

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Πανελλαδικές Εξετάσεις 2017 – Αναλυτικές λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1. Σωστή επιλογή: δ.

Στην πλαστική κρούση το σύστημα παραμορφώνεται μόνιμα και μέρος της κινητικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα/παραμόρφωση. Αν το σύστημα είναι μονωμένο, η ορμή του διατηρείται.

A2. Σωστή επιλογή: γ.

Στην εξαναγκασμένη ταλάντωση το πλάτος γίνεται μέγιστο στον συντονισμό, δηλαδή κοντά στην ιδιοσυχνότητα f_0 . Αν για δύο διαφορετικές συχνότητες $f_1 < f_2$ το πλάτος είναι ίδιο, οι δύο συχνότητες βρίσκονται εκατέρωθεν της συχνότητας συντονισμού. Άρα $f_1 < f_0 < f_2$.

A3. Σωστή επιλογή: α.

Όταν οι ρευματικές γραμμές πυκνώνουν, η διατομή της φλέβας μικραίνει και η ταχύτητα ροής αυξάνεται. Από Bernoulli, σε οριζόντια ροή μεγαλύτερη ταχύτητα σημαίνει μικρότερη πίεση.

A4. Σωστή επιλογή: δ.

Διακρότημα προκύπτει από σύνθεση δύο ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, ίσων πλάτων και συχνοτήτων που διαφέρουν πολύ λίγο.

A5.

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Σχόλιο
α	Λάθος	Η εξίσωση συνέχειας προκύπτει από τη διατήρηση της μάζας, όχι της ενέργειας.
β	Σωστό	Αν ο φορέας της δύναμης είναι παράλληλος στον άξονα, η ροπή ως προς τον άξονα είναι μηδενική.
γ	Σωστό	Σε φθίνουσα με δύναμη αντίστασης ανάλογη της ταχύτητας, ο λόγος διαδοχικών μέγιστων απομακρύνσεων ίδιας φοράς είναι σταθερός.
δ	Σωστό	Η κύλιση ισοδυναμεί με μεταφορική κίνηση του κέντρου μάζας και στροφική γύρω από αυτό.
ε	Λάθος	Σε στάσιμο κύμα η απόσταση δύο διαδοχικών κοιλιών είναι $\lambda/2$.

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή επιλογή: ii.

Στη θέση ισορροπίας του σώματος: $k \cdot \Delta l = mg$, άρα $\Delta l = mg/k$.

Το σώμα αφήνεται από τη θέση φυσικού μήκους, δηλαδή από θέση που απέχει από τη Θ.Ι. κατά mg/k .
Επομένως το πλάτος είναι $A = mg/k$.

Η μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου γίνεται στην κατώτερη θέση: $x_{\max} = \Delta l + A = 2mg/k$.

Άρα η μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι: $U_{\text{ελ},\max} = 1/2 \cdot k \cdot x_{\max}^2 = 1/2 \cdot k \cdot (2mg/k)^2 = 2m^2g^2/k$.

B2. Σωστή επιλογή: iii.

Εφαρμόζουμε Bernoulli ανάμεσα στην ελεύθερη επιφάνεια του δοχείου και στο στόμιο εξόδου του σωλήνα. Η ταχύτητα της ελεύθερης επιφάνειας θεωρείται αμελητέα και στα δύο σημεία η πίεση είναι ατμοσφαιρική.

$$\rho g H = \rho g h + 1/2 \cdot \rho u^2 \Rightarrow u^2 = 2g(H-h).$$

Επειδή $H = 5h$, έχουμε: $u^2 = 2g(5h-h) = 8gh$, άρα $u = 2\sqrt{2gh}$.

Η διατομή του λεπτού σωλήνα είναι σταθερή, επομένως η ταχύτητα στο σημείο Α είναι ίδια με την ταχύτητα εξόδου.

B3. Σωστή επιλογή: ii.

Η πηγή είναι στερεωμένη στον Α και κινείται προς τα δεξιά, ενώ ο Β βρίσκεται αριστερά της πηγής. Ο ήχος που φτάνει στον Β διαδίδεται προς τα αριστερά. Η πηγή απομακρύνεται από τον Β, ενώ ο Β κινείται αντίθετα προς τη διάδοση του ήχου, άρα «συναντά» τα μέτωπα κύματος.

$$f_B = f_S \cdot (u_{\text{ήχ}} + u_2)/(u_{\text{ήχ}} + u_1).$$

Με $u_1 = u_{\text{ήχ}}/5$ και $u_2 = u_{\text{ήχ}}/10$:

$$f_B = f_S \cdot (u_{\text{ήχ}} + u_{\text{ήχ}}/10)/(u_{\text{ήχ}} + u_{\text{ήχ}}/5) = f_S \cdot (11/10)/(6/5) = 11f_S/12.$$

ΘΕΜΑ Γ

Δίνονται: $\Delta m = 10^{-6} \text{ kg}$, $ET = 5\pi^2 \cdot 10^{-7} \text{ J}$, $\Delta t = 0,4 \text{ s}$, $\Delta x = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$.

Γ1.

Η μετάβαση από την κάτω ακραία θέση στην πάνω ακραία θέση διαρκεί μισή περίοδο: $\Delta t = T/2 \Rightarrow T = 0,8 \text{ s}$.

Στο ίδιο χρονικό διάστημα το κύμα διαδίδεται κατά $0,04 \text{ m}$, άρα: $u = \Delta x/\Delta t = 0,04/0,4 = 0,1 \text{ m/s}$.

Το μήκος κύματος είναι: $\lambda = uT = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$.

Η γωνιακή συχνότητα είναι: $\omega = 2\pi/T = 2\pi/0,8 = 5\pi/2 \text{ rad/s}$.

Για τη στοιχειώδη μάζα: $ET = 1/2 \cdot \Delta m \cdot \omega^2 \cdot A^2$.

Άρα $A^2 = 2ET/(\Delta m \cdot \omega^2) = [2 \cdot 5\pi^2 \cdot 10^{-7}]/[10^{-6} \cdot (5\pi/2)^2] = 0,16$, οπότε $A = 0,4 \text{ m}$.

Γ2.

Το κύμα διαδίδεται προς τη θετική κατεύθυνση του Ox , με πηγή $y = A\eta\mu\omega t$. Άρα:

$$y = 0,4 \cdot \eta\mu[(5\pi/2)t - 25\pi x] \quad (\text{SI}), \text{ για } 0 \leq x \leq 0,1t.$$

Τη χρονική στιγμή $t_1 = 1,4 \text{ s}$ το κύμα έχει φτάσει μέχρι $x = ut_1 = 0,14 \text{ m}$.

Για το στιγμιότυπο: $y = 0,4 \cdot \eta\mu(3,5\pi - 25\pi x)$, $0 \leq x \leq 0,14$ m.

Χαρακτηριστικά σημεία για το σχήμα:

x (m)	y (m)
0	-0,4
0,02	0
0,04	+0,4
0,06	0
0,08	-0,4
0,10	0
0,12	+0,4
0,14	0

Γ3.

Για απομάκρυνση $y = 0,2$ m, η κινητική ενέργεια της στοιχειώδους μάζας είναι:

$$K = ET - U = ET - \frac{1}{2} \Delta m \cdot \omega^2 y^2 = ET \cdot (1 - y^2/A^2).$$

$$K = 5\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot (1 - 0,2^2/0,4^2) = 5\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot (1 - 1/4) = (15/4)\pi^2 \cdot 10^{-7} \text{ J}.$$

Γ4.

Δίνεται: $\phi_P - \phi_\Sigma = 3\pi/2$ rad. Επίσης $y_P = 0,4$ m = A, άρα το P βρίσκεται στην πάνω ακραία θέση και η φάση του είναι $\phi_P = \pi/2 + 2\kappa\pi$.

Άρα: $\phi_\Sigma = \phi_P - 3\pi/2 = -\pi + 2\kappa\pi$, δηλαδή το Σ βρίσκεται στη θέση ισορροπίας.

Η ταχύτητα ταλάντωσης είναι $u_y = \omega A \cdot \sigma\upsilon\nu\phi$. Για το Σ: $\sigma\upsilon\nu\phi_\Sigma = \sigma\upsilon\nu(-\pi) = -1$.

$u_\Sigma = -\omega A = -(5\pi/2) \cdot 0,4 = -\pi$ m/s. Το μέτρο της ταχύτητας είναι $|u_\Sigma| = \pi$ m/s.

ΘΕΜΑ Δ

Δίνονται: $M = 4$ kg, $m = 2$ kg, $R = 0,1$ m, $g = 10$ m/s², $ICM = \frac{1}{2} \cdot mR^2$, $\eta\mu\phi = 0,8$.

Δ1.

Για τον δίσκο κατά την κάθοδο: $mg - T = ma$. Για τη στροφική κίνηση: $T \cdot R = ICM \cdot \alpha\gamma\omega\nu$.

Επειδή το νήμα ξετυλίγεται χωρίς ολίσθηση: $a = \alpha\gamma\omega\nu \cdot R \Rightarrow \alpha\gamma\omega\nu = a/R$.

$$\text{Άρα } T \cdot R = (\frac{1}{2} \cdot mR^2) \cdot (a/R) \Rightarrow T = \frac{1}{2} \cdot ma.$$

Στην εξίσωση μεταφορικής κίνησης: $mg - \frac{1}{2} \cdot ma = ma \Rightarrow mg = \frac{3}{2} \cdot ma \Rightarrow a = \frac{2g}{3} = \frac{20}{3}$ m/s².

Δ2.

Από το Δ1: $T = \frac{1}{2} \cdot ma = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (20/3) = 20/3$ N. Αυτή είναι η κατακόρυφη δύναμη που ασκεί το νήμα του δίσκου στο άκρο Γ της ράβδου.

Η ράβδος ισορροπεί. Παίρνουμε ροπές ως προς την άρθρωση Α. Αν L το μήκος της ράβδου:

$$T\Gamma\Delta \cdot \eta\mu\phi \cdot L = Mg \cdot L/2 + T \cdot L.$$

$$\text{Άρα } T\Gamma\Delta \cdot 0,8 = 4 \cdot 10/2 + 20/3 = 20 + 20/3 = 80/3.$$

$$T\Gamma\Delta = (80/3)/0,8 = 100/3 \text{ N.}$$

Δ3.

Μέχρι να κοπεί το νήμα, το κέντρο μάζας κατέρχεται κατά $h_1 = 0,3 \text{ m}$ από ηρεμία με επιτάχυνση $a = 20/3 \text{ m/s}^2$.

$$v^2 = 2ah_1 = 2 \cdot (20/3) \cdot 0,3 = 4 \Rightarrow v = 2 \text{ m/s.}$$

$$\text{Χωρίς ολίσθηση: } \omega = v/R = 2/0,1 = 20 \text{ rad/s.}$$

Τη στιγμή που κόβεται το νήμα, η στροφορμή ως προς τον άξονα περιστροφής του δίσκου είναι:

$$L = I_{CM} \cdot \omega = (1/2 \cdot mR^2) \cdot \omega = (1/2 \cdot 2 \cdot 0,1^2) \cdot 20 = 0,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s.}$$

Μετά την κοπή του νήματος δεν ασκείται ροπή ως προς τον άξονα που περνά από το κέντρο μάζας, άρα η γωνιακή ταχύτητα και η στροφορμή παραμένουν σταθερές. Επομένως $L = 0,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$.

Δ4.

Μετά την κοπή, η περιστροφική κίνηση παραμένει με $\omega = 20 \text{ rad/s}$. Η μεταφορική κίνηση είναι ελεύθερη πτώση με αρχική ταχύτητα $v_0 = 2 \text{ m/s}$.

$$\text{Για } \Delta t' = 0,1 \text{ s: } v' = v_0 + g\Delta t' = 2 + 10 \cdot 0,1 = 3 \text{ m/s.}$$

$$K_{\text{περ}} = 1/2 \cdot I\omega^2 = 1/2 \cdot (0,01) \cdot 20^2 = 2 \text{ J.}$$

$$K_{\text{μετ}} = 1/2 \cdot mv'^2 = 1/2 \cdot 2 \cdot 3^2 = 9 \text{ J.}$$

Άρα ο ζητούμενος λόγος είναι: $K_{\text{περ}}/K_{\text{μετ}} = 2/9$.