

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ - ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ 2020
(ΝΕΑ ΥΛΗ)

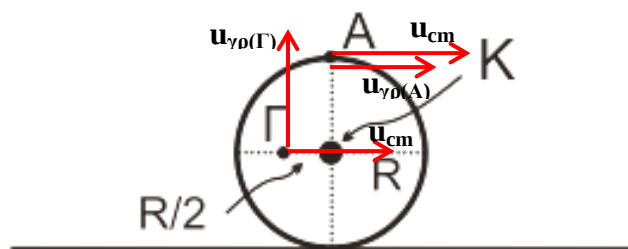
Θέμα Α

- A.1. (γ)
 A.2. (α)
 A.3. (γ)
 A.4. (δ)
 A.5. (α) Σωστό
 (β) Λάθος
 (γ) Σωστό
 (δ) Σωστό
 (ε) Λάθος

Θέμα Β

B.1. Ο τροχός κυλίνεται χωρίς να ολισθαίνει στο οριζόντιο δάπεδο. Η συνθήκη για την κύλιση χωρίς ολίσθηση είναι, $u_{cm} = \omega \cdot R$, (1)

Το μέτρο της ταχύτητας στο ανώτερο σημείο του τροχού, σημείο Α είναι,



$$u_A = u_{cm} + u_{\gamma\rho(A)} \Rightarrow u_A = u_{cm} + \omega \cdot R \stackrel{(1)}{\Rightarrow} |u_A| = 2|u_{cm}|, \quad (2)$$

Το μέτρο της ταχύτητας στο σημείο (Γ) του τροχού είναι,

$$|u_\Gamma| = \sqrt{u_{cm}^2 + u_{\gamma\rho(\Gamma)}^2} \Rightarrow |u_\Gamma| = \sqrt{u_{cm}^2 + \left(\omega \frac{R}{2}\right)^2} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} |u_\Gamma| = \sqrt{u_{cm}^2 + \frac{u_{cm}^2}{4}} \\ \Rightarrow |u_\Gamma| = |u_{cm}| \sqrt{\frac{5}{4}}, \quad (3)$$

Άρα ο λόγος των μέτρων των ταχυτήτων είναι,

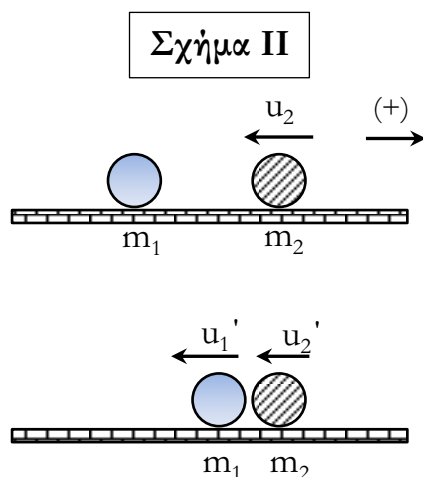
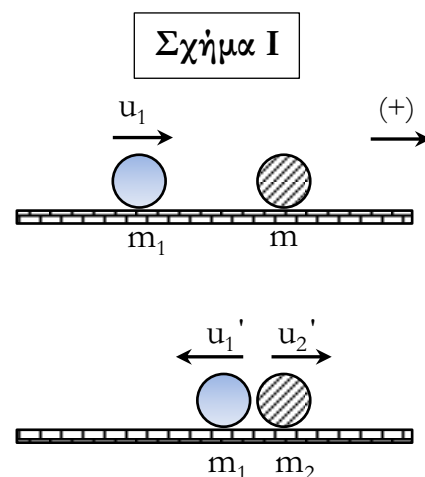
$$\frac{|u_T|}{|u_A|} = \frac{|u_{cm}| \sqrt{\frac{5}{4}}}{2|u_{cm}|} = \frac{|u_{cm}| \frac{\sqrt{5}}{2}}{2|u_{cm}|} = \frac{\sqrt{5}}{4}.$$

Σωστή απάντηση στο Β.1. η (iii).

Β.2. Τα σώματα και στις δύο περιπτώσεις συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Στην πρώτη περίπτωση το σώμα m_1 κινείται με u_1 και το σώμα m_2 είναι ακίνητο, όπως φαίνεται στο σχήμα Ι. Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του m_1 που μεταβιβάζεται στο m_2 είναι,

$$\Pi_1 = \frac{K_2'}{K_1} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} m_2 u_2'^2}{\frac{1}{2} m_1 u_1^2} \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\Pi_1 = \frac{m_2}{m_1 u_1^2} \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 \right)^2 \cdot 100\% \Rightarrow \Pi_1 = \frac{m_2 4m_1}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100\%, \quad (1)$$



Στη δεύτερη περίπτωση το σώμα m_2 κινείται με u_2 και το σώμα m_1 είναι ακίνητο, όπως φαίνεται στο σχήμα ΙΙ. Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας του m_2 που μεταβιβάζεται στο m_1 είναι,

$$\Pi_2 = \frac{K_1'}{K_2} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2} m_1 u_1'^2}{\frac{1}{2} m_2 u_2^2} \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\Pi_2 = \frac{m_1}{m_2 u_2^2} \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2 \right)^2 \cdot 100\% \Rightarrow \Pi_2 = \frac{m_1 4m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100\%, \quad (2)$$

Συγκρίνοντας τις σχέσεις (1) και (2) παρατηρούμε ότι, $\Pi_1 = \Pi_2$.

Σωστή απάντηση στο Β.2. το (ii).

B.3. Για να μην αδειάζει η δεξαμενή θα πρέπει η παροχή της βρύσης που γεμίζει τη δεξαμενή (Π_{β}) να είναι ίση με την παροχή της οπής που αδειάζει την δεξαμενή (Π_o). Άρα,

$$\Pi = \Pi_o \Rightarrow \Pi = A \cdot u_o, \quad (1)$$

όπου u_o η ταχύτητα εκροής του υγρού από την οπή O.

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας εκροής u_o , εφαρμόζουμε την εξίσωση Bernoulli μεταξύ σημείων που ανήκουν στην ίδια ρευματική γραμμή και συγκεκριμένα σε ένα σημείο της επιφάνειας του υγρού και του σημείου εξόδου. Θεωρούμε ότι ένα σημείο της επιφάνειας του υγρού δεν κινείται ($u \approx 0$) καθώς η διατομή της οπής είναι πολύ μικρότερη από τη διατομή της δεξαμενής. Έτσι,

$$P_{ατμ} + \frac{1}{2} \rho u^2 + \rho g H = P_{ατμ} + \frac{1}{2} \rho u_o^2 + \rho g h_1 \Rightarrow$$

$$\rho g H = \frac{1}{2} \rho u_o^2 + \rho g h_1 \Rightarrow \rho g (H - h_1) = \frac{1}{2} \rho u_o^2 \Rightarrow u_o = \sqrt{2g(H - h_1)}, \quad (2)$$

Για την οριζόντια βολή που εκτελεί μια στοιχειώδη μάζα του υγρού, Δm , γνωρίζουμε ότι,

$$(EZ) = \frac{S}{2} \Rightarrow u_o \cdot t = \frac{1}{2} u_o \cdot t_{καθ} \Rightarrow t = \frac{1}{2} t_{καθ}$$

Από τις εξισώσεις κίνησης του άξονα-y της οριζόντιας βολής βρίσκουμε ότι,

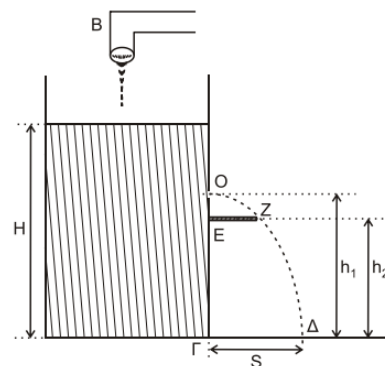
$$t = \frac{1}{2} t_{καθ} \Rightarrow \sqrt{\frac{2(h_1 - h_2)}{g}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \xRightarrow{(\wedge^2)} h_1 - h_2 = \frac{1}{4} h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{4}{3} h_2$$

$$\Rightarrow h_1 = \frac{4}{3} \cdot \frac{21}{32} H \Rightarrow h_1 = \frac{7}{8} H, \quad (3)$$

Τελικά η σχέση (1) μέσω των (2) και (3) γίνεται,

$$\Pi = A \cdot \sqrt{2g \left(H - \frac{7}{8} H \right)} = A \cdot \sqrt{2g \frac{1}{8} H} = A \sqrt{\frac{gH}{4}} = \frac{A}{2} \sqrt{gH}$$

Σωστή απάντηση στο B.3. είναι η (i).



Θέμα Γ

Γ.1. Καθώς ο αγωγός κινείται σε μαγνητικό πεδίο αυξάνεται η ροή του μαγνητικού πεδίου που διέρχεται από την κλειστή επιφάνεια του κυκλώματος που ορίζει ο αγωγός (κλειστό κύκλωμα ΑΚΛΔΑ). Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz στο κλειστό κύκλωμα εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή ώστε το επαγωγικό ρεύμα να έχει τέτοια φορά με αποτέλεσμα να αναπτυχθεί δύναμη Laplace η οποία θα αντιστέκεται στην αύξηση της ροής του μαγνητικού πεδίου. Συγκεκριμένα, η δύναμη Laplace θα έχει φορά αντίθετη της ταχύτητας του αγωγού.

Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ s ο αγωγός δεν έχει ταχύτητα και δέχεται μια σταθερή εξωτερική δύναμη η οποία προκαλεί την κίνηση του αγωγού. Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του αγωγού αυξάνεται το μέτρο της δύναμης Laplace που αντιστέκεται στην κίνηση με αποτέλεσμα να μειώνεται το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που δέχεται ο αγωγός, άρα να μειώνεται διαρκώς και το μέτρο της επιτάχυνσης του αγωγού. Τελικά, θα λέγαμε ότι ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμο μη-ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με μέτρο επιτάχυνσης που διαρκώς μειώνεται, μέχρι τη στιγμή όπου η επιτάχυνση θα γίνει μηδέν τη χρονική στιγμή t_1 .

Όταν $u=u_{0\phi}$ θα ισχύει ότι,

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F} = 0 &\Rightarrow F = F_L \Rightarrow F = B_1 I_{\epsilon\pi} l \Rightarrow F = B_1 \frac{|E_{\epsilon\pi}|}{R_{o\lambda}} l \\ &\Rightarrow F = B_1 \frac{B_1 \cdot u_{op} \cdot l}{R_{o\lambda}} \Rightarrow u_{op} = \frac{F \cdot R_{o\lambda}}{B_1^2 \cdot l^2} = 4 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Γ.2. Από τη χρονική στιγμή t_1 που ο αγωγός έχει αποκτήσει $u_{0\phi}$ στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_1 μέχρι τη χρονική στιγμή t_2 που εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_3 ο αγωγός διέρχεται από χώρο όπου δεν υπάρχει μαγνητικό πεδίο, με αποτέλεσμα ο αγωγός ΚΛ να εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Όταν κινείται στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_3 η F_L' που θα δεχθεί ο αγωγός θα έχει φορά αντίθετη της κίνησης (προς τα αριστερά). Για να μπορεί να συνεχίσει την κίνησή του στο B_3 με $u_{0\phi}$ θα πρέπει,

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F} = 0 &\Rightarrow F' = F_L' \Rightarrow F' = B_3 I_{\epsilon\pi}' l \Rightarrow F' = B_3 \frac{|E_{\epsilon\pi}|}{R_{o\lambda}} l \\ &\Rightarrow F' = 0,8 \text{ N}\end{aligned}$$

Γ.3. Το επαγωγικό φορτίο (φορτίο Neumann) που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού δίνεται από τη σχέση,

$$\Delta q_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}} \Rightarrow \Delta\Phi = 1 \text{ Wb} \Rightarrow B_3 A = 1 \Rightarrow B_3 l \Delta x = 1 \Rightarrow \Delta x = 1 \text{ m}$$

ΘΜΚΕ από τη χρονική στιγμή t_2 έως τη χρονική στιγμή t_3

$$\Delta K = W_{F'} - |W_{F_L}| \Rightarrow 0 = W_{F'} - |W_{F_L}| \Rightarrow W_{F'} = Q_{o\lambda} \Rightarrow Q_{o\lambda} = F' \Delta x = 0,8 \text{ J}$$

Γ.4. Τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης αλλάζει η συνολική αντίσταση του κλειστού κυκλώματος με αποτέλεσμα να αλλάζει το επαγωγικό ρεύμα τροποποιώντας και το μέτρο της δύναμης Laplace. Στο νέο κύκλωμα η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι,

$$R_{o\lambda}' = R_{\varepsilon\xi} + r \Rightarrow R_{o\lambda}' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + r \Rightarrow R_{o\lambda}' = 4 \Omega$$

Για τη νέα οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός θα ισχύει ότι,

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} = 0 &\Rightarrow F' = F_L'' \Rightarrow F' = B_3 I_{\varepsilon\pi}' l \Rightarrow F' = B_3 \frac{B_3 u_{op}' l}{R_{o\lambda}'} l \\ &\Rightarrow u_{op}' = 3,2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Επίσης, $V_{K\Lambda} = V_K - V_\Lambda < 0$, διότι $V_\Lambda > V_K$

$$V_{K\Lambda} = -(|E_{\varepsilon\pi}| - I_{\varepsilon\pi} R_{K\Lambda}) = -0,8 \text{ V}$$

Λόγω της παράλληλης σύνδεσης των αντιστάσεων R_1 και R_2 θα ισχύει ότι,

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_1 = I_2$$

Από τον πρώτο κανόνα του Kirchhoff προκύπτει ότι,

$$I_{\varepsilon\pi}' = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{E_{\varepsilon\pi}'}{R_{o\lambda}'} = 2I_1 \Rightarrow I_1 = I_2 = 0,4 \text{ A}$$

Θέμα Δ

Δ.1. Το σώμα Σ_2 ισορροπεί,

$$\Sigma \vec{F}_y = 0 \Rightarrow W_2 = T_2 \Rightarrow T_2 = 30 \text{ N}$$

Το νήμα (2) είναι τεντωμένο επομένως,

$$|T_2'| = |T_2| = 30 \text{ N}$$

Η διπλή τροχαλία ισορροπεί,

$$\Sigma \vec{\tau}_{(O)} = 0 \Rightarrow T_2' R = T_1' r \Rightarrow T_1' = 60 \text{ N}$$

Το νήμα (1) είναι τεντωμένο επομένως,

$$|T_1'| = |T_1| = 60 \text{ N}$$

Η ράβδος ΑΓ ισορροπεί.

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{\tau}_{(A)} = 0 &\Rightarrow N_{\Gamma} \cdot L \cdot \eta\mu(45^\circ) + T_1 \cdot \left(\frac{L}{2} + d\right) \cdot \eta\mu(45^\circ) - W_{\rho} \cdot \frac{L}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu(45^\circ) = 0 \\ \Rightarrow N_{\Gamma} \cdot L \cdot \eta\mu(45^\circ) + T_1 \cdot \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{6}\right) \cdot \eta\mu(45^\circ) &= M \cdot g \cdot \frac{L}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu(45^\circ) \\ \Rightarrow N_{\Gamma} \cdot \cancel{L} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + T_1 \cdot \frac{4\cancel{L}}{6} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} &= M \cdot g \cdot \frac{\cancel{L}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow N_{\Gamma} = 10 \text{ N} \end{aligned}$$

Δ.2. Στη θέση ισορροπίας του σώματος Σ_1 ισχύει ότι:

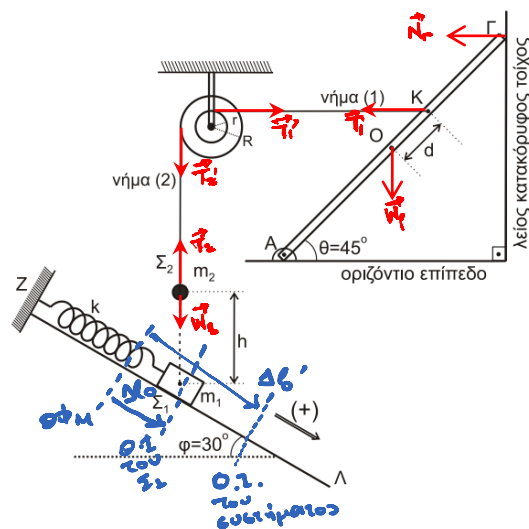
$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \Rightarrow W_{1x} = F_{ελ} \Rightarrow m_1 g \eta\mu(30^\circ) = k \Delta l_o \Rightarrow \Delta l_o = 0,05 \text{ m}$$

Στη θέση ισορροπίας του συσσωματώματος ισχύει ότι:

$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \Rightarrow W_{\kappa x} = F_{ελ}' \Rightarrow (m_1 + m_2) g \eta\mu(30^\circ) = k \Delta l_o' \Rightarrow \Delta l_o' = 0,2 \text{ m}$$

Αμέσως μετά τη δημιουργία του συσσωματώματος η Α.Δ.Ε.Τ γράφεται,

$$E_T = U_T + K_T \Rightarrow \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} k (\Delta l_o' - \Delta l_o)^2 + \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V_k^2 \Rightarrow A = 0,3 \text{ m}$$



Δ.3. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ s το συσσωμάτωμα ξεκινάει να εκτελεί α.α.τ. από τη θέση ταλάντωσης $x=-0,15$ m.

$$-0,15 = 0,3 \cdot \eta\mu\left(\cancel{\varphi_0^0} + \varphi_o\right) \Rightarrow \eta\mu(\varphi_o) = -\frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} \varphi_o = \frac{7\pi}{6} \text{ rad} \\ \varphi_o = \frac{11\pi}{6} \text{ rad} \end{cases}$$

Επιπλέον, τη χρονική στιγμή $t_0=0$ s: $u_o > 0 \Rightarrow u_{\max} \sin(\varphi_o) > 0 \Rightarrow \sin(\varphi_o) > 0$

Άρα, η αρχική φάση που ικανοποιεί τη συνθήκη της ταχύτητας είναι, $\varphi_o = \frac{11\pi}{6} \text{ rad}$.

Η κυκλική συχνότητα της α.α.τ. είναι, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = 5 \text{ rad / s}$

Συνολικά, η εξίσωση απομάκρυνσης του συσσωματώματος από τη θέση ισορροπίας του είναι

$$x = 0,3 \cdot \eta\mu\left(5t + \frac{11\pi}{6}\right), \quad (\text{S.I.})$$

Δ.4. Η ΑΔΟ στον άξονα-x είναι,

$$\begin{aligned} \vec{p}_{\text{συστ}(\text{πριν})} &= \vec{p}_{\text{συστ}(\text{μετα})} \Rightarrow m_2 \cdot u_{2x} = (m_1 + m_2) \cdot V_k \Rightarrow 3 \cdot u_2 \cdot \eta\mu(30^\circ) = 4 \cdot \frac{3\sqrt{3}}{4} \\ \Rightarrow u_2 &= 2\sqrt{3} \text{ m / s} \end{aligned}$$

Πριν τη κρούση η ΑΔΜΕ είναι,

$$\begin{aligned} E_{\text{αρχ}} &= E_{\text{τελ}} \Rightarrow K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}} \Rightarrow 0 + m_2 gh = \frac{1}{2} m_2 u_2^2 + 0 \\ \Rightarrow h &= 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Δ.5. $\frac{|F_{\varepsilon\lambda(\text{max})}|}{|\Sigma F_{(\text{max})}|} = \frac{k(\Delta l_o' + A)}{kA} = \frac{5}{3}$