

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Πανελλαδικές Εξετάσεις 2018 - Αναλυτικές λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1

Σωστή επιλογή: γ) αντίθετες ορμές.

Η κρούση είναι πλαστική και το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται, άρα η τελική ορμή είναι μηδέν. Από διατήρηση ορμής: $p_{ολ,αρχ} = p_{ολ,τελ} = 0$. Επομένως οι αρχικές ορμές των δύο σωμάτων ήταν ίσες κατά μέτρο και αντίθετες κατά φορά.

A2

Σωστή επιλογή: δ) ελαττώνεται.

Η συχνότητα του διεγέρτη είναι ήδη λίγο μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητα f_0 . Αν ελαττώσουμε την περίοδο T του διεγέρτη, τότε η συχνότητα $f = 1/T$ αυξάνεται. Άρα απομακρυνόμαστε περισσότερο από τη συχνότητα συντονισμού και το πλάτος μειώνεται.

A3

Σωστή επιλογή: α) διαφορά φάσης ίση με 0.

Σε στάσιμο κύμα δύο σημεία που βρίσκονται στην ίδια κοιλία ταλαντώνονται συμφασικά, ενώ σημεία σε διαδοχικές κοιλίες έχουν διαφορά φάσης π . Αν μεταξύ των Α και Β παρεμβάλλονται δύο δεσμοί, περνάμε δύο φορές σε γειτονική κοιλία, άρα η συνολική μεταβολή φάσης είναι 2π , δηλαδή ισοδύναμα 0.

A4

Σωστή επιλογή: β) $P_{ατμ} + \rho g(H - h)$.

Το σημείο Α βρίσκεται σε βάθος $H - h$ κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια. Άρα η απόλυτη υδροστατική πίεση είναι: $P_A = P_{ατμ} + \rho g(H - h)$.

A5

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Σχόλιο
α	Λάθος	Περίοδος διακροτήματος είναι ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών μεγιστοποιήσεων ή δύο διαδοχικών μηδενισμών του πλάτους, όχι της απομάκρυνσης.
β	Σωστό	Στον συντονισμό το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης γίνεται μέγιστο.
γ	Λάθος	Αν αυξηθεί η απόσβεση, ο ρυθμός μείωσης του πλάτους αυξάνεται.
δ	Σωστό	Ίδια πυκνότητα ρευματικών γραμμών σημαίνει ίδια ταχύτητα ροής.
ε	Λάθος	Ο λεπτοδείκτης εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, άρα η γωνιακή επιτάχυνση είναι μηδέν.

ΘΕΜΑ Β

B1

Σωστή επιλογή: i) σημείο ενίσχυσης.

Αρχικά: $d = 3\lambda/2$ και $d_1 = 2\lambda$. Από το ορθογώνιο τρίγωνο ΚΣΛ:

$$d_2 = \sqrt{[(2\lambda)^2 + (3\lambda/2)^2]} = \sqrt{4\lambda^2 + 9\lambda^2/4} = 5\lambda/2.$$

Η διαφορά δρόμων είναι: $|d_2 - d_1| = 5\lambda/2 - 2\lambda = \lambda/2$.

Όταν διπλασιάζεται η συχνότητα, η ταχύτητα διάδοσης μένει σταθερή, άρα το νέο μήκος κύματος είναι $\lambda_2 = v/(2f_1) = \lambda/2$.

Επομένως $|d_2 - d_1| = \lambda_2$, δηλαδή ακέραιο πολλαπλάσιο του νέου μήκους κύματος. Άρα το Σ γίνεται σημείο ενίσχυσης.

B2

Σωστή επιλογή: iii) $W = 3/2 m\omega^2 R^2$.

Η δύναμη του νήματος είναι κεντρική ως προς το Κ, άρα η στροφορμή του σφαιριδίου ως προς το Κ διατηρείται:

$$m\omega R^2 = m\omega'(R/2)^2 \Rightarrow \omega' = 4\omega.$$

Αρχική κινητική ενέργεια: $K_a = 1/2 m(\omega R)^2 = 1/2 m\omega^2 R^2$.

Τελική ταχύτητα: $u' = \omega' \cdot R/2 = 4\omega \cdot R/2 = 2\omega R$.

Τελική κινητική ενέργεια: $K_t = 1/2 m(2\omega R)^2 = 2m\omega^2 R^2$.

Το έργο της F είναι η μεταβολή της κινητικής ενέργειας: $W = K_t - K_a = 2m\omega^2 R^2 - 1/2 m\omega^2 R^2 = 3/2 m\omega^2 R^2$.

B3

Σωστή επιλογή: i) $\Delta P = 2\rho u\Gamma^2$.

Από την εξίσωση συνέχειας: $A\Gamma u\Gamma = A\Delta u\Delta$ και $A\Gamma = 2A\Delta$, άρα $u\Delta = 2u\Gamma$.

Η φλέβα εξέρχεται οριζόντια από το Δ και πέφτει από ύψος h. Για την κατακόρυφη κίνηση: $h = 1/2 gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{2h/g}$.

Το βεληνεκές είναι 4h, άρα: $4h = u\Delta t \Rightarrow 16h^2 = u\Delta^2 \cdot 2h/g \Rightarrow u\Delta^2 = 8gh$.

Επειδή $u\Delta = 2u\Gamma$, έχουμε $4u\Gamma^2 = 8gh \Rightarrow gh = u\Gamma^2/2$.

Bernoulli μεταξύ Γ και Δ: $P\Gamma + 1/2\rho u\Gamma^2 = P\Delta + 1/2\rho u\Delta^2 + \rho gh$.

Άρα $\Delta P = P\Gamma - P\Delta = 1/2\rho(u\Delta^2 - u\Gamma^2) + \rho gh = 1/2\rho(4u\Gamma^2 - u\Gamma^2) + \rho \cdot u\Gamma^2/2 = 2\rho u\Gamma^2$.

ΘΕΜΑ Γ

Δεδομένα

$k_1 = k_2 = k = 50 \text{ N/m}$, $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$, $\Delta l = 0,4 \text{ m}$, $u_{\text{ηχ}} = 340 \text{ m/s}$.

Για το σώμα m_1 πριν την κρούση: $\omega_0 = \sqrt{k/m_1} = \sqrt{50/2} = 5 \text{ rad/s}$ και $u_{\text{max}} = \omega_0 A = 5 \cdot 0,4 = 2 \text{ m/s}$.

Γ1

Λίγο πριν την κρούση ο δέκτης κινείται προς τα δεξιά, δηλαδή απομακρύνεται από την ακίνητη πηγή. Άρα:

$$f_1 = f_s \cdot (u_{\text{ηχ}} - u_1)/u_{\text{ηχ}} = f_s \cdot (340 - 2)/340 = f_s \cdot 338/340.$$

Η κρούση είναι πλαστική. Από διατήρηση ορμής: $m_1 u_1 = (m_1 + m_2)V \Rightarrow 2 \cdot 2 = 4V \Rightarrow V = 1 \text{ m/s}$.

Αμέσως μετά την κρούση ο δέκτης συνεχίζει να απομακρύνεται από την πηγή με ταχύτητα 1 m/s:

$$f_2 = f_s \cdot (u_{\text{ηχ}} - V) / u_{\text{ηχ}} = f_s \cdot (340 - 1) / 340 = f_s \cdot 339 / 340.$$

$$\text{Άρα: } f_1/f_2 = (338/340)/(339/340) = 338/339.$$

Γ2

Μετά την πλαστική κρούση τα δύο σώματα κινούνται ως συσσωμάτωμα μάζας $M_{\text{ολ}} = 4 \text{ kg}$. Αν το συσσωμάτωμα μετατοπιστεί κατά x προς τα δεξιά, το αριστερό ελατήριο επιμηκύνεται κατά x και το δεξί συμπιέζεται κατά x .

Οι δυνάμεις επαναφοράς έχουν συνισταμένη: $\Sigma F = -kx - kx = -2kx$.

Άρα η κίνηση είναι Α.Α.Τ. με σταθερά επαναφοράς $D = 2k = 100 \text{ N/m}$.

Η γωνιακή συχνότητα είναι $\Omega = \sqrt{(D/M_{\text{ολ}})} = \sqrt{(100/4)} = 5 \text{ rad/s}$.

Αμέσως μετά την κρούση: $x_0 = 0$ και $V = 1 \text{ m/s}$, άρα το πλάτος είναι $A = V/\Omega = 1/5 = 0,2 \text{ m}$.

Γ3

Ο δέκτης καταγράφει συχνότητα ίση με f_s όταν η ταχύτητά του ως προς την πηγή είναι μηδέν. Με αρχικές συνθήκες $x(0)=0$ και $u(0)=+1 \text{ m/s}$, μπορούμε να γράψουμε:

$$x = A \sin(\Omega t), \quad u = A \Omega \cos(\Omega t).$$

Πρώτη φορά $u = 0$ όταν $\sin(\Omega t) = 0 \Rightarrow \Omega t = \pi/2$.

$$\text{Άρα } t = \pi/(2\Omega) = \pi/(2 \cdot 5) = \pi/10 \text{ s}.$$

Γ4

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι ίσος με τη συνισταμένη δύναμη: $dp/dt = \Sigma F = -Dx$.

Το μέγιστο μέτρο του είναι: $|dp/dt|_{\text{max}} = D \cdot A = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ N}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1

Ροπή αδράνειας ράβδου ως προς άξονα από το άκρο Ο:

$$I_{p,O} = I_{\text{cm}} + M(\ell/2)^2 = (1/12)M\ell^2 + M\ell^2/4 = (1/3)M\ell^2 = (1/3) \cdot 8 \cdot 3^2 = 24 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

Για τον δίσκο Δ, ο άξονας περνά από το κέντρο του:

$$I_{\text{δ}} = 1/2 m \Delta R \Delta^2 = 1/2 \cdot 4 \cdot (\sqrt{2}/2)^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

$$\text{Άρα: } I_{\text{ολ}} = 24 + 1 = 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

Δ2

Μετά το κόψιμο του νήματος ΖΓ, η μόνη ροπή ως προς Ο στο σύστημα ράβδου-δίσκου είναι η ροπή του βάρους της ράβδου. Το βάρος του δίσκου διέρχεται από το Ο, άρα δεν δίνει ροπή.

Η απόσταση του κέντρου μάζας της ράβδου από το Ο είναι $\ell/2$ και η ροπή του βάρους είναι:

$$\tau = Mg(\ell/2) \sin \varphi = 8 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 72 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

$$\text{Επομένως: } |dL/dt| = |\Sigma \tau| = 72 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Δ3

Κατά την κίνηση της ράβδου-δίσκου δεν υπάρχουν απώλειες μηχανικής ενέργειας. Ο δίσκος δεν αλλάζει βαρυτική δυναμική ενέργεια, επειδή το κέντρο του είναι στο Ο.

Το κέντρο μάζας της ράβδου αρχικά βρίσκεται σε κατακόρυφη απόσταση $(\ell/2)\eta\mu\phi$ κάτω από το Ο. Όταν η ράβδος γίνει κατακόρυφη για πρώτη φορά, βρίσκεται σε απόσταση $\ell/2$ κάτω από το Ο.

Η πτώση του κέντρου μάζας της ράβδου είναι: $\Delta h = \ell/2 - (\ell/2)\eta\mu\phi = (\ell/2)(1 - \eta\mu\phi) = 1,5 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ m}$.

Άρα η κινητική ενέργεια τότε είναι: $K = Mg\Delta h = 8 \cdot 10 \cdot 0,3 = 24 \text{ J}$.

Δ4

Μετά το κόψιμο, ο κύλινδρος κυλίζει χωρίς ολίσθηση στο κεκλιμένο επίπεδο και το νήμα δεν ολισθαίνει ούτε στον κύλινδρο ούτε στην τροχαλία.

Για τον κύλινδρο: $I\kappa/R^2 = (1/2)mR^2/R^2 = m/2 = 15 \text{ kg}$.

Αν το κέντρο μάζας του κυλίνδρου έχει ταχύτητα u , λόγω κύλισης η γωνιακή ταχύτητα του κυλίνδρου είναι $\omega\kappa = u/R$. Το νήμα στο άνω σημείο του κυλίνδρου έχει ταχύτητα $2u$, άρα για την τροχαλία: $\omega\tau\rho = 2u/R$.

Εφαρμόζουμε ενεργειακά για μετατόπιση s του κυλίνδρου κατά μήκος του κεκλιμένου:

$$mg s \eta\mu\phi = 1/2 mu^2 + 1/2 I\kappa(u/R)^2 + 1/2 I\tau\rho(2u/R)^2.$$

Επειδή η κίνηση γίνεται με σταθερή επιτάχυνση, από την παραπάνω σχέση προκύπτει:

$$mg\eta\mu\phi = [m + I\kappa/R^2 + 4I\tau\rho/R^2] a.$$

Αντικατάσταση: $m = 30 \text{ kg}$, $I\kappa/R^2 = 15 \text{ kg}$, $4I\tau\rho/R^2 = 4 \cdot 1,95/0,2^2 = 195 \text{ kg}$.

Άρα: $30 \cdot 10 \cdot 0,8 = (30 + 15 + 195)a \Rightarrow 240 = 240a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$.

Για διάστημα $s = 2 \text{ m}$: $u^2 = 2as = 2 \cdot 1 \cdot 2 = 4 \Rightarrow u = 2 \text{ m/s}$.