$$

A2. Σωστή επιλογή: α) ε_1 .

Για σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω ισχύει $L = I\omega$. Άρα το μέτρο της στροφορμής είναι μεγαλύτερο όταν είναι μεγαλύτερη η ροπή αδράνειας ως προς τον άξονα περιστροφής.

Με το θεώρημα παραλλήλων αξόνων $I = I_{cm} + Md^2$, η μεγαλύτερη ροπή αδράνειας αντιστοιχεί στον κατακόρυφο άξονα με τη μεγαλύτερη απόσταση d από το κέντρο μάζας. Από το σχήμα αυτός είναι ο ε_1 .

A3. Σωστή επιλογή: γ) 2,0 Hz.

$$\omega_1 = 100\pi \text{ rad/s} \Rightarrow f_1 = \omega_1/(2\pi) = 50 \text{ Hz}$$

$$\omega_2 = 104\pi \text{ rad/s} \Rightarrow f_2 = \omega_2/(2\pi) = 52 \text{ Hz}$$

$$f\delta = |f_2 - f_1| = 2 \text{ Hz}$$

A4. Σωστή επιλογή: δ) $p_A > p_B$ και $u_A = u_B$.

Ο σωλήνας έχει σταθερή διατομή και η παροχή είναι σταθερή, άρα από τη συνέχεια:

$$A u_A = A u_B \Rightarrow u_A = u_B$$

Στο σημείο B το υγρό βρίσκεται ψηλότερα κατά h . Από Bernoulli:

$$p_A + 1/2 \rho u^2 = p_B + 1/2 \rho u^2 + \rho gh \Rightarrow p_A = p_B + \rho gh > p_B$$

A5. Σωστό - Λάθος.

α. Λάθος. Στη φθίνουσα ταλάντωση η ενέργεια μειώνεται λόγω της αντιτιθέμενης δύναμης.

β. Σωστό. Σε κάθε χρονική στιγμή όλα τα σημεία που ταλαντώνονται σε στάσιμο κύμα έχουν κοινό χρονικό παράγοντα. Όταν αυτός γίνει μέγιστος κατά μέτρο, όλα φτάνουν ταυτόχρονα σε ακραίες θέσεις.

γ. Σωστό. Στο Doppler, όταν ο παρατηρητής πλησιάζει ακίνητη πηγή, ακούει συχνότητα μεγαλύτερη από τη συχνότητα της πηγής.

δ. Λάθος. Αν η δύναμη διέρχεται από το κέντρο μάζας, η ροπή της ως προς το κέντρο μάζας είναι μηδενική, άρα δεν προκαλεί περιστροφή.

ε. Σωστό. Πυκνότερες ρευματικές γραμμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερη ταχύτητα ροής.

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή επιλογή: β) $k_1/k_2 = 1/8$.

Στη θέση ισορροπίας κατακόρυφου ελατηρίου η επιμήκυνση είναι $x = mg/k$. Τα σώματα αφήνονται από τη θέση φυσικού μήκους, άρα το πλάτος της ταλάντωσης κάθε σώματος είναι ίσο με την αντίστοιχη στατική επιμήκυνση.

$$x_1 = 2x_2$$

$$E_1 = 1/2 k_1 x_1^2 = 1/2 k_1 (2x_2)^2 = 2k_1 x_2^2$$

$$E_2 = 1/2 k_2 x_2^2$$

Δίνεται $E_2 = 2E_1$, επομένως:

$$1/2 k_2 x_2^2 = 2 \cdot (2k_1 x_2^2) \Rightarrow k_2/2 = 4k_1 \Rightarrow k_1/k_2 = 1/8$$

B2.A. Σωστή επιλογή: β) $H = R$.

Η μάζα m_1 αφήνεται από το άκρο Α και κατεβαίνει χωρίς τριβές στο κατώτατο σημείο Γ. Η υψομετρική διαφορά είναι R, άρα:

$$m g R = 1/2 m v^2 \Rightarrow v^2 = 2gR$$

Η κρούση με ίσες μάζες είναι κεντρική και ελαστική. Άρα η m_1 σταματά και η m_2 αποκτά την ταχύτητα v . Μετά η m_2 ανέρχεται:

$$1/2 m v^2 = m g H \Rightarrow H = v^2/(2g) = R$$

B2.B. Σωστή επιλογή: α) $h = R/4$.

Στην πλαστική κρούση οι δύο ίσες μάζες κινούνται μαζί. Από διατήρηση ορμής στην κρούση:

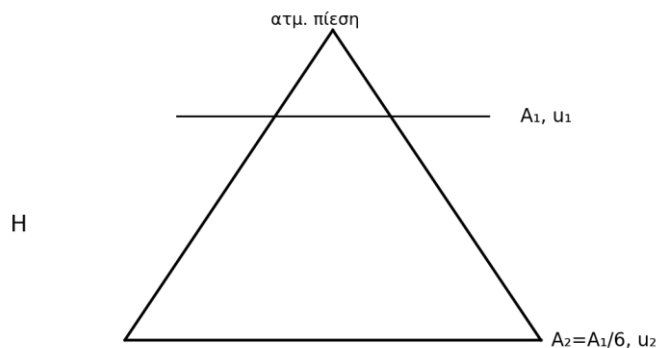
$$m v = (2m) V \Rightarrow V = v/2$$

Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα ανέρχεται μέχρι να μηδενιστεί η κινητική του ενέργεια:

$$1/2 (2m) V^2 = 2m g h$$

$$m (v^2/4) = 2m g h \Rightarrow h = v^2/(8g) = (2gR)/(8g) = R/4$$

B3. Σωστή επιλογή: β) $H = 35u_1^2/(2g)$.



Από την εξίσωση συνέχειας:

$$A_1 u_1 = A_2 u_2, \text{ με } A_2 = A_1/6 \Rightarrow u_2 = 6u_1$$

Εφαρμόζουμε Bernoulli από την ελεύθερη επιφάνεια έως τον πυθμένα. Και τα δύο σημεία βρίσκονται σε ατμοσφαιρική πίεση:

$$p_{\text{ατμ}} + 1/2 \rho u_1^2 + \rho g H = p_{\text{ατμ}} + 1/2 \rho u_2^2$$

$$H = (u_2^2 - u_1^2)/(2g) = (36u_1^2 - u_1^2)/(2g) = 35u_1^2/(2g)$$

ΘΕΜΑ Γ

Δεδομένα και βασικά μεγέθη.

$$A = 0,05 \text{ m}, f = 10/2 = 5 \text{ Hz}, T = 0,2 \text{ s}, \omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rad/s}$$

$$v_\delta = 1,5/0,3 = 5 \text{ m/s}, \lambda = v_\delta/f = 1 \text{ m}, k = 2\pi/\lambda = 2\pi \text{ rad/m}$$

Γ1. Απόδειξη $y = 0,1 \text{ ημ}(10\pi t)$.

Οι δύο ταλαντώσεις του άκρου Ο είναι:

$$y_1 = A\eta\mu(\omega t + \pi/3), \quad y_2 = \sqrt{3}A\eta\mu(\omega t - \pi/6)$$

Αναπτύσσουμε:

$$y_1 = A[\eta\mu\omega t \cdot \sigma\upsilon\nu 60^\circ + \sigma\upsilon\nu\omega t \cdot \eta\mu 60^\circ] = A[(1/2)\eta\mu\omega t + (\sqrt{3}/2)\sigma\upsilon\nu\omega t]$$

$$y_2 = \sqrt{3}A[\eta\mu\omega t \cdot \sigma\upsilon\nu 30^\circ - \sigma\upsilon\nu\omega t \cdot \eta\mu 30^\circ] = \sqrt{3}A[(\sqrt{3}/2)\eta\mu\omega t - (1/2)\sigma\upsilon\nu\omega t]$$

$$y_2 = A[(3/2)\eta\mu\omega t - (\sqrt{3}/2)\sigma\upsilon\nu\omega t]$$

Άρα οι όροι με $\sigma\upsilon\nu\omega t$ απαλείφονται:

$$y = y_1 + y_2 = 2A\eta\mu\omega t = 0,10\eta\mu(10\pi t) \quad (\text{S.I.})$$

Γ2. Στιγμιότυπο στη χρονική στιγμή t_2 .

Για κύμα που διαδίδεται προς τη θετική φορά του άξονα Ox :

$$y = 0,1\eta\mu(10\pi t - 2\pi x) \quad (\text{S.I.})$$

Η ζητούμενη χρονική στιγμή είναι:

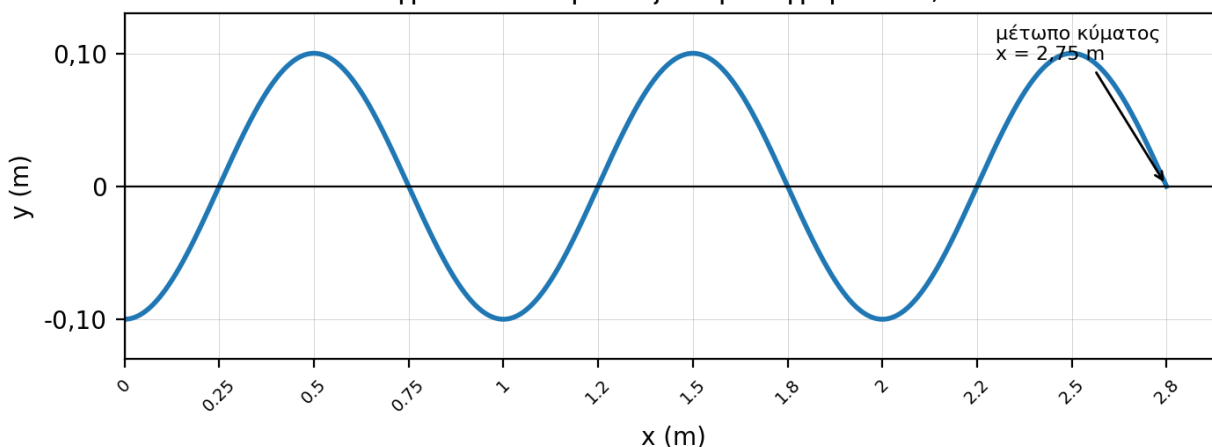
$$t_2 = t_1 + 5T/4 = 0,3 + 5 \cdot 0,2/4 = 0,55 \text{ s}$$

Άρα το στιγμιότυπο είναι:

$$y(x, 0,55) = 0,1\eta\mu(5,5\pi - 2\pi x) = -0,1\sigma\upsilon\nu(2\pi x), \quad 0 \leq x \leq \upsilon\delta t_2 = 2,75 \text{ m}$$

Για $x > 2,75 \text{ m}$ το μέσο δεν έχει ακόμα διαταραχθεί, οπότε $y = 0$.

Στιγμιότυπο κύματος στη στιγμή $t_2 = 0,55 \text{ s}$



Γ3. Ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου N.

Η φάση του άκρου O είναι $\varphi_O = 10\pi$. Δίνεται $\varphi_O = 3,75\pi \text{ rad}$, άρα:

$$10\pi t = 3,75\pi \Rightarrow t = 0,375 \text{ s}$$

Για το σημείο N με $x = 1,75 \text{ m}$:

$$\varphi_N = 10\pi t - 2\pi x = 3,75\pi - 3,5\pi = \pi/4$$

Η ταχύτητα ταλάντωσης είναι:

$$\upsilon_y = \partial y / \partial t = 0,1 \cdot 10\pi \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_N = \pi \cdot \sigma\upsilon\nu(\pi/4) = \pi\sqrt{2}/2 \text{ m/s}$$

Άρα $\upsilon_y = \pi\sqrt{2}/2 \text{ m/s} \approx 2,22 \text{ m/s}$, με θετική φορά.

Γ4. Στάσιμο κύμα και πέμπτος δεσμός.

Με συμβολή δύο ίδιων κυμάτων αντίθετης φοράς και κοιλία στη θέση $x = 0$, η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι:

$$y = 2A\kappa \cos(kx)\eta\mu(\omega t)$$

Εδώ το πλάτος κάθε τρέχοντος κύματος είναι $A\kappa = 0,1 \text{ m}$, $k = 2\pi \text{ rad/m}$ και $\omega = 10\pi \text{ rad/s}$. Άρα:

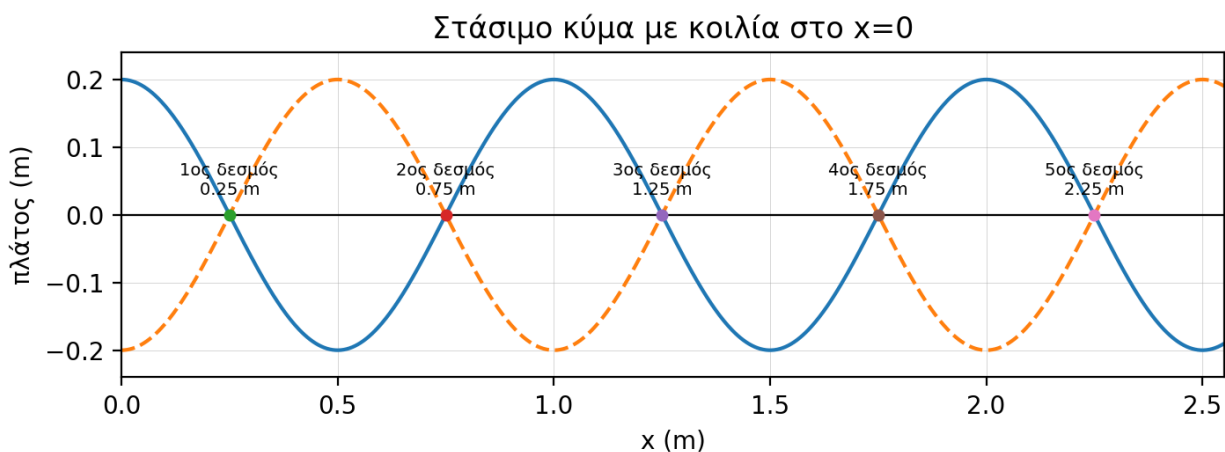
$$y = 0,2\sigma\upsilon\nu(2\pi x)\eta\mu(10\pi t) \quad (\text{S.I.})$$

Οι δεσμοί προκύπτουν από μηδενισμό του συντελεστή πλάτους:

$$\sin(2\pi x) = 0 \Rightarrow 2\pi x = (2n+1)\pi/2 \Rightarrow x = (2n+1)/4, n=0,1,2,\dots$$

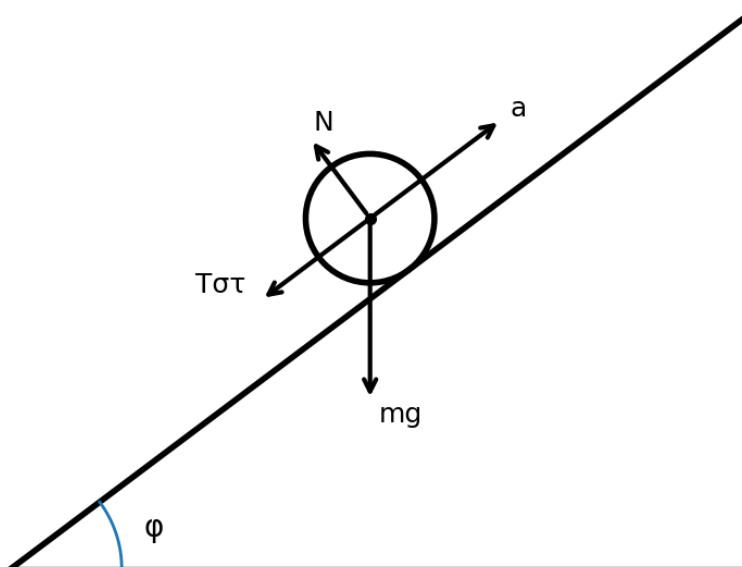
Ο πέμπτος δεσμός αντιστοιχεί σε $n = 4$:

$$x_5 = 9/4 \text{ m} = 2,25 \text{ m}$$



ΘΕΜΑ Δ

Δεδομένα: $R = 0,1 \text{ m}$, $k = 100 \text{ N/m}$, $\Delta \ell = 0,06 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\eta\mu\phi = 0,6$, $\sigma\upsilon\nu\phi = 0,8$, $I_{cm} = 1/2 mR^2$.



Δ1. Μάζα του κυλίνδρου.

Στην αρχική ισορροπία, κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου η δύναμη του ελατηρίου εξισορροπεί τη συνιστώσα του βάρους:

$$F_{\text{ελ}} = k\Delta\ell = 100 \cdot 0,06 = 6 \text{ N}$$

$$k\Delta\ell = mg\eta\mu\varphi \Rightarrow 6 = m \cdot 10 \cdot 0,6 \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

Δ2. Επιτάχυνση του κέντρου μάζας.

Μετά την αποσύνδεση από το ελατήριο, ο κύλινδρος κυλίνεται χωρίς ολίσθηση προς τα κάτω. Για κύλιση:

$$a = g\eta\mu\varphi / (1 + I_{cm}/(mR^2))$$

$$I_{cm}/(mR^2) = 1/2 \Rightarrow a = 10 \cdot 0,6 / (1 + 1/2) = 6 / (3/2) = 4 \text{ m/s}^2$$

Δ3. Στατική τριβή.

Η στατική τριβή παρέχει τη ροπή που προκαλεί την περιστροφή. Έχει φορά προς τα πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο.

$$\text{Τστ } R = I_{cm} \alpha, \text{ με } \alpha = a/R$$

$$\text{Τστ} = I_{cm} a/R^2 = (1/2 mR^2) a/R^2 = 1/2 ma$$

$$\text{Τστ} = 1/2 \cdot 1 \cdot 4 = 2 \text{ N}$$

Δ4. Ρυθμός μεταβολής κινητικής ενέργειας τη στιγμή $t = 1 \text{ s}$.

Η στατική τριβή και η κάθετη αντίδραση δεν παράγουν έργο στο σώμα κατά την κύλιση. Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας ισούται με την ισχύ της συνιστώσας του βάρους κατά μήκος του επιπέδου.

$$v = at = 4 \cdot 1 = 4 \text{ m/s}$$

$$dK/dt = P_{\beta\acute{\alpha}\rho\upsilon\varsigma} = mg\eta\mu\varphi \cdot v = 1 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 4 = 24 \text{ W}$$

Δ5. Έλεγχος αν θα ανάψει το λαμπάκι από $t_1 = 1 \text{ s}$ έως $t_2 = 2 \text{ s}$.

Ο ανιχνευτής κινείται προς την ακίνητη πηγή. Για κινούμενο παρατηρητή που πλησιάζει ακίνητη πηγή:

$$f' = fS \cdot (u_{\eta\chi} + u_{\alpha\nu})/u_{\eta\chi}$$

$$\text{Η ταχύτητα του ανιχνευτή είναι } u_{\alpha\nu} = at = 4t.$$

$$f'(t) = 1700 \cdot (340 + 4t)/340$$

Στα άκρα του χρονικού διαστήματος:

$$f'(1) = 1700 \cdot 344/340 = 1720 \text{ Hz}$$

$$f'(2) = 1700 \cdot 348/340 = 1740 \text{ Hz}$$

Το λαμπάκι ανάβει μόνο όταν η ανιχνευόμενη συχνότητα βρίσκεται από 1750 Hz έως 1800 Hz. Στο διάστημα 1 s έως 2 s η συχνότητα είναι 1720-1740 Hz, άρα δεν φτάνει το κατώφλι των 1750 Hz.

Άρα το λαμπάκι δεν θα ανάψει στο χρονικό διάστημα από 1 s μέχρι 2 s.

Έλεγχος κατωφλίου:

$$1750 = 1700 \cdot (340 + 4t)/340 \Rightarrow t = 2,5 \text{ s}$$

Το λαμπάκι θα άρχιζε να ανάβει μετά τα 2,5 s, όχι μέσα στο ζητούμενο διάστημα.