ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 03 ΜΑΙΟΥ 2022

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΠΕΝΤΕ (5)

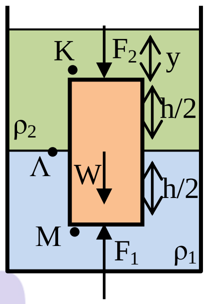
ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

Α1. (β) **Α2.** (α) **Α3.** (γ) **Α4.** (β) **Α5.** **α.** Σ **β.** Σ **γ.** Σ **δ.** Σ **ε.** Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το (β)



Για τις πιέσεις στα σημεία Κ και Λ έχουμε:

$P_K = P_{ατμ} + \rho_2 \cdot g \cdot y \; (1)$

$P_Λ = P_{ατμ} + \rho_2 \cdot g \cdot (y + \frac{h}{2}) \; (2)$

Από το θεμελιώδη νόμο της υδροστατικής για το σημείο Μ έχουμε:

$$P_M = P_Λ + \rho_1 \cdot g \cdot \frac{h}{2} \overset{(2)}{\Rightarrow} P_M = P_{ατμ} + \rho_2 \cdot g \cdot \left(y + \frac{h}{2}\right) + \rho_1 \cdot g \cdot \frac{h}{2} \; (3)$$

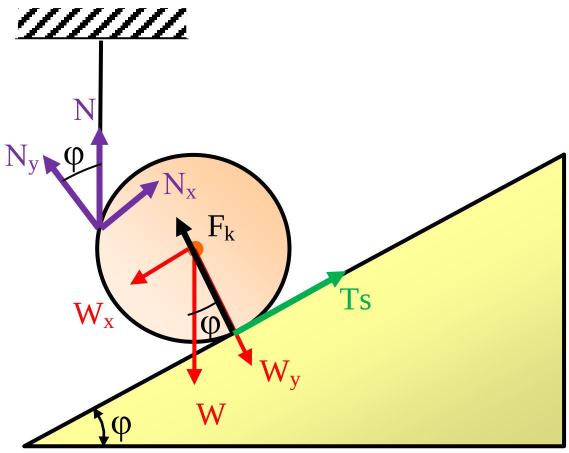
Ο κύλινδρος ισορροπεί, οπότε:

$$ΣF = 0 \Rightarrow w + F_2 - F_1 = 0 \xRightarrow{F=P\cdot A} mg + P_K \cdot A = P_M \cdot A \xRightarrow[(1),(3)]{m=\rho V,\ V=Ah}$$

$$\Rightarrow \rho A h g + (P_{ατμ} + \rho_2 \cdot g \cdot y) \cdot A = \left(P_{ατμ} + \rho_2 \cdot g \cdot \left(y + \frac{h}{2}\right) + \rho_1 \cdot g \cdot \frac{h}{2}\right) \cdot A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho h g + \rho_2 \cdot g \cdot y = \rho_2 \cdot g \cdot y + \rho_2 \cdot g \cdot \frac{h}{2} + \rho_1 \cdot g \cdot \frac{h}{2} \Rightarrow \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

Β2. Σωστό το (γ)



Ο κύλινδρος ισορροπεί, άρα
Από τη στροφική ισορροπία έχουμε:

$$Στ_{cm} = 0 \Rightarrow T_S \cdot R = N \cdot R \Rightarrow T_S = N \; (1)$$

Από τη μεταφορική ισορροπία έχουμε:

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_S + N_x = w_x \Rightarrow T_S + N \cdot \eta\mu\varphi = w \cdot \eta\mu\varphi \overset{(1)}{\Rightarrow}$$

$$\Rightarrow T_S + T_S \cdot \eta\mu\varphi = w \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow T_S \cdot (1+\eta\mu\varphi) = w \cdot \eta\mu\varphi \Rightarrow \frac{T_S}{w} = \frac{\eta\mu\varphi}{1+\eta\mu\varphi}$$

Β3. <u>Σωστό το (α)</u>

Η κρούση είναι ελαστική με τη m_2 αρχικά ακίνητη, άρα για την ταχύτητα κάθε σώματος μετά την κρούση, ισχύουν οι τύποι:

$$V_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot U_1 (1) \quad \text{και} \quad V_2 = \frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} \cdot U_1 (2)$$

Από την εκφώνηση, μετά την κρούση για την κινητική ενέργεια κάθε μάζας ισχύει:

$$\frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot {V_2}^2 = 8 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot {V_1}^2 \xRightarrow{(1),(2)} m_2 \cdot \left(\frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} \cdot U_1\right)^2 = 8 \cdot m_1 \cdot \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot U_1\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_2 \cdot 4 \cdot {m_1}^2 = 8 \cdot m_1 \cdot (m_1 - m_2)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 \cdot m_1 \cdot m_2 = 8 \cdot {m_1}^2 - 16 \cdot m_1 \cdot m_2 + 8 \cdot {m_2}^2 \xRightarrow{m_1 = \lambda \cdot m_2}$$

$$\Rightarrow 4\lambda \cdot {m_2}^2 = 8\lambda^2 \cdot {m_2}^2 - 16\lambda \cdot {m_2}^2 + 8 \cdot {m_2}^2 \Rightarrow 8\lambda^2 - 20\lambda + 8 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\lambda^2 - 5\lambda + 2 = 0$$

Η Διακρίνουσα του τριωνύμου είναι 9, οπότε οι δύο λύσεις που προκύπτουν από αυτό είναι:

$$\lambda_{1,2} = \frac{5 \pm 3}{2 \cdot 2} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = \dfrac{1}{2} \\ \lambda_2 = 2 \end{cases}$$

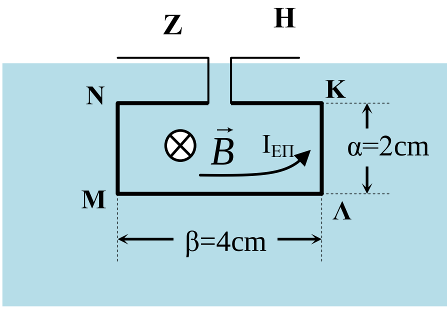
ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

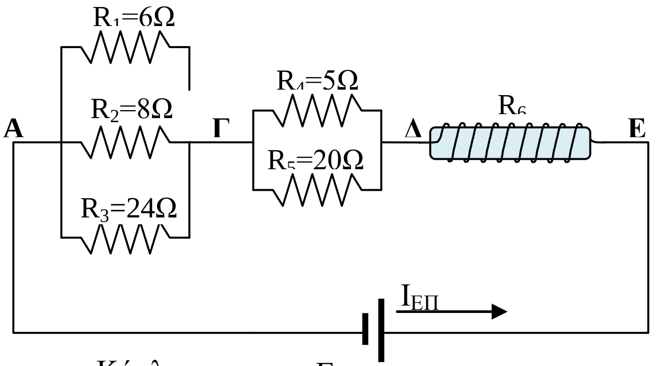
Από Νόμο Faraday έχουμε:

$$E_{E\Pi} = -N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xRightarrow[\text{το (-)ποιοτικό}]{N=1} E_{E\Pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xRightarrow{\Phi = B \cdot S} E_{E\Pi} = \frac{\Delta(B \cdot S)}{\Delta t} \xRightarrow{S = \alpha \cdot \beta}$$

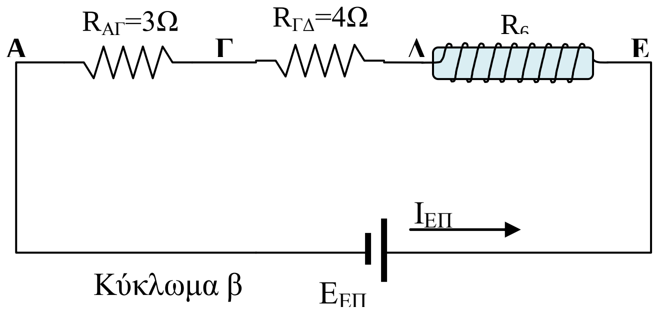
$$\Rightarrow E_{E\Pi} = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \xRightarrow{\frac{\Delta B}{\Delta t} = 4 \cdot 10^4} E_{E\Pi} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^4 V \Rightarrow E_{E\Pi} = 32 Volt$$



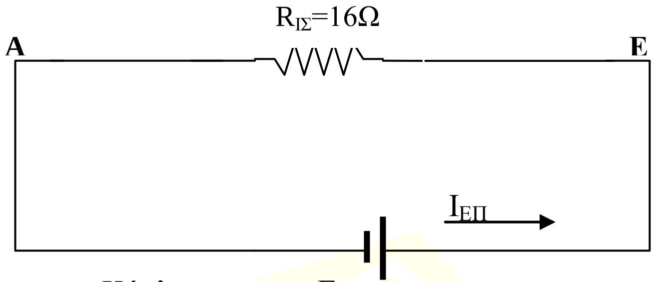
Λόγω κανόνα Lenz το μαγνητικό πεδίο που θα αναπτύξει το πλαίσιο θα πρέπει να είναι αντίθετο του εξωτερικού (ώστε να αντισταθεί στην αιτία που προκαλεί το επαγωγικό ρεύμα). Από τον κανόνα του δεξιού χεριού θα πρέπει το επαγωγικό ρεύμα να έχει φορά αντιωρολογιακή. Άρα, στο εξωτερικό κύκλωμα το ρεύμα στο πηνίο θα έχει φορά από το Ε στο Δ. *Το πλαίσιο ΚΛΜΝ ως πηγή παρουσιάζει θετικό πόλο (+) στο άκρο Κ και αρνητικό πόλο (-) στο άκρο Ν.*



Κύκλωμα α



Κύκλωμα β



Κύκλωμα γ

Γ2. Για την παράλληλη σύνδεση των αντιστατών R_1, R_2 και R_3 έχουμε:

$$\frac{1}{R_{A\Gamma}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{24} \Rightarrow R_{A\Gamma} = 3\Omega$$

Για τις αντιστάσεις R_4 και R_5 που είναι και αυτές συνδεδεμένες παράλληλα μεταξύ τους, έχουμε:

$$\frac{1}{R_{\Gamma\Delta}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{20} \Rightarrow R_{\Gamma\Delta} = 4\Omega$$

Η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος θα είναι:

$$R_{I\Sigma} = R_{A\Gamma} + R_{\Gamma\Delta} + R_{\Sigma\Omega\Lambda} \Rightarrow R_{I\Sigma} = 3 + 4 + 9 \Rightarrow R_{I\Sigma} = 16\Omega$$

Από το νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα (κύκλωμα γ) έχουμε:

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = \frac{32\,V}{16\,A} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 2A$$

Από το νόμο του Ohm στο δίπολο ΓΑ (κύκλωμα β), έχουμε:

$$V_{\Gamma A} = I \cdot R_{A\Gamma} \Rightarrow V_{\Gamma A} = 6\,Volt$$

Για τον $R_2 = 8\Omega$ έχουμε:

$$I_2 = \frac{V_{\Gamma A}}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{6}{8}\Omega \Rightarrow I_2 = 0{,}75\Omega$$

Για την τάση στα άκρα ΔΓ από το νόμο του Ohm έχουμε:

$V_{\Delta\Gamma} = I \cdot R_{\Gamma\Delta} \Rightarrow V_{\Delta\Gamma} = 2 \cdot 4\,V \Rightarrow V_{\Delta\Gamma} = 8\,V$ άρα η τάση $V_{\Gamma\Delta} = -8Volt$

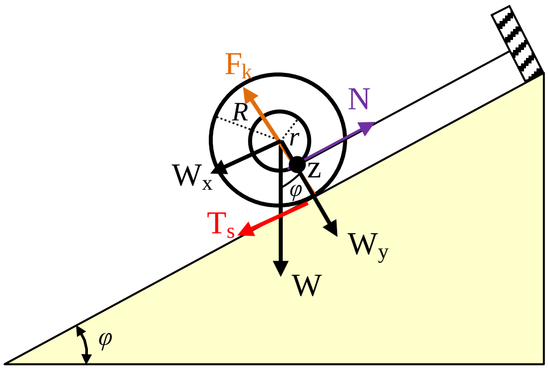
Γ3. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς δίνεται από τον τύπο:

$$B = 4\pi \cdot K_\mu \cdot n \cdot I \Rightarrow n = \frac{B}{4\pi \cdot K_\mu \cdot I} \Rightarrow n = 250\ \frac{\sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\varepsilon\varsigma}{m}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ο κύλινδρος ισορροπεί μεταφορικά στον κατακόρυφο άξονα y:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_K = m \cdot g \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \ (1)$$



Επίσης, ισορροπεί στροφικά. Παίρνοντας στροφική ισορροπία στο σημείο Z:

$$\Sigma\tau^{(Z)} = 0 \Rightarrow w_x \cdot r = T_S \cdot (R - r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg\eta\mu\varphi \cdot r = T_S \cdot r \Rightarrow T_S = m \cdot g \cdot \eta\mu\varphi \ (2)$$

Για τη στατική τριβή ισχύει η συνθήκη:

$$T_S \leq T_{S,max} \Rightarrow T_S \leq \mu \cdot F_k \xRightarrow{(1),(2)} mg\eta\mu\varphi \leq \mu \cdot mg\sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{\eta\mu\varphi}{\sigma\upsilon\nu\varphi} \xRightarrow{\sigma\upsilon\nu\varphi = \sqrt{1-\eta\mu^2\varphi} = 0{,}8} \mu \geq \frac{0{,}6}{0{,}8} \Rightarrow \mu \geq \frac{3}{4} \Rightarrow \mu_{min} = 0{,}75$$

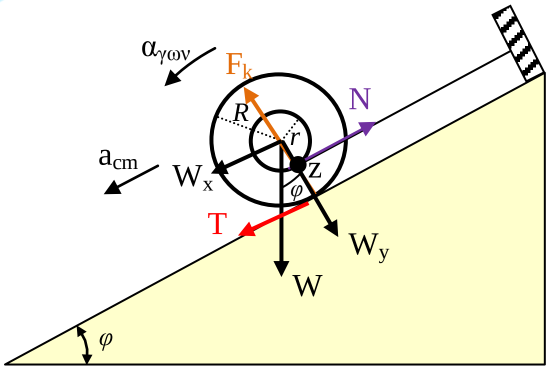
Δ2. Ο κύλινδρος επιταχύνεται μεταφορικά στον οριζόντιο άξονα x:

$$\Sigma F_x = m \cdot a_{cm} \Rightarrow w_x + T - N = m \cdot a_{cm} \Rightarrow mg\eta\mu\varphi + T - N = m \cdot a_{cm} (3)$$

Ο κύλινδρος επιταχύνεται στροφικά:

$$\Sigma\tau^{(cm)} = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow N \cdot r - T \cdot R = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \xRightarrow{a_{cm} = \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot r} N \cdot r - T \cdot R = I \cdot \frac{a_{cm}}{r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N - T \cdot \frac{R}{r} = I \cdot \frac{a_{cm}}{r^2} \ (4)$$



Το σημείο όπου είναι τυλιγμένο το νήμα, σημείο Z, έχει U=0 άρα ο μικρός κύλινδρος (ακτίνας r) εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση, με $U_{cm} = \omega r$. Το σημείο επαφής του κυλίνδρου με το δάπεδο ολισθαίνει, εμφανίζοντας τριβή ολίσθησης η οποία έχει φορά προς τα κάτω.

Προσθέτοντας κατά μέλη τις (3) και (4):

$$mg\eta\mu\varphi + T - N + N - T \cdot \frac{R}{r} = m \cdot a_{cm} + I \cdot \frac{a_{cm}}{r^2} \xRightarrow{T = \mu mg\sigma\upsilon\nu\varphi}$$

$$\Rightarrow mg\eta\mu\varphi + \mu mg\sigma\upsilon\nu\varphi\left(1 - \frac{R}{r}\right) = a_{cm}\left(m + m\frac{R^2}{2r^2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10 \cdot 0{,}6 + 0{,}5 \cdot 10 \cdot 0{,}8(1 - 2) = a_{cm}(1 + 0{,}5 \cdot 4) \Rightarrow a_{cm} = \frac{2}{3}\frac{m}{s^2}$$

Δ3. Για την τάση του νήματος από τη σχέση (3) έχουμε:

$N = m \cdot g \cdot \eta\mu\varphi + \mu \cdot m \cdot g \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi - m \cdot a_{cm} \Rightarrow$

$\Rightarrow N = 3 \cdot 10 \cdot 0{,}6 + 0{,}5 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 0{,}8 - 3 \cdot \frac{2}{3} \Rightarrow N = 28N$

Δ4. Για τη μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου ισχύει:

$U_{cm} = a_{cm} \cdot t$ (5) και $x = \frac{1}{2} \cdot a_{cm} \cdot t^2$ (6)

Απαλείφοντας το χρόνο από τις (5) και (6) έχουμε:

$$x = \frac{{U_{cm}}^2}{2 \cdot a_{cm}} \Rightarrow U_{cm} = \sqrt{2 \cdot a_{cm} \cdot x} \xRightarrow{x=L=0{,}75m} U_{cm} = \sqrt{2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0{,}75}\,\frac{m}{s} \Rightarrow U_{cm} = 1\,\frac{m}{s}$$

Για τη γωνιακή ταχύτητα:

$U_{cm} = \omega \cdot r \Rightarrow \omega = \frac{1}{0{,}1}\frac{rad}{s} \Rightarrow \omega = 10\,\frac{rad}{s}$