

Αναλυτικές λύσεις Φυσικής Προσανατολισμού

Επαναληπτικές Πανελλαδικές Εξετάσεις 2017

ΘΕΜΑ Α

Ερώτημα	Απάντηση	Σύντομη αιτιολόγηση
A1	α	Στα διακροτήματα η περίοδος είναι $T\delta = 1/ f_1 - f_2 $.
A2	δ	Όλα τα σημεία ανάμεσα σε δύο διαδοχικούς δεσμούς ταλαντώνονται με την ίδια συχνότητα. Δεν έχουν όλα ίδιο πλάτος.
A3	γ	Ζεύγος δυνάμεων: συνισταμένη δύναμη μηδέν, συνισταμένη ροπή σταθερή. Άρα μόνο στροφική κίνηση με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση.
A4	β	Η εξίσωση συνέχειας εκφράζει διατήρηση μάζας/ύλης στο ρευστό.
A5α	Σωστό	Το πλάτος εξαναγκασμένης ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.
A5β	Λάθος	Πυκνώματα και αραιώματα εμφανίζονται στα διαμήκη κύματα, όχι στα εγκάρσια.
A5γ	Σωστό	Στην κύλιση χωρίς ολίσθηση το σημείο επαφής έχει στιγμιαία μηδενική ταχύτητα, άρα το συνολικό έργο της στατικής τριβής είναι μηδέν.
A5δ	Σωστό	Αρχή Pascal.
A5ε	Λάθος	Στη φθίνουσα ταλάντωση μειώνεται το πλάτος. Η περίοδος δεν μειώνεται γενικά με τον χρόνο.

ΘΕΜΑ Β

B1

Δίνονται δύο σώματα με μάζες m και $4m$, ίσες κινητικές ενέργειες και αντίθετες ταχύτητες. Θέτουμε για το σώμα Σ_2 ταχύτητα μέτρου u . Τότε:

$$K_1 = K_2 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot u_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 4m \cdot u^2 \Rightarrow u_1 = 2u$$

Θεωρούμε θετική τη φορά κίνησης του Σ_1 . Η ορμή πριν την πλαστική κρούση είναι:

$$p_{\text{αρχ}} = m \cdot (2u) + 4m \cdot (-u) = -2mu$$

Μετά την πλαστική κρούση τα σώματα κινούνται μαζί, με κοινή ταχύτητα V :

$$p_{\text{αρχ}} = p_{\text{τελ}} \Rightarrow -2mu = 5mV \Rightarrow V = -2u/5$$

Η τελική κινητική ενέργεια είναι:

$$K_{\text{τελ}} = \frac{1}{2} \cdot 5m \cdot (2u/5)^2 = 2mu^2/5$$

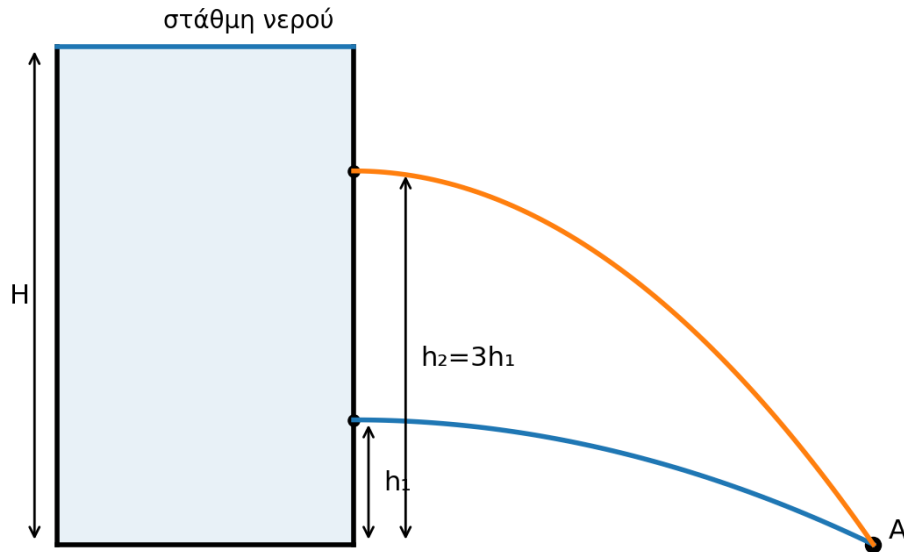
Η αρχική κινητική ενέργεια του συστήματος είναι:

$$K_{\text{αρχ}} = K_1 + K_2 = 2mv^2 + 2mv^2 = 4mv^2$$

$$K_{\text{τελ}}/K_{\text{αρχ}} = (2mv^2/5)/(4mv^2) = 1/10$$

Σωστή επιλογή: iii.

B2



Σχήμα Β2: οι δύο φλέβες έχουν ίδιο οριζόντιο βεληνεκές.

Για οπή σε ύψος h από το δάπεδο, η ταχύτητα εκροής από Torricelli είναι:

$$v = \sqrt{2g(H-h)}$$

Ο χρόνος πτώσης από ύψος h είναι:

$$t = \sqrt{2h/g}$$

Άρα το οριζόντιο βεληνεκές είναι:

$$x = vt = \sqrt{2g(H-h)} \cdot \sqrt{2h/g} = 2\sqrt{h(H-h)}$$

Οι δύο φλέβες συναντούν το δάπεδο στο ίδιο σημείο, άρα έχουν ίδιο βεληνεκές:

$$2\sqrt{h_1(H-h_1)} = 2\sqrt{h_2(H-h_2)}$$

$$h_1(H-h_1) = h_2(H-h_2)$$

Με $h_2 = 3h_1$:

$$h_1(H-h_1) = 3h_1(H-3h_1)$$

$$H-h_1 = 3H-9h_1 \Rightarrow 8h_1 = 2H \Rightarrow H = 4h_1$$

Σωστή επιλογή: i.

B3

Ο αστέρας είναι απομονωμένος, άρα διατηρείται η στροφορμή του:

$$L = I\omega = \text{σταθερή}$$

Για ομογενή σφαίρα:

$$I = \frac{2}{5}MR^2$$

Όταν η ακτίνα υποδιπλασιάζεται:

$$R' = R/2 \Rightarrow I' = \frac{2}{5}M \cdot (R/2)^2 = I_0/4$$

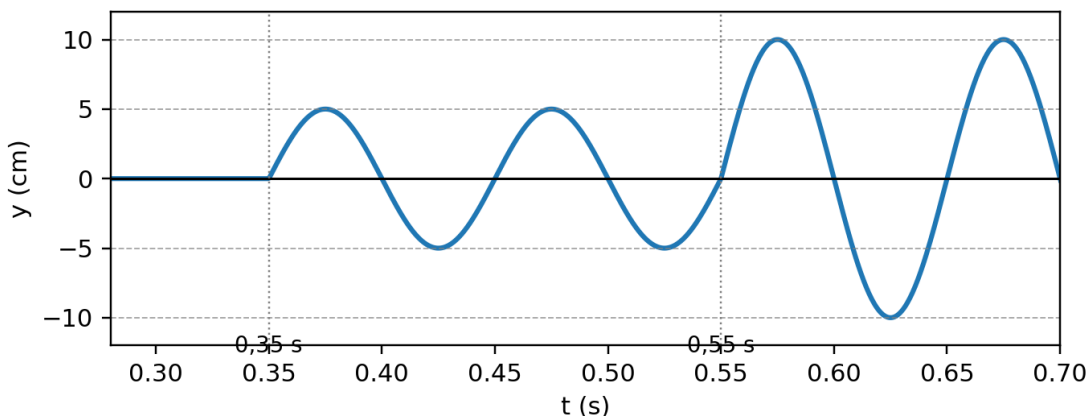
Η κινητική ενέργεια περιστροφής, με σταθερή στροφορμή, γράφεται:

$$K = L^2/(2I)$$

$$K/K_0 = [L^2/(2I')]/[L^2/(2I_0)] = I_0/I' = 4$$

Σωστή επιλογή: iii.

ΘΕΜΑ Γ



Σχήμα Γ: γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του σημείου Σ.

Από τη γραφική παράσταση: το σημείο Σ αρχίζει να ταλαντώνεται τη στιγμή $t_1 = 0,35 \text{ s}$, όταν φτάνει το κύμα από την Π_1 . Η αύξηση του πλάτους τη στιγμή $t_2 = 0,55 \text{ s}$ δείχνει την άφιξη του κύματος από την Π_2 .

Γ1

$$t_1 = r_1/v \Rightarrow v = r_1/t_1 = 1,4/0,35 = 4 \text{ m/s}$$

$$t_2 = r_2/v \Rightarrow r_2 = vt_2 = 4 \cdot 0,55 = 2,2 \text{ m}$$

Άρα η ταχύτητα διάδοσης είναι $v = 4 \text{ m/s}$ και η απόσταση από την Π_2 είναι $r_2 = 2,2 \text{ m}$.

Γ2

Από τη γραφική παράσταση, η περίοδος της ταλάντωσης είναι $T = 0,10 \text{ s}$.

$$f = 1/T = 1/0,10 = 10 \text{ Hz}$$

$$\lambda = v/f = 4/10 = 0,4 \text{ m}$$

Άρα $f = 10 \text{ Hz}$ και $\lambda = 0,4 \text{ m}$.

Γ3

Μετά την άφιξη και των δύο κυμάτων στο Σ, η απομάκρυνση δίνεται από τη σχέση συμβολής:

$$y_{\Sigma} = 2A \cdot \cos[\pi(r_2 - r_1)/\lambda] \cdot \eta\mu[\omega t - \pi(r_1 + r_2)/\lambda]$$

Από τη γραφική παράσταση μετά τη συμβολή το πλάτος είναι $10 \cdot 10^{-2}$ m, άρα $2A = 0,10$ m. Επίσης:

$$r_2 - r_1 = 2,2 - 1,4 = 0,8 \text{ m} = 2\lambda$$

$$\cos[\pi(r_2 - r_1)/\lambda] = \cos(2\pi) = 1$$

$$\omega = 2\pi f = 20\pi \text{ rad/s}$$

$$\pi(r_1 + r_2)/\lambda = \pi \cdot 3,6 / 0,4 = 9\pi$$

$$y_{\Sigma} = 0,10 \cdot \eta\mu(20\pi t - 9\pi)$$

Για $t = 5/8$ s:

$$y_{\Sigma} = 0,10 \cdot \eta\mu(20\pi \cdot 5/8 - 9\pi)$$

$$y_{\Sigma} = 0,10 \cdot \eta\mu(25\pi/2 - 9\pi) = 0,10 \cdot \eta\mu(7\pi/2) = -0,10 \text{ m}$$

Άρα η απομάκρυνση είναι $y_{\Sigma} = -0,10$ m.

Γ4

Το σημείο Σ θα παραμένει συνεχώς ακίνητο μετά τη συμβολή όταν είναι σημείο απόσβεσης:

$$|r_2 - r_1| = (2N + 1) \cdot \lambda' / 2, \quad N = 0, 1, 2, \dots$$

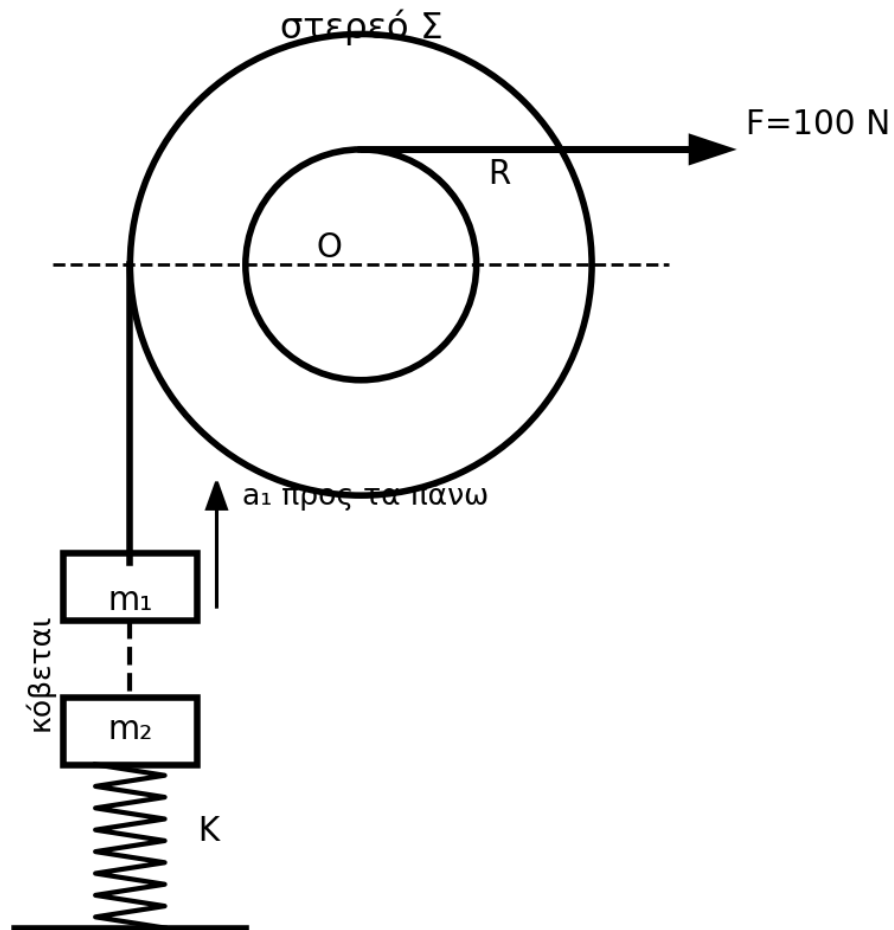
Θέλουμε την ελάχιστη συχνότητα. Επειδή $f = v/\lambda'$, η συχνότητα γίνεται ελάχιστη όταν το μήκος κύματος είναι μέγιστο. Αυτό συμβαίνει για $N = 0$:

$$\lambda'_{\max} = 2|r_2 - r_1| = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ m}$$

$$f_{\min} = v/\lambda'_{\max} = 4/1,6 = 2,5 \text{ Hz}$$

Άρα η ελάχιστη συχνότητα είναι $f_{\min} = 2,5$ Hz.

ΘΕΜΑ Δ



Σχήμα Δ: βασική γεωμετρία και φορά επιτάχυνσης του Σ₁ μετά την κοπή του νήματος.

Δεδομένα: $M = 8 \text{ kg}$, $R = 0,1 \text{ m}$, $I = (3/2)MR^2$, $F = 100 \text{ N}$, $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $\Delta l = 0,2 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$I = (3/2) \cdot 8 \cdot (0,1)^2 = 0,12 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Δ1

Πριν κοπεί το νήμα, το σύστημα ισορροπεί. Για το στερεό Σ, οι ροπές της δύναμης F και της τάσης T₁ του νήματος του Σ₁ ισορροπούν:

$$F \cdot R = T_1 \cdot 2R \Rightarrow T_1 = F/2 = 50 \text{ N}$$

Για τα σώματα Σ₁ και Σ₂ συνολικά, στην κατακόρυφη διεύθυνση:

$$T_1 = (m_1 + m_2)g + K\Delta l$$

$$50 = (2+1) \cdot 10 + K \cdot 0,2$$

$$50 = 30 + 0,2K \Rightarrow K = 100 \text{ N/m}$$

Άρα $K = 100 \text{ N/m}$.

Δ2

Μετά την κοπή, το Σ_2 εκτελεί ΑΑΤ με σταθερά επαναφοράς $D = K$.

$$\omega = \sqrt{K/m_2} = \sqrt{(100/1)} = 10 \text{ rad/s}$$

Θεωρούμε θετική φορά προς τα πάνω. Πριν την κοπή, το ελατήριο είναι επιμηκυμένο κατά 0,2 m. Η νέα θέση ισορροπίας του Σ_2 , όταν είναι μόνο του πάνω στο κατακόρυφο ελατήριο, βρίσκεται κατά:

$$m_2 g / K = 10 / 100 = 0,1 \text{ m}$$

κάτω από το φυσικό μήκος. Άρα η αρχική απομάκρυνση από τη νέα θέση ισορροπίας είναι:

$$A = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ m}$$

Αρχικά το Σ_2 αφήνεται από ακραία θέση, με $v_0 = 0$ και $x_0 = +A$. Επομένως:

$$x_2(t) = 0,30 \cdot \sin(10t) \quad (\text{S.I.})$$

Ισοδύναμα: $x_2(t) = 0,30 \cdot \eta\mu(10t + \pi/2)$.

Δ3

Μετά την κοπή του νήματος μεταξύ Σ_1 και Σ_2 , στο Σ_1 ασκούνται το βάρος του και η τάση T του νήματος που είναι τυλιγμένο στον κύλινδρο ακτίνας $2R$. Θεωρούμε θετική την προς τα πάνω φορά για το Σ_1 και θετική τη φορά περιστροφής που προκαλεί η F .

$$T - m_1 g = m_1 a \Rightarrow T - 20 = 2a \quad (1)$$

Για το στερεό Σ :

$$F \cdot R - T \cdot 2R = I \alpha \quad (2)$$

Χωρίς ολίσθηση στο νήμα του κυλίνδρου ακτίνας $2R$:

$$a = 2R\alpha \Rightarrow \alpha = a/(2R) = a/0,2$$

Από (2):

$$100 \cdot 0,1 - T \cdot 0,2 = 0,12 \cdot a/0,2$$

$$10 - 0,2T = 0,6a \quad (3)$$

Από (1), $T = 20 + 2a$. Στην (3):

$$10 - 0,2(20 + 2a) = 0,6a$$

$$10 - 4 - 0,4a = 0,6a \Rightarrow a = 6 \text{ m/s}^2$$

Άρα το Σ_1 έχει επιτάχυνση μέτρου 6 m/s^2 , με κατεύθυνση προς τα πάνω.

Δ4

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του στερεού ως προς τον άξονα περιστροφής είναι ίσος με τη συνισταμένη ροπή:

$$|dL/dt| = |\Sigma \tau| = I \alpha$$

$$\alpha = a/(2R) = 6/0,2 = 30 \text{ rad/s}^2$$

$$|dL/dt| = 0,12 \cdot 30 = 3,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Άρα $|dL/dt| = 3,6 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Δ5

Το στερεό εκτελεί $N = 20/\pi$ περιστροφές, άρα η γωνιακή μετατόπιση είναι:

$$\varphi = 2\pi N = 2\pi \cdot 20/\pi = 40 \text{ rad}$$

Το άκρο Α του νήματος όπου ασκείται η F μετατοπίζεται κατά:

$$s = R\varphi = 0,1 \cdot 40 = 4 \text{ m}$$

Το έργο της δύναμης F είναι:

$$W_F = F \cdot s = 100 \cdot 4 = 400 \text{ J}$$

Άρα $W_F = 400 \text{ J}$.