

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Επαναληπτικές Πανελλαδικές 2022 - Αναλυτικές λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1. Σωστή απάντηση: α

Σε οριζόντιο σωλήνα έχουμε $y = \text{σταθερό}$, άρα ο όρος $\rho g y$ είναι σταθερός και η εξίσωση Bernoulli γράφεται:

$$\rho + (1/2)\rho v^2 = \text{σταθερό}$$

A2. Σωστή απάντηση: δ

Το συνολικό επαγωγικό φορτίο είναι:

$$q = \int I dt = (1/R) \int |E \epsilon| dt = |\Delta \Phi| / R$$

Άρα εξαρτάται από τη μεταβολή της μαγνητικής ροής και από την ωμική αντίσταση του κυκλώματος. Από τις επιλογές που δίνονται, σωστή είναι η δ.

A3. Σωστή απάντηση: γ

Η στιγμιαία ισχύς είναι $p = u \cdot i$. Για $u = V_{\eta \mu \omega t}$ και $i = I_{\eta \mu \omega t}$:

$$p = V_{\eta \mu \omega t} \cdot I_{\eta \mu \omega t}$$

A4. Σωστή απάντηση: δ

Σε κάθε κρούση, λόγω δράσης - αντίδρασης, οι μεταβολές των ορμών των δύο σωμάτων είναι αντίθετες:

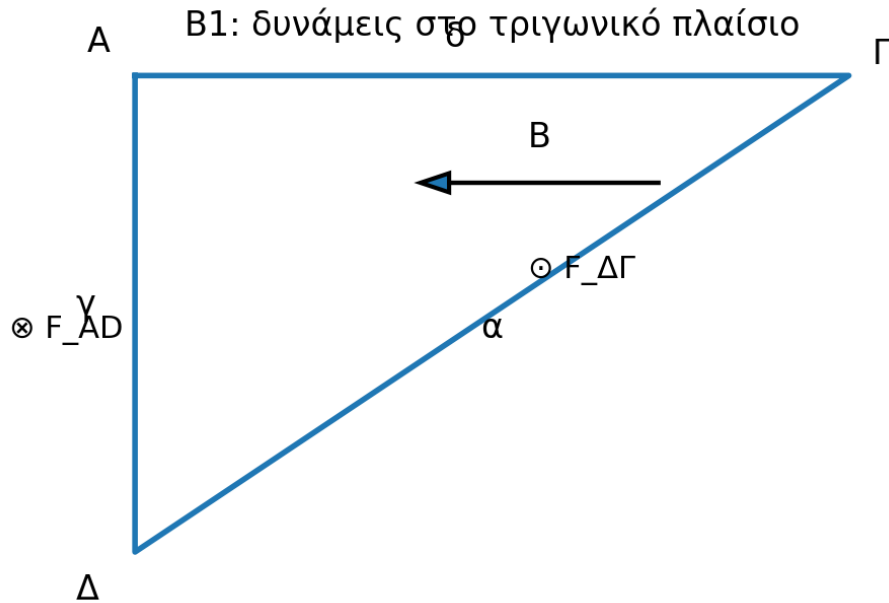
$$\Delta p_1 = -\Delta p_2$$

A5.

Πρόταση	Απάντηση	Αιτιολόγηση
α	Σωστό	Η μονάδα της έντασης μαγνητικού πεδίου στο S.I. είναι το Tesla.
β	Λάθος	Γύρω από κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό το πεδίο δεν είναι γενικά ομογενές.
γ	Λάθος	Η γωνιακή επιτάχυνση μπορεί να έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη γωνιακή ταχύτητα, όταν η περιστροφή επιβραδύνεται.
δ	Σωστό	Στον συντονισμό το μέγιστο πλάτος εξαρτάται από τη σταθερά απόσβεσης b .
ε	Σωστό	Ο υδραυλικός ανυψωτήρας επιτρέπει κέρδος σε δύναμη.

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση: ii. $\Sigma F = 0$



Σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο ισχύει:

$$F = B I l \eta \mu \phi$$

Η πλευρά ΑΓ είναι παράλληλη στο μαγνητικό πεδίο, άρα $\phi = 0^\circ$ ή 180° και δεν δέχεται δύναμη.

$$F_{A\Gamma} = 0$$

Οι άλλες δύο πλευρές δέχονται δυνάμεις ίσων μέτρων και αντίθετων κατευθύνσεων. Πιο συγκεκριμένα:

$$F_{A\Delta} = B I \gamma$$

$$F_{\Delta\Gamma} = B I \alpha \eta \mu \Delta$$

Στο ορθογώνιο τρίγωνο ισχύει $\gamma = \alpha \eta \mu \Delta$, επομένως:

$$F_{\Delta\Gamma} = B I \gamma$$

Οι δύο δυνάμεις είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου, με αντίθετες φορές. Άρα η συνισταμένη είναι μηδενική.

$$\Sigma F = F_{A\Delta} - F_{\Delta\Gamma} = B I \gamma - B I \gamma = 0$$

B2. Σωστή απάντηση: i. $K/U = 1/3$

Δίνονται:

$$x_1 = A_1 \eta \mu(\omega t + \pi/6), \quad x_2 = A_2 \eta \mu(\omega t + 2\pi/3), \quad A_1 = A_2\sqrt{3}$$

Θέτουμε $A_2 = A$. Τότε $A_1 = A\sqrt{3}$. Για $t = 0$:

$$x_1(0) = A\sqrt{3} \cdot \eta \mu(\pi/6) = A\sqrt{3}/2$$

$$x_2(\theta) = A \cdot \eta\mu(2\pi/3) = A\sqrt{3}/2$$

$$x(\theta) = x_1(\theta) + x_2(\theta) = A\sqrt{3}$$

Για την ταχύτητα:

$$v_1(\theta) = \omega A\sqrt{3} \sigma\upsilon\nu(\pi/6) = \omega \cdot 3A/2$$

$$v_2(\theta) = \omega A \sigma\upsilon\nu(2\pi/3) = -\omega A/2$$

$$v(\theta) = \omega A$$

Το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης προκύπτει από τη σχέση $A_{ολ}^2 = x^2 + (v/\omega)^2$:

$$A_{ολ}^2 = (A\sqrt{3})^2 + A^2 = 4A^2 \Rightarrow A_{ολ} = 2A$$

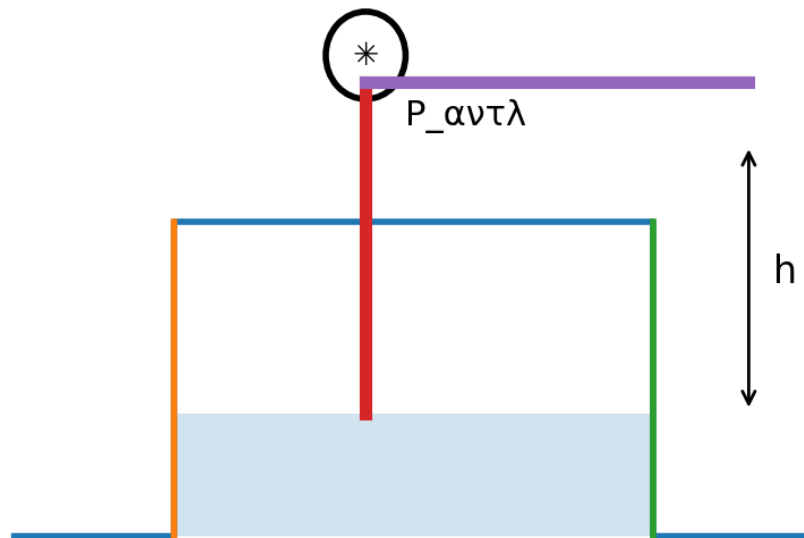
Ο λόγος κινητικής προς δυναμική ενέργεια σε απομάκρυνση x είναι:

$$K/U = [(1/2)D(A_{ολ}^2 - x^2)] / [(1/2)D x^2] = A_{ολ}^2/x^2 - 1$$

$$K/U = (4A^2)/(3A^2) - 1 = 1/3$$

B3. Σωστή απάντηση: i. 0,6 J/s

B3: αντλία και σταθερή υψομετρική διαφορά



Η παροχή είναι:

$$\Pi = A v$$

Αν η παροχή μείνει σταθερή και το εμβαδόν διατομής στην έξοδο υποδιπλασιαστεί, τότε η ταχύτητα εξόδου διπλασιάζεται:

$$A' = A/2, \quad \Pi = Av = A'v' \Rightarrow v' = 2v$$

Η ισχύς που μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια είναι ανάλογη του v^2 , αφού η παροχή μάζας μένει σταθερή:

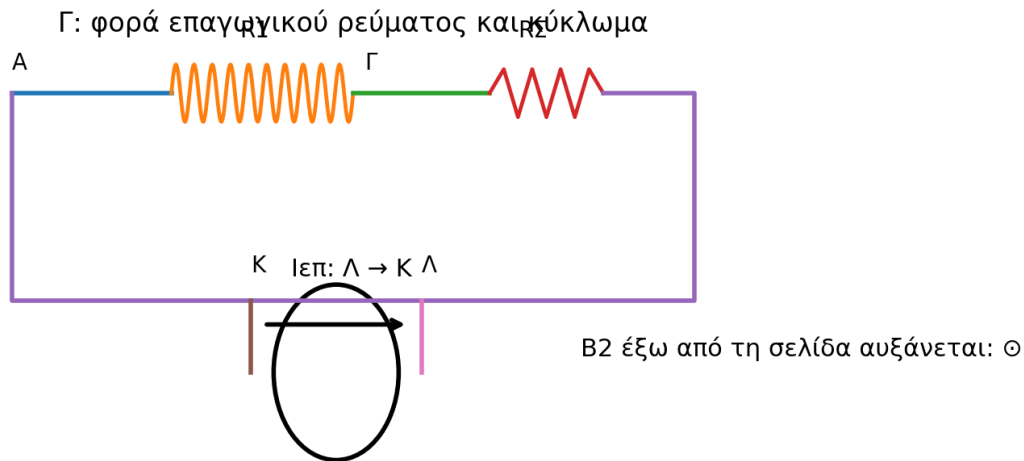
$$P_K = (1/2)(dm/dt)u^2$$

$$P_{K'} = (1/2)(dm/dt)(2u)^2 = 4P_K = 4 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ J/s}$$

Η υψομετρική διαφορά h μένει σταθερή, άρα το βαρυτικό μέρος της ισχύος δεν αλλάζει. Η αύξηση είναι μόνο:

$$\Delta P = P_{K'} - P_K = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ J/s}$$

ΘΕΜΑ Γ



Δεδομένα: $n = 500$ σπείρες/m, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $N = 300$, $S = 0,25 \text{ m}^2$, $\Delta B_2/\Delta t = 0,16 \text{ T/s}$, $K_\mu = 10^{-7} \text{ N/A}^2$.

Γ1. Φορά επαγωγικού ρεύματος

Το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη και αυξάνεται. Σύμφωνα με τον κανόνα Lenz, το επαγωγικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο αντίθετης φοράς, δηλαδή προς τη σελίδα.

Άρα το επαγωγικό ρεύμα στον κυκλικό αγωγό έχει δεξιόστροφη φορά. Στο πάνω τμήμα του κυκλικού αγωγού η φορά είναι από Λ προς Κ .

Γ2. ΗΕΔ από επαγωγή

$$|E_{\epsilon\pi}| = N \cdot |\Delta\Phi/\Delta t| = N \cdot S \cdot |\Delta B_2/\Delta t|$$

$$|E_{\epsilon\pi}| = 300 \cdot 0,25 \cdot 0,16 = 12 \text{ V}$$

Γ3. Μαγνητικό πεδίο στο σωληνοειδές

Αρχικά βρίσκουμε την αντίσταση της θερμικής συσκευής:

$$P = V^2/R_\Sigma \Rightarrow R_\Sigma = V^2/P = 10^2/50 = 2 \Omega$$

Η ολική αντίσταση είναι:

$$R_{o\lambda} = R_1 + R_2 + R_\Sigma = 2 + 2 + 2 = 6 \Omega$$

$$I = E_{\epsilon\pi}/R_{o\lambda} = 12/6 = 2 \text{ A}$$

Για ιδανικό σωληνοειδές:

$$B1 = \mu_0 n I = 4\pi\kappa\mu n I$$

$$B1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 2 = 4\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

Γ4. Νέο σωληνοειδές και τελική ισχύς θερμικής συσκευής

Αν το σωληνοειδές κοπεί στη μέση, η αντίστασή του υποδιπλασιάζεται:

$$R1' = 1 \Omega$$

Η πυκνότητα σπειρών η παραμένει ίδια, αφού διατηρούμε το μισό μήκος με τις μισές σπείρες.

$$R_{ολ'} = R1' + R2 + R\Sigma = 1 + 2 + 2 = 5 \Omega$$

$$I' = E\epsilon\pi / R_{ολ'} = 12/5 = 2,4 \text{ A}$$

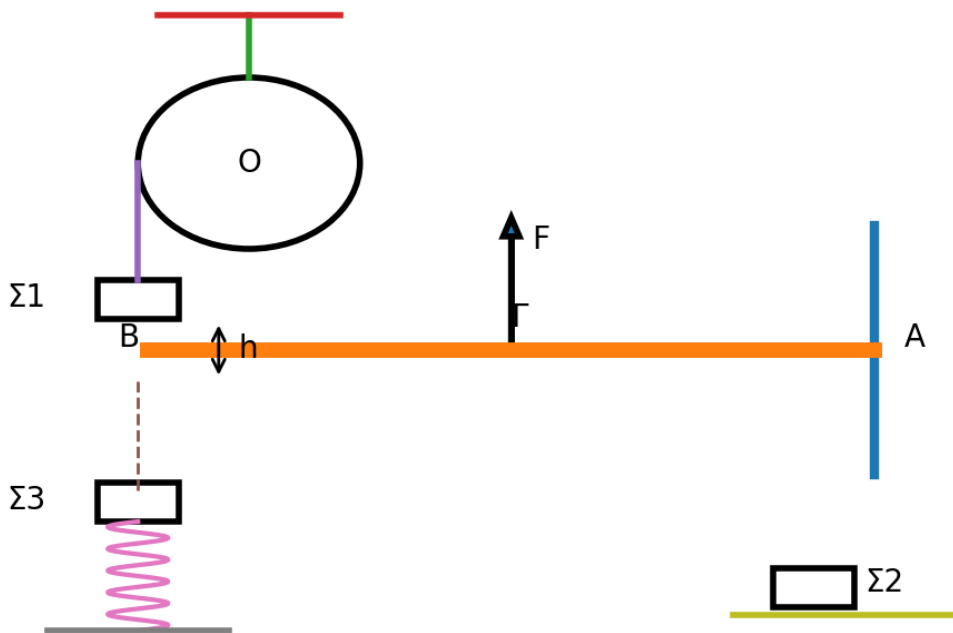
$$B1' = \mu_0 n I' = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 2,4 = 4,8\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$$

Η τελική ισχύς στη θερμική συσκευή είναι:

$$P\Sigma' = I'^2 R\Sigma = (2,4)^2 \cdot 2 = 11,52 \text{ W}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ: βασική διάταξη



Δεδομένα: $\ell = 1,2 \text{ m}$, $M_p = 2 \text{ kg}$, $M_T = 2 \text{ kg}$, $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $m_3 = 3 \text{ kg}$, $F = 80 \text{ N}$, $h = 1,2 \text{ m}$, $k = 100 \text{ N/m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Δ1. Συντελεστής οριακής τριβής

Για το σώμα Σ1 που ισορροπεί:

$$T = m_1 g = 1 \cdot 10 = 10 \text{ N}$$

Η τροχαλία ισορροπεί οριακά. Ως προς τον άξονά της, η τάση του νήματος και η στατική τριβή έχουν ίσες ροπές:

$$T R = T_{\text{στ}} R \Rightarrow T_{\text{στ}} = T = 10 \text{ N}$$

Για τη ράβδο παίρνουμε ροπές ως προς την άρθρωση Α. Η τριβή στο Β είναι κατά μήκος της ράβδου και δεν δίνει ροπή ως προς Α.

$$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow N \cdot \ell + M_p g \cdot (\ell/2) - F \cdot (\ell/2) = 0$$

$$N \cdot 1,2 + 2 \cdot 10 \cdot 0,6 - 80 \cdot 0,6 = 0$$

$$1,2N + 12 - 48 = 0 \Rightarrow N = 30 \text{ N}$$

$$T_{\text{στ}} = \mu N \Rightarrow 10 = \mu \cdot 30 \Rightarrow \mu = 1/3$$

Άρα ο συντελεστής οριακής τριβής είναι $\mu = 1/3$.

Δ2. Ταχύτητα του Σ2 αμέσως μετά την πλαστική κρούση

Μετά την κατάργηση της δύναμης F, η ράβδος στρέφεται από την οριζόντια στην κατακόρυφη θέση. Η απώλεια βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του κέντρου μάζας γίνεται στροφική κινητική ενέργεια της ράβδου:

$$M_p g (\ell/2) = (1/2) I_A \omega^2$$

$$I_A = (1/3) M_p \ell^2 = (1/3) \cdot 2 \cdot 1,2^2 = 0,96 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$2 \cdot 10 \cdot 0,6 = (1/2) \cdot 0,96 \cdot \omega^2 \Rightarrow 12 = 0,48 \omega^2$$

$$\omega^2 = 25 \Rightarrow \omega = 5 \text{ rad/s}$$

Στην πλαστική κρούση της ράβδου με το ακίνητο Σ2 διατηρείται η στροφορμή ως προς το Α, επειδή η εξωτερική ώθηση της άρθρωσης έχει μηδενική ροπή ως προς Α.

$$I_A \omega = (I_A + m_2 \ell^2) \omega'$$

$$0,96 \cdot 5 = (0,96 + 1 \cdot 1,2^2) \omega'$$

$$4,8 = 2,4 \omega' \Rightarrow \omega' = 2 \text{ rad/s}$$

Το Σ2 αμέσως μετά την κρούση κινείται μαζί με το άκρο Β της ράβδου:

$$v_2 = \omega' \ell = 2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ m/s}$$

Δ3. Ταχύτητα του Σ1 τη στιγμή που συναντά το Σ3

Για την κίνηση του Σ1 και της τροχαλίας, με μη ολίσθηση του νήματος:

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

$$T R = I_T \alpha, \quad I_T = (1/2) M T R^2, \quad a = \alpha R$$

$$T = (1/2) M T a = (1/2) \cdot 2 \cdot a = a \quad (2)$$

Από (1), (2):

$$10 - a = a \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

Το Σ1 ξεκινά από την ηρεμία και διανύει $h = 1,2 \text{ m}$ μέχρι να συναντήσει το Σ3:

$$u_1^2 = 2ah = 2 \cdot 5 \cdot 1,2 = 12$$

$$u_1 = 2\sqrt{3} \text{ m/s}$$

Δ4. Πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος

Η κρούση Σ1 - Σ3 είναι πλαστική. Με θετική φορά προς τα κάτω:

$$m_1 u_1 = (m_1 + m_3) u_k$$

$$u_k = (1 \cdot 2\sqrt{3}) / (1+3) = \sqrt{3}/2 \text{ m/s}$$

Η αρχική συμπίεση του ελατηρίου λόγω του Σ3 είναι:

$$\Delta \ell_0 = m_3 g / k = 3 \cdot 10 / 100 = 0,30 \text{ m}$$

Η νέα θέση ισορροπίας για το συσσωμάτωμα μάζας $m_1 + m_3 = 4 \text{ kg}$ είναι:

$$\Delta \ell_1 = (m_1 + m_3) g / k = 4 \cdot 10 / 100 = 0,40 \text{ m}$$

Τη στιγμή αμέσως μετά την κρούση, το ελατήριο έχει ακόμα συμπίεση $0,30 \text{ m}$. Άρα ως προς τη νέα Θ.Ι.:

$$x_0 = 0,30 - 0,40 = -0,10 \text{ m}$$

Για την ΑΑΤ:

$$(1/2)(m_1 + m_3) u_k^2 + (1/2) k x_0^2 = (1/2) k A^2$$

$$(1/2) \cdot 4 \cdot (\sqrt{3}/2)^2 + (1/2) \cdot 100 \cdot (0,10)^2 = (1/2) \cdot 100 \cdot A^2$$

$$1,5 + 0,5 = 50 A^2 \Rightarrow A^2 = 0,04 \Rightarrow A = 0,20 \text{ m}$$

Δ5. Χρονική εξίσωση απομάκρυνσης

Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

$$\omega = \sqrt{k / (m_1 + m_3)} = \sqrt{100 / 4} = 5 \text{ rad/s}$$

Θέτουμε:

$$x = A \eta \mu(\omega t + \phi)$$

Για $t = 0$ έχουμε $x_0 = -0,10 \text{ m}$ και $u_0 = +\sqrt{3}/2 \text{ m/s}$. Με $A = 0,20 \text{ m}$ και $\omega = 5 \text{ rad/s}$:

$$-0,10 = 0,20 \eta \mu \phi \Rightarrow \eta \mu \phi = -1/2$$

$$u_0 = A \omega \sigma \upsilon \nu \phi = 0,20 \cdot 5 \cdot \sigma \upsilon \nu \phi = \sigma \upsilon \nu \phi$$

$$\sigma \upsilon \nu \phi = \sqrt{3}/2 > 0$$

Άρα παίρνουμε $\phi = -\pi/6$. Η εξίσωση είναι:

$$x = 0,20 \eta \mu(5t - \pi/6) \quad (\text{S.I.})$$

