Αναλυτικές λύσεις Φυσικής Προσανατολισμού Πανελλαδικές 2020 - Νέο Σύστημα

ΘΕΜΑ Α

Α1

Σωστή επιλογή: γ) V/2.

Το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης από περιστρεφόμενο πλαίσιο είναι Vmax = N B A ω. Επειδή ω = 2π/T, όταν η περίοδος T διπλασιάζεται, η γωνιακή ταχύτητα υποδιπλασιάζεται. Άρα και το πλάτος της τάσης γίνεται V/2.

Α2

Σωστή επιλογή: α) B.

Για μακρύ σωληνοειδές ισχύει B = μ0 n I, όπου n = N/ℓ. Αν το σωληνοειδές κοπεί στη μέση, τότε και οι σπείρες και το μήκος γίνονται μισά, οπότε n μένει ίδιο. Με ίδιο ρεύμα I, το πεδίο στο μέσο παραμένει B.

Α3

Σωστή επιλογή: α) P1 < P2.

Ο σωλήνας είναι οριζόντιος, άρα από Bernoulli: P + 1/2 ρ υ² = σταθερό. Στη θέση (2) η διατομή είναι μεγαλύτερη, άρα από τη συνέχεια Αυ = σταθερό έχουμε υ2 < υ1. Επομένως η πίεση στη θέση (2) είναι μεγαλύτερη: P2 > P1.

Α4

Σωστή επιλογή: δ).

Στη σύνθεση δύο ΑΑΤ ίδιας συχνότητας, ίδιας διεύθυνσης και ίδιας θέσης ισορροπίας, το αποτέλεσμα είναι ΑΑΤ ίδιας συχνότητας. Το πλάτος και η αρχική φάση του αποτελέσματος εξαρτώνται από τα πλάτη και τις αρχικές φάσεις των δύο ταλαντώσεων.

Α5

- α) Σωστό. Από τον νόμο Faraday: 1 Wb/s = 1 V, άρα 1 Wb = 1 V·s.
- β) Λάθος. Ομόρροπα παράλληλα ρεύματα έλκονται.
- γ) Σωστό. Αν ο αγωγός είναι παράλληλος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, τότε F = B I ℓ ημφ = 0.
- δ) Σωστό. Η εξίσωση Bernoulli εκφράζει διατήρηση μηχανικής ενέργειας ανά μονάδα όγκου/μάζας στη μόνιμη ροή ιδανικού ρευστού.
- ε) Λάθος. Παραπλήσιες συχνότητες δίνουν διακροτήματα, όχι απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερό πλάτος.

ΘΕΜΑ Β

Β1

Σωστή επιλογή: iii) √5/4.

Για κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει υcm = ωR. Το ανώτερο σημείο Α έχει ταχύτητα υA = υcm + ωR = 2υcm.

Το σημείο Γ απέχει R/2 από το κέντρο πάνω στην οριζόντια διάμετρο. Η μεταφορική ταχύτητα είναι οριζόντια υcm, ενώ η στροφική ταχύτητα του Γ έχει μέτρο ω(R/2)=υcm/2 και είναι κάθετη στη μεταφορική. Άρα:

$\upsilon_\Gamma = \sqrt{[\upsilon_{cm}^2 + (\upsilon_{cm}/2)^2]} = (\sqrt{5}/2)\upsilon_{cm}$.

Επομένως $\upsilon_\Gamma/\upsilon_A = [(\sqrt{5}/2)\upsilon_{cm}]/(2\upsilon_{cm}) = \sqrt{5}/4$.

B2

Σωστή επιλογή: ii) Π1 = Π2.

Σε κεντρική ελαστική κρούση σώματος μάζας m με ακίνητο σώμα μάζας M, το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας που μεταφέρεται στο αρχικά ακίνητο σώμα είναι:

$\Pi = [4mM/(m+M)^2]\cdot 100\%$.

Η σχέση είναι συμμετρική ως προς τις μάζες m και M. Άρα, είτε κινείται αρχικά η Σ1 είτε κινείται αρχικά η Σ2, το ποσοστό μεταφοράς κινητικής ενέργειας είναι το ίδιο: Π1 = Π2.

B3

Σωστή επιλογή: i) $\Pi = (A/2)\sqrt{gH}$.

Αν η στάθμη είναι σταθερή, η παροχή της βρύσης είναι ίση με την παροχή εκροής: $\Pi = A\upsilon$.

Από Torricelli για οπή σε ύψος h1 και ελεύθερη επιφάνεια σε ύψος H: $\upsilon = \sqrt{[2g(H-h_1)]}$.

Η φλέβα εκτελεί οριζόντια βολή από ύψος h1. Το βελληνεκές στο έδαφος είναι: $S = \upsilon\sqrt{(2h_1/g)}$, άρα $S^2 = 4h_1(H-h_1)$.

Για να περάσει οριακά από το άκρο Z της ράβδου, στο οριζόντιο διάστημα S/2 η κατακόρυφη πτώση της φλέβας είναι $h_1 - h_2$. Επομένως:

$h_1 - h_2 = g(S/2)^2/(2\upsilon^2) = S^2/[16(H-h_1)] = h_1/4$.

Άρα $h_2 = 3h_1/4$. Δίνεται $h_2 = 21H/32$, οπότε $h_1 = (4/3)(21H/32) = 7H/8$.

Τότε $\upsilon = \sqrt{[2g(H-7H/8)]} = \sqrt{(gH/4)} = (1/2)\sqrt{(gH)}$. Άρα $\Pi = A\upsilon = (A/2)\sqrt{(gH)}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1

Από t=0 έως t1 ο αγωγός ΚΛ επιταχύνεται προς τα δεξιά με ολοένα μικρότερη επιτάχυνση και τελικά αποκτά οριακή ταχύτητα.

Όσο κινείται στο πεδίο B1, αναπτύσσεται ΗΕΔ επαγωγής $E = B_1 L \upsilon$. Το κύκλωμα περιλαμβάνει τον αγωγό ΚΛ και τον αντιστάτη R1, άρα $R_{ολ} = R_{ΚΛ} + R_1 = 3 + 2 = 5\ \Omega$.

$I = E/R_{ολ} = B_1L\upsilon/5$ και $F_L = B_1 I L = (B_1^2L^2/5)\upsilon$.

Στην οριακή ταχύτητα: $F = F_L$, άρα $\upsilon_{op} = F\cdot R_{ολ}/(B_1^2L^2) = 0{,}8\cdot 5/(1^2\cdot 1^2) = 4$ m/s.

Γ2

Στην περιοχή B3 το πεδίο έχει ίδιο μέτρο με το B1 και αντίθετη φορά. Ο αγωγός συνεχίζει να κινείται προς τα δεξιά με $\upsilon_{op} = 4$ m/s. Η μαγνητική δύναμη Laplace είναι δύναμη αντίστασης της κίνησης, άρα έχει φορά προς τα αριστερά.

Το κύκλωμα τώρα κλείνει από τον R2 και τον αγωγό ΚΛ, με $R_{ολ} = R_{ΚΛ} + R_2 = 3 + 2 = 5\ \Omega$.

$F_L = B_3^2L^2\upsilon_{op}/R_{ολ} = 1^2\cdot 1^2\cdot 4/5 = 0{,}8$ N.

Για σταθερή ταχύτητα πρέπει η εξωτερική δύναμη να εξουδετερώνει τη Laplace. Άρα $F' = 0{,}8$ N προς τα δεξιά.

Γ3

Στο χρονικό διάστημα t2 έως t3 ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα 4 m/s, άρα η ΗΕΔ είναι σταθερή: E = B3Lυορ = 1·1·4 = 4 V.

Η θερμότητα που εκλύεται στο κύκλωμα είναι Q = E qεπ, αφού E = Wηλ/q. Άρα:

Q = 4·0,2 = 0,8 J.

Γ4

Με κλειστό τον διακόπτη δ, οι αντιστάτες R1 και R2 συνδέονται παράλληλα μεταξύ των δύο οδηγών: Rεξ = R1||R2 = (2·2)/(2+2) = 1 Ω.

Η ολική αντίσταση που "βλέπει" η ΗΕΔ του κινούμενου αγωγού είναι Rολ = RΚΛ + Rεξ = 3 + 1 = 4 Ω.

Στη νέα οριακή ταχύτητα: F′ = BLI = BL·(BLυ′ορ/Rολ). Άρα υ′ορ = F′Rολ/(B²L²) = 0,8·4 = 3,2 m/s.

Η ΗΕΔ τότε είναι E = BLυ′ορ = 3,2 V και το ολικό ρεύμα μέσα από τον αγωγό ΚΛ είναι I = E/Rολ = 3,2/4 = 0,8 A.

Η τάση στα άκρα ΚΛ, δηλαδή η τάση στον εξωτερικό παράλληλο κλάδο, είναι VΚΛ = I Rεξ = 0,8·1 = 0,8 V.

Άρα τα ρεύματα στους ίσους αντιστάτες είναι I1 = I2 = VΚΛ/2 = 0,8/2 = 0,4 A.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1

Στο στερεό με τους δύο ομοαξονικούς κυλίνδρους ισχύει ισορροπία ροπών. Στον εξωτερικό κύλινδρο κρέμεται το Σ2, άρα T2 = m2g = 3·10 = 30 N. Επειδή R = 2r:

T1·r = T2·R => T1 = 2T2 = 60 N.

Η ράβδος ισορροπεί. Παίρνουμε ροπές ως προς την άρθρωση Α. Το βάρος της ράβδου ασκείται στο μέσο Ο. Το σημείο Κ απέχει ℓ/6 από το Ο προς το Γ, άρα ΑΚ = ℓ/2 + ℓ/6 = 2ℓ/3.

Με θ = 45° και λαμβάνοντας θετικές τις αριστερόστροφες ροπές:

NΓ·ℓ·ημθ + T1·(2ℓ/3)·ημθ - Mg·(ℓ/2)·συνθ = 0.

Επειδή ημ45° = συν45°, προκύπτει:

NΓ + (2/3)T1 - Mg/2 = 0 => NΓ = Mg/2 - (2/3)T1 = 100/2 - 40 = 10 N.

Δ2

Πριν την κρούση το Σ1 ισορροπεί μόνο του στο κεκλιμένο επίπεδο. Με θετική φορά προς τα κάτω στο επίπεδο:

k·x1 = m1gημφ = 1·10·1/2 = 5 N => x1 = 5/100 = 0,05 m.

Μετά την πλαστική κρούση ταλαντώνεται το συσσωμάτωμα μάζας m1+m2 = 4 kg. Η νέα θέση ισορροπίας αντιστοιχεί σε:

k·xισ = (m1+m2)gημφ = 4·10·1/2 = 20 N => xισ = 20/100 = 0,20 m.

Άρα τη στιγμή αμέσως μετά την κρούση, ως προς τη νέα θέση ισορροπίας, η απομάκρυνση είναι x0 = 0,05 - 0,20 = -0,15 m.

Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι ω = √[k/(m1+m2)] = √(100/4) = 5 rad/s. Δίνεται v0 = 3√3/4 m/s.

A = √[x0² + (v0/ω)²] = √[(0,15)² + (3√3/20)²] = √(0,0225 + 0,0675) = 0,30 m.

Δ3

Θετική φορά: από Ζ προς Λ. Έχουμε A = 0,30 m και ω = 5 rad/s. Θέτουμε:

$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi 0)$.

Για t=0: $x0 = -0,15$ m, άρα $\eta\mu\varphi 0 = -0,15/0,30 = -1/2$. Επειδή $v0 > 0$, πρέπει $\sigma\upsilon\nu\varphi 0 > 0$. Άρα $\varphi 0 = 11\pi/6$.

Η ζητούμενη σχέση είναι: $x = 0,30\eta\mu(5t + 11\pi/6)$ (S.I.).

Δ4

Κατά την πλαστική κρούση διατηρείται η ορμή στην κατεύθυνση του κεκλιμένου επιπέδου. Το Σ1 πριν την κρούση είναι ακίνητο. Αν υ2 είναι η ταχύτητα του Σ2 αμέσως πριν την κρούση, η συνιστώσα της πάνω στο επίπεδο είναι $\upsilon 2\eta\mu\varphi = \upsilon 2/2$.

$m2\cdot\upsilon 2\cdot\eta\mu\varphi = (m1+m2)\cdot v0$

$3\cdot\upsilon 2\cdot 1/2 = 4\cdot(3\sqrt{3}/4) \Rightarrow \upsilon 2 = 2\sqrt{3}$ m/s.

Για την ελεύθερη πτώση του Σ2: $\upsilon 2^2 = 2gh \Rightarrow (2\sqrt{3})^2 = 2\cdot 10\cdot h \Rightarrow h = 12/20 = 0,60$ m.

Δ5

Η μέγιστη επιμήκυνση του ελατηρίου γίνεται στη θέση όπου το συσσωμάτωμα έχει μέγιστη θετική απομάκρυνση από τη νέα θέση ισορροπίας: $x = +A = 0,30$ m.

Η επιμήκυνση του ελατηρίου τότε είναι: $x\varepsilon\lambda = x\iota\sigma + A = 0,20 + 0,30 = 0,50$ m.

Άρα η δύναμη του ελατηρίου είναι $F\varepsilon\lambda = kx\varepsilon\lambda = 100\cdot 0,50 = 50$ N.

Η δύναμη επαναφοράς της ταλάντωσης έχει μέτρο $F\varepsilon\pi = D\cdot A = kA = 100\cdot 0,30 = 30$ N.

Επομένως: $F\varepsilon\lambda/F\varepsilon\pi = 50/30 = 5/3$.

Mr.Spience