

ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ 2020

ΘΕΜΑ Α

A1. Γ

A2. Α

A3. Γ

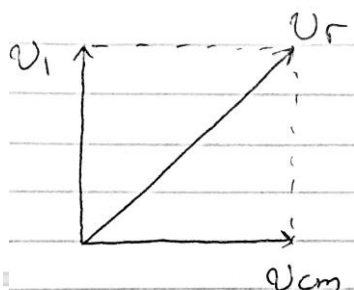
A4. Δ

A5. Σ, Λ, Σ, Σ, Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Α) Σωστό το γ.

Β) Στο σημείο Γ για τις ταχύτητες έχω την εικόνα του παρακάτω σχήματος



$$v_{cm} = \omega \cdot R$$

$$v_1 = \omega \cdot R/2$$

οπότε

$$v_G = \sqrt{v_{cm}^2 + v_1^2} = \sqrt{\omega^2 R^2 + \omega^2 \frac{R^2}{4}} = \sqrt{\frac{5\omega^2 R^2}{4}} = \sqrt{5} \frac{\omega R}{2}$$

Επίσης στο σημείο Α

$$v_A = 2v_{cm} = 2\omega R$$

Άρα

$$\frac{v_G}{v_A} = \frac{\sqrt{5} \frac{\omega R}{2}}{2\omega R} = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

B2. Α) Σωστό το ii

Β) Η μάζα m_1 συγκρούεται με την m_2 :

$$\Pi_1 = \frac{\frac{1}{2} m_2 v_2'^2}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2} = \frac{m_2 \left[\frac{2m_1}{m_1+m_2} v_1 \right]^2}{m_1 v_1^2} = \frac{m_2 \frac{4m_1^2 v_1^2}{(m_1+m_2)^2}}{m_1 v_1^2} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1+m_2)^2} \quad (1)$$

Η μάζα m_2 συγκρούεται με την m_1 :

$$\Pi_2 = \frac{\frac{1}{2} m_1 v_1'^2}{\frac{1}{2} m_2 v_2^2} = \frac{m_1 \left[\frac{2m_2}{m_1+m_2} v_2 \right]^2}{m_2 v_2^2} = \frac{m_1 \frac{4m_2^2 v_2^2}{(m_1+m_2)^2}}{m_2 v_2^2} = \frac{4m_1 m_2}{(m_1+m_2)^2} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε: $\Pi_1 = \Pi_2$

B3. Α) Σωστό το i.

Β) Έστω ότι η ταχύτητα στο Ο είναι v_1 . Ισχύουν οι σχέσεις της οριζόντιας βολής για το βεληνεκές

$$EZ = \frac{S}{2} = v_1 \sqrt{\frac{2(h_1 - h_2)}{g}} \Rightarrow S = 2v_1 \sqrt{\frac{2(h_1 - h_2)}{g}} \quad (1)$$

$$\Gamma\Delta = S = v_1 \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \Rightarrow S = v_1 \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad (2)$$

Εξισώνουμε τις (1) και (2) και έχουμε

$$2v_1 \sqrt{\frac{2(h_1 - h_2)}{g}} = v_1 \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \Rightarrow 4(h_1 - h_2) = h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{4}{3}h_2 \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας στην (3) την τιμή του h_2 (που μας δίνεται από την εκφώνηση) έχουμε

$$h_1 = \frac{7H}{8}$$

Επίσης από το θεώρημα Torricelli έχουμε

$$v_1 = \sqrt{2g\left(H - \frac{7H}{8}\right)} = \sqrt{\frac{2gH}{8}} = \sqrt{\frac{gH}{4}} = \frac{\sqrt{gH}}{2}$$

Άρα η παροχή είναι

$$\Pi = Av_1 = \frac{A\sqrt{gH}}{2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται προς τα δεξιά. Λόγω αυτής της κίνησης η μαγνητική ροή στο βρόγχο ΚΑΔΛ αυξάνεται, οπότε εμφανίζεται $E_{επ}$ και αναπτύσσεται ρεύμα $I_{επ}$ το οποίο σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz έχει φορά αντίθετη της ωρολογιακής προκειμένου να παράξει μαγνητικό πεδίο B αντίθετο του B_1 . Ως αποτέλεσμα αυτού εμφανίζεται δύναμη Laplace στον αγωγό ΚΛ με φορά προς τα αριστερά (σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων).

$$E_{επ} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B_1\Delta A}{\Delta t} = \frac{B_1L\Delta x}{\Delta t} = B_1Lv$$

Από το νόμο του Ohm θα επάγεται ρεύμα

$$I_{επ} = \frac{B_1vL}{R_1 + R_{ΚΛ}}$$

Λόγω της F η ράβδος θα αρχίσει να επιταχύνει, οπότε από το νόμο του Νεύτωνα έχουμε:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_L = m\alpha \Rightarrow F - B_1 I_{\varepsilon\pi} L = m\alpha \Rightarrow F - B_1 L \frac{B_1 v L}{R_1 + R_{K\Lambda}} = m\alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{F}{m} - \frac{B_1^2 v L^2}{m(R_1 + R_{K\Lambda})} \quad (1)$$

Όσο αυξάνεται η ταχύτητα της ράβδου μειώνεται η επιτάχυνση. Όταν η επιτάχυνση μηδενιστεί ($\alpha=0$) η ράβδος θα αποκτήσει την σταθερή οριακή ταχύτητα. Επομένως η κίνηση είναι επιταχυνόμενη με συνεχώς μειούμενη επιτάχυνση έως μηδενισμού της και στη συνέχεια συνεχίζει ως ευθύγραμμη ομαλή. Άρα από την (1) για $\alpha=0$ έχουμε

$$(1) \Rightarrow 0 = \frac{0.8}{m} - \frac{1^2 1^2}{m(2+3)} v_{op} \Rightarrow \frac{v_{op}}{m5} = \frac{0.8}{m} \Rightarrow v_{op} = 4 \text{ m/s}$$

Γ2. Όταν ο αγωγός μπαίνει στην περιοχή έντασης B_3 δέχεται δύναμη Laplace αντίθετη στην κίνηση ενώ θα αναπτύξει $E_{\varepsilon\pi}$. Για να συνεχίσει με σταθερή ταχύτητα πρέπει η συνισταμένη δύναμη να ισούται με μηδέν.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F' - F_L = 0 \Rightarrow F' - B_3 I_{\varepsilon\pi} L = 0 \Rightarrow F' = B_3 L \frac{B_3 v L}{R_1 + R_{K\Lambda}} = \frac{B_3^2 v L^2}{(R_1 + R_{K\Lambda})}$$

$$= \frac{1^2 * 4 * 1^2}{5} = 0,8 \text{ N}$$

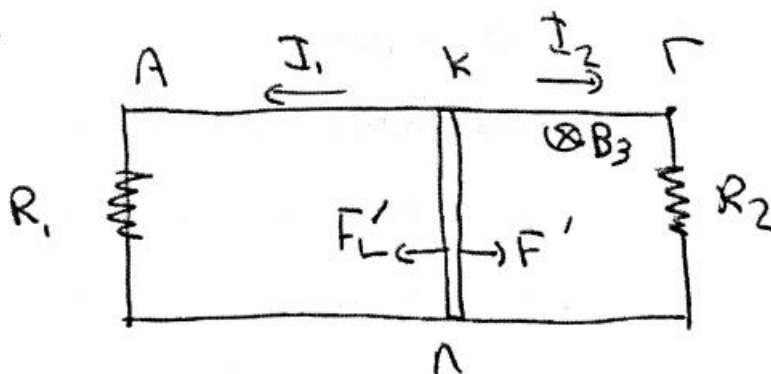
Άρα η εξωτερική δύναμη έχει μέτρο $F' = 0,8 \text{ N}$, φορά προς τα δεξιά.

Γ3.

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{q}{I_{\varepsilon\pi}} = \frac{0,2}{0,8} = 0,25 \text{ sec}$$

$$Q = I_{\varepsilon\pi}^2 (R_1 + R_{K\Lambda}) \Delta t = 0,8^2 * 5 * 0,25 = 0,8 \text{ J}$$

Γ4.



$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 1 \Omega$$

$$R_{o\lambda} = R_{1,2} + R_{K\Lambda} = 4 \Omega$$

Πρέπει

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F' = F'_L = 0,8 \text{ N}$$

$$F'_L = B_3 I'_{\varepsilon\pi} L \Rightarrow I'_{\varepsilon\pi} = 0,8 \text{ A}$$

$$I'_{\varepsilon\pi} = \frac{I'_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}$$

$$E'_{\varepsilon\pi} = B_3 v'_{o\rho} L \Rightarrow v'_{o\rho} = 3,2 \frac{m}{s}$$

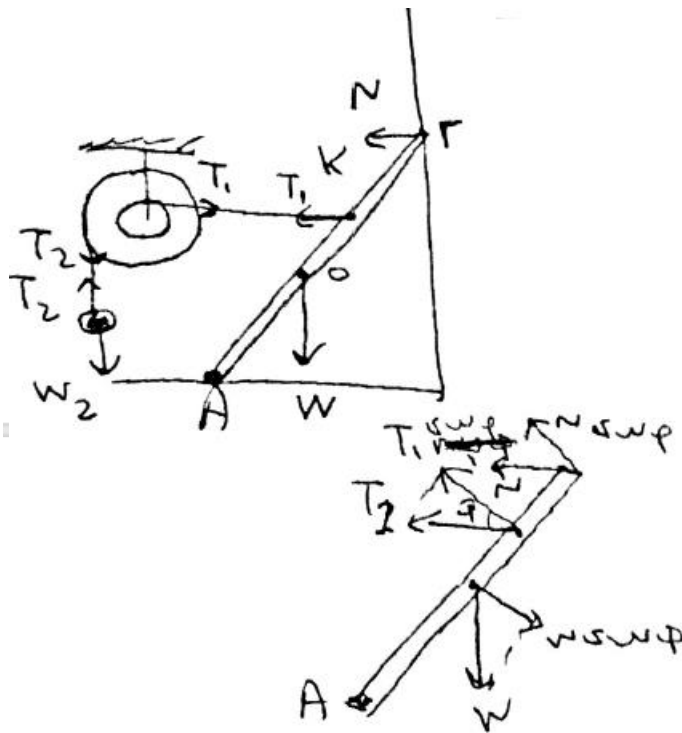
$$V_{K\Lambda} = E'_{\varepsilon\pi} - I'_{\varepsilon\pi} R_{K\Lambda} = 3,2 - 0,8 \cdot 3 = 0,8V$$

$$I_1 = \frac{V_{K\Lambda}}{R_1} = \frac{0,8}{2} = 0,4 A$$

$$I_2 = \frac{V_{K\Lambda}}{R_2} = \frac{0,8}{2} = 0,4 A$$

ΘΕΜΑ Α

Α1.



Για το σώμα Σ_2 ισχύει: $\Sigma F = 0 \Rightarrow T_2 = W_2 \Rightarrow T_2 = 30N$

Για την τροχαλία ισχύει: $\Sigma \tau = 0 \Rightarrow T_2 R - T_1 r = 0 \Rightarrow T_2 2r = T_1 r \Rightarrow T_1 = 2T_2 \Rightarrow T_1 = 60N$

Για την ράβδο ΑΓ ισχύει $\Sigma \tau = 0$. Παίρνοντας άξονα που περνάει από το σημείο Α και μετά από ανάλυση δυνάμεων έχουμε:

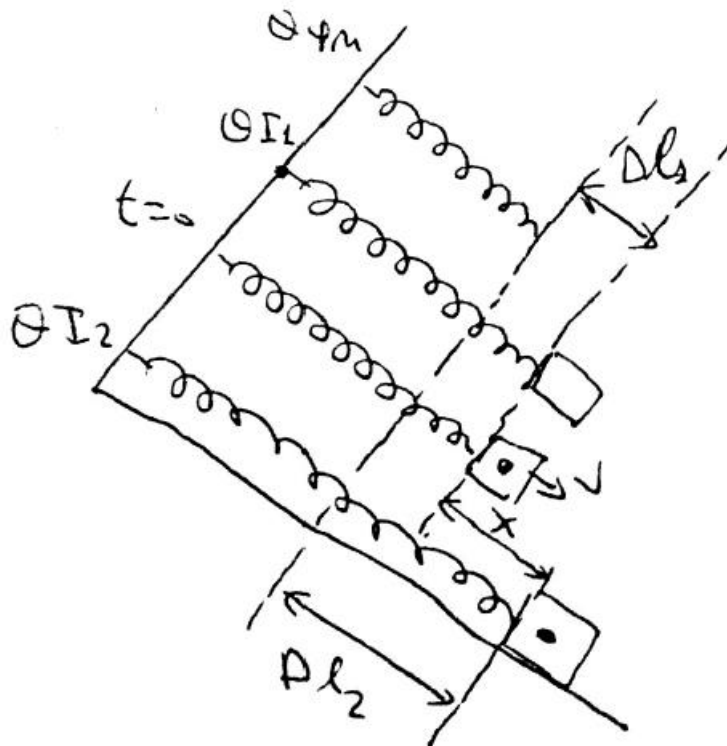
$$T_1 \sin \varphi(AK) + N \sin \varphi(AG) - w \sin \varphi(AO) = 0$$

$$T_1 \sin \varphi\left(\frac{\ell}{2} + \frac{\ell}{6}\right) + N \sin \varphi(\ell) - w \sin \varphi\left(\frac{\ell}{2}\right) = 0 \Rightarrow T_1 \sin \varphi\left(\frac{2\ell}{3}\right) + N \sin \varphi(\ell) - w \sin \varphi\left(\frac{\ell}{2}\right) = 0 \Rightarrow$$

$$T_1 \sin \varphi\left(\frac{2\ell}{3}\right) + N \sin \varphi(\ell) - w \sin \varphi\left(\frac{\ell}{2}\right) = 0 \Rightarrow \sin \varphi \ell \left(T_1 \frac{2}{3} + N - w \frac{1}{2}\right) = 0 \Rightarrow 60 \frac{2}{3} + N - 100 \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow$$

$$N = 10N$$

Α2.



Στην Θ.Ι.1 ισχύει: $K \Delta \ell_1 = m_1 g \eta \mu \varphi \Rightarrow \Delta \ell_1 = 0,05 \text{m}$

Στην Θ.Ι.2 ισχύει: $K \Delta \ell_2 = (m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi \Rightarrow \Delta \ell_2 = 0,2 \text{m}$

Άρα $x = \Delta \ell_2 - \Delta \ell_1 = 0,15 \text{m}$

Από Α.Δ.Ε.Τ. έχουμε: $\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 + \frac{1}{2} K x^2 = \frac{1}{2} K A^2 \Rightarrow 4 \left(\frac{3\sqrt{3}}{4} \right)^2 + 100 \cdot 0,15^2 = 100 A^2 \Rightarrow$

$6,75 + 2,25 = 100 A^2 \Rightarrow 9 = 100 A^2 \Rightarrow 3 = 10 A \Rightarrow A = 0,3 \text{m}$

Δ3.

$K = m_{\text{ολ}} \omega^2 \Rightarrow 100 = 4 \omega^2 \Rightarrow \omega = 5 \text{rad/s}$

Για την αρχική φάση: Όταν $t=0$, $V < 0$ και $x = -0,15 \text{m}$. Άρα:

$x = A \eta \mu(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow -0,15 = 0,3 \eta \mu \varphi_0 \Rightarrow \eta \mu \varphi_0 = -\frac{1}{2} \Rightarrow \eta \mu \varphi_0 = -\eta \mu \frac{\pi}{6} \Rightarrow \eta \mu \varphi_0 = \eta \mu \left(-\frac{\pi}{6} \right)$, οπότε:

$\varphi_0 = 2k\pi + \left(-\frac{\pi}{6} \right)$ και $\varphi_0 = 2k\pi + \pi - \left(-\frac{\pi}{6} \right)$. Για $k=0$ προκύπτει:

$\varphi_0 = -\frac{\pi}{6} \text{rad}$ (απορρίπτεται, είναι αρνητικό) και $\varphi_0 = \frac{7\pi}{6} \text{rad}$. Όμως $\sin \frac{7\pi}{6} < 0 \Rightarrow v < 0$, άτοπο.

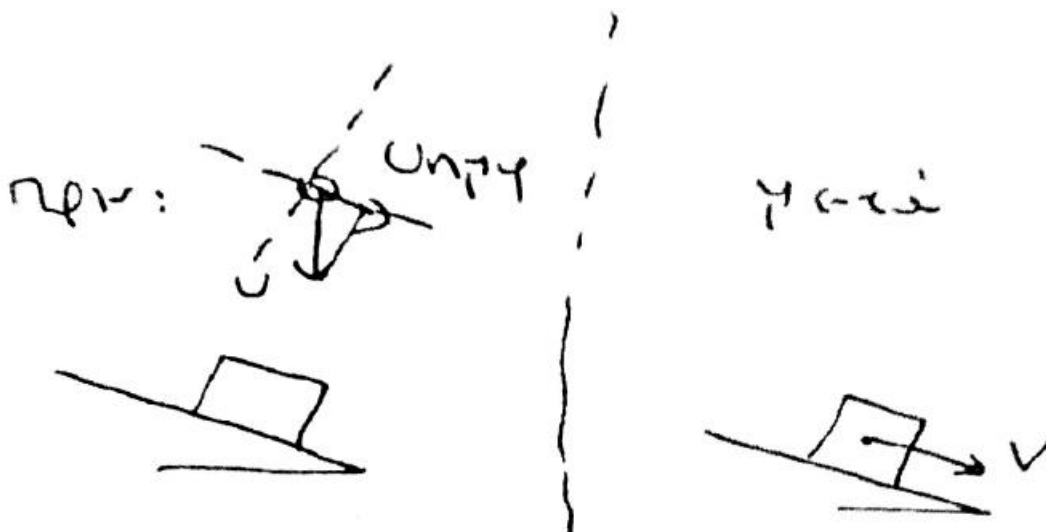
Άρα απορρίπτεται. Οπότε για $k=1$ έχουμε:

$\varphi_0 = \frac{11\pi}{6} \text{rad}$ (δεκτό) και $\varphi_0 = \frac{19\pi}{6} \text{rad}$ (απορρίπτεται, είναι μεγαλύτερο του 2π)

Η εξίσωση λοιπόν είναι:

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

Δ4.



Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο. στον άξονα x'x. $m_2 v_{\eta\mu\phi} = (m_1 + m_2)V \Rightarrow 3v \frac{1}{2} = 4 \frac{3\sqrt{3}}{4} \Rightarrow$

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

Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Μ.Ε. για τη ελεύθερη πτώση έχουμε: $m_2 gh = \frac{1}{2} m_2 v^2 \Rightarrow \dots \Rightarrow h = 0.6 \text{ m}$

Δ5.

$$\frac{F_{\text{ελασ}}}{F_{\text{επαν}}} = \frac{K \cdot (\Delta \ell_2 + A)}{K \cdot A} = \frac{0.2 + 0.3}{0.3} = \frac{5}{3}$$

Τις απαντήσεις επιμελήθηκαν οι φυσικοί

Δημοσθένης Μισιχρόνης

Δρ. Βασίλειος Καραγεωργόπουλος