ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 19 ΑΠΡ 2021
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ:ΠΕΝΤΕ(5)
ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

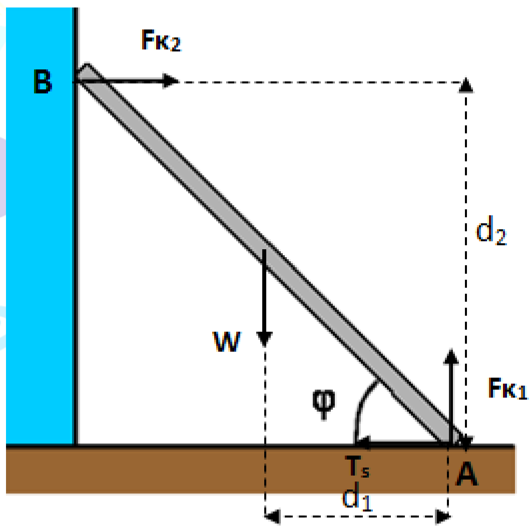
ΘΕΜΑ Α

Α1. (β) **Α2.** (γ) **Α3.** (β) **Α4.** (γ)

Α5. **α.** (Λ) **β.** (Λ) **γ.** (Λ) **δ.** (Σ) **ε.** (Λ)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το (β)



Λόγω Μεταφορικής Ισορροπίας:

$$\Sigma F_{x} = 0 \Rightarrow Ts = F\kappa_2 \ (1)$$
$$\Sigma F_{y} = 0 \Rightarrow F\kappa_1 = W = m \cdot g \ (2)$$

Λόγω Στροφικής Ισορροπίας:

$$\Sigma\tau^{(A)} = 0 \Rightarrow F\kappa_2 \cdot d_2 = W \cdot d_1 \ (3)$$

Για τους μοχλοβραχίονες d_1 και d_2 έχουμε:

$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{d_1}{\frac{L}{2}} \Rightarrow d_1 = \frac{L}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \ (4)$$

$$\eta\mu\varphi = \frac{d_2}{L} \Rightarrow d_2 = L \cdot \eta\mu\varphi \ (5)$$

$$(3) \xRightarrow{(4),(5)} F\kappa_2 \cdot L \cdot \eta\mu\varphi = W \cdot \frac{L}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \Rightarrow$$

$$\overset{(1)}{\Rightarrow} Ts \cdot \varepsilon\varphi\varphi = \frac{m \cdot g}{2} \Rightarrow Ts = \frac{m \cdot g}{2\varepsilon\varphi\varphi} \ (6)$$

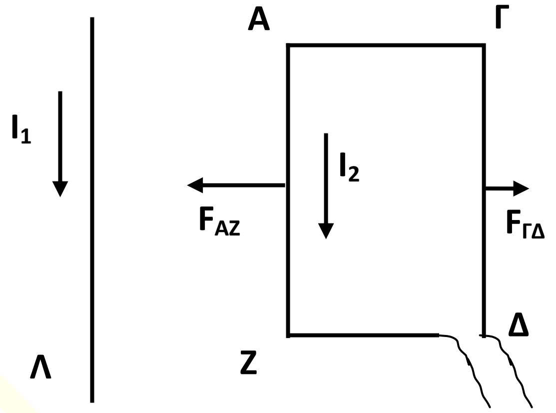
Για να ισορροπεί η σκάλα (και να μην γλιστράει στο πάτωμα) θα πρέπει:

$$Ts \leq \mu \cdot Fk_1 \xRightarrow{(2),(6)} \frac{m \cdot g}{2\varepsilon\varphi\varphi} \leq \mu \cdot m \cdot g \Rightarrow 2 \cdot \mu \cdot \varepsilon\varphi\varphi \geq 1$$

Άρα σωστό το (β)

Β2. Σωστό το (γ)

Έστω ότι οι φορές του ρεύματος είναι όπως φαίνονται στο σχήμα.



$$F = K_\mu \frac{2I_1 I_2}{r} l$$

$$F_{AZ} = 10^{-7} \frac{2 \cdot 5 \cdot 2}{2 \cdot 10^{-2}} \cdot 5 \cdot 10^{-2} N \Rightarrow$$
$$\Rightarrow F_{AZ} = 5\mu N$$

$$F_{\Gamma\Delta} = 10^{-7} \frac{2 \cdot 5 \cdot 2}{(2+3) \cdot 10^{-2}} \cdot 5 \cdot 10^{-2} N \implies F_{AZ} = 2\mu N$$

$$|\Sigma F| = |F_{AZ} - F_{\Gamma\Delta}| = 3\mu N$$

Άρα σωστό το (γ)

Παρατηρήσεις:

α. η εκφώνηση δεν διευκρινίζει ποιες είναι η φορές των ρευμάτων στα δύο κυκλώματα. Όπως και να επιλέξουμε τις φορές των ρευμάτων οι δυνάμεις στις πλευρές ΑΖ και ΓΔ θα είναι αντίρροπες και το μέτρο της συνισταμένης θα προκύπτει πάντα ίδιο.

β. οι δυνάμεις Laplace στις πλευρές ΑΓ και ΔΖ αλληλοεξουδετερώνονται και δεν λαμβάνονται υπόψιν.

Β3. Σωστό το (α)

Από ΑΔΕΤ έχουμε:

$$\frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}Dx^2 + \frac{1}{2}mU^2 \xRightarrow{D=m\omega^2} m\omega^2 A^2 = m\omega^2 x^2 + mU^2 \Rightarrow A^2 = x^2 + \frac{U^2}{\omega^2} \ (1)$$

Όταν η απομάκρυνση έχει την τιμή x_1, από την (1) έχουμε:

$$A^2 = {x_1}^2 + \frac{{U_1}^2}{\omega^2} \ (2)$$

Όταν η απομάκρυνση έχει την τιμή x_2, από την (1) έχουμε:

$$A^2 = {x_2}^2 + \frac{{U_2}^2}{\omega^2} \ (3)$$

Τα αριστερά μέλη είναι ίσα, οπότε και τα δεξιά είναι ίσα:

$$x_1{}^2 + \frac{U_1{}^2}{\omega^2} = x_2{}^2 + \frac{U_2{}^2}{\omega^2} \Longrightarrow \omega^2 x_1{}^2 + U_1{}^2 = \omega^2 x_2{}^2 + U_2{}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega^2(x_1{}^2 - x_2{}^2) = U_2{}^2 - U_1{}^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{U_2{}^2 - U_1{}^2}{x_1{}^2 - x_2{}^2} \Rightarrow$$

$$\xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}} \frac{(2\pi)^2}{T^2} = \frac{U_2{}^2 - U_1{}^2}{x_1{}^2 - x_2{}^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{x_1{}^2 - x_2{}^2}{U_2{}^2 - U_1{}^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{x_2{}^2 - x_1{}^2}{U_1{}^2 - U_2{}^2}}$$ Άρα σωστό το (γ)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από Αρχή Διατήρησης της Ορμής (ΑΔΟ) για την κρούση, έχουμε:

$$P_{ο\lambda,ΠΡΙΝ} = P_{ο\lambda,ΜΕΤΑ} \Rightarrow m_1 U_1 = (m_1 + m_2)V_\Sigma \Rightarrow V_\Sigma = \frac{1\cdot 10}{5} \Rightarrow V_\Sigma = 2\frac{m}{s}$$

ΘΜΚΕ μόνο για το σώμα Α:

$$\Delta Ε\kappa\iota\nu = W_{ο\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1 V_\Sigma{}^2 - \frac{1}{2}m_1 U_1{}^2 = W_{F,BA} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{F,BA} = \frac{1}{2}\cdot 1\cdot 2^2 - \frac{1}{2}\cdot 1\cdot 10^2\, J \Rightarrow W_{F,BA} = -48\, J$$

Γ2. **ΘΜΚΕ** (από την στιγμή της ολοκλήρωσης της κρούσης μέχρι να σταματήσει το συσσωμάτωμα ολισθαίνοντας).

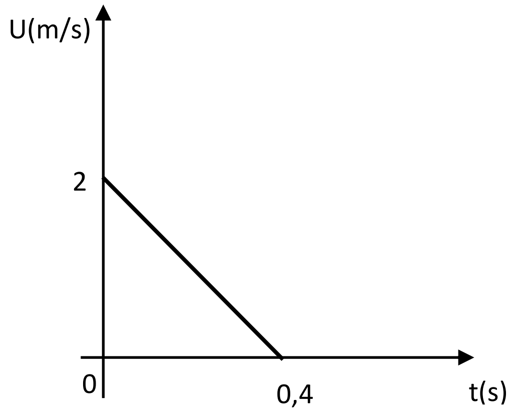
$$\Delta Ε\kappa\iota\nu = W_{ο\lambda} \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V_\Sigma{}^2 = -\mu(m_1 + m_2)g x_{stop} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{stop} = \frac{V_\Sigma{}^2}{2\mu g} \Rightarrow x_{stop} = 0{,}4\, m$$

Γ3. Αφού το συσσωμάτωμα στο τέλος σταματάει, όλη η αρχική κινητική ενέργεια θα γίνει θερμική:

$$Q = \frac{1}{2}mU_A{}^2 = \frac{1}{2}\cdot 1\cdot 10^2 J \Rightarrow Q = 50\, J$$

Γ4. Το συσσωμάτωμα εκτελεί Ευθύγραμμη Ομαλά Επιβραδυνόμενη Κίνηση, οπότε:



$$U = U_0 - at \Rightarrow U = V_\Sigma - at \ (1)$$

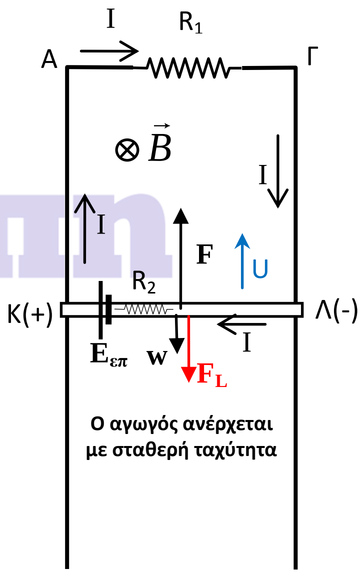
Για την επιτάχυνση, από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα έχουμε:

$$\Sigma F = ma \Rightarrow T = (m_1 + m_2)a \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \mu(m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a \Rightarrow$$
$$\Rightarrow a = \mu g \Rightarrow a = 5\ \frac{m}{s^2}$$

Η (1) γίνεται: $U = 2 - 5t\,(SI)$ και θα σταματήσει τη χρονική στιγμή: $t_{stop} = \frac{U_0}{a} = \frac{2}{5} \Rightarrow t_{stop} = 0{,}4\,sec$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.1 Με την άνοδο του ΚΛ η μαγνητική ροή στο κύκλωμα ΚΑΓΛ μειώνεται και λόγω κανόνα Lenz το επαγόμενο ρεύμα θα έχει ωρολογιακή φορά ώστε να αντισταθεί στη μείωση αυτή. Κατά συνέπεια, η πολικότητα του ΚΛ θα έχει ως εξής: (+) στο Κ και (-) στο Λ.



Στον αγωγό ΚΛ αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή. Από νόμο Faraday έχουμε:

$$E_{\varepsilon\pi} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xRightarrow{N=1\ \kappa\alpha\iota\ \tau o\ (-)\pi o\iota o\tau\iota\kappa\acute{o}} E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = \frac{B\Delta A}{\Delta t} \xRightarrow{\Delta A = \Delta x \cdot l} E_{\varepsilon\pi} = \frac{B\Delta x l}{\Delta t} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = BUl \quad (1)$$

Από το νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα, έχουμε:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \overset{(1)}{\Rightarrow} I_{\varepsilon\pi} = \frac{BUl}{R_1 + R_2}\ (2) \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1}{0{,}8 + 0{,}2}\ A \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = 4A$$

Επομένως, για την τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ:

$$V_{K\Lambda} = V_{A\Gamma} = I_{\varepsilon\pi}R \Rightarrow V_{K\Lambda} = +3{,}2\,V$$

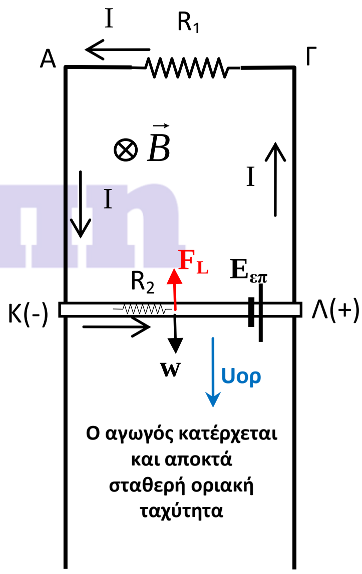
Δ1.2 Η δύναμη Laplace θα εμποδίζει την κίνηση του αγωγού και θα έχει μέτρο:

$$F_L = BIl \overset{(2)}{\Rightarrow} F_L = \frac{B^2 l^2 U}{R_1+R_2}\ (3) \Rightarrow F_L = \frac{1^2 1^2 4}{0{,}8+0{,}2}\ N \Rightarrow F_L = 4N$$

Αφού η ταχύτητα κίνησης του αγωγού είναι σταθερή, από τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα θα έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F - W - F_L = 0 \Rightarrow F = mg + F_L \Rightarrow F = 0{,}8 \cdot 10 + 4\,N \Rightarrow F = 12\,N$$

Δ2.1 $F_L = BIl \Rightarrow \frac{mg}{4} = BIl \Rightarrow I = \frac{mg}{4Bl} \Rightarrow I = \frac{0{,}8\cdot 10}{4\cdot 1\cdot 1}\,A \Rightarrow I = 2\,A$



Δ2.2 Όταν ο αγωγός αρχίσει να κατέρχεται, η μαγνητική ροή στο κύκλωμα ΚΑΓΛ θα αυξάνεται και λόγω κανόνα Lenz, το επαγόμενο ρεύμα θα έχει αντιωρολογιακή φορά ώστε να αντισταθεί στη μείωση αυτή. Κατά συνέπεια, η πολικότητα του ΚΛ θα έχει ως εξής: (-) στο Κ και (+) στο Λ. Από τον κανόνα του δεξιού χεριού η δύναμη Laplace (F_L) θα έχει κατεύθυνση προς τα επάνω (εμποδίζοντας την κίνηση του αγωγού). Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του αγωγού τόσο θα αυξάνεται και το μέτρο της F_L και όταν το μέτρο της F_L γίνει ίσο με το μέτρο του βάρους, για τον αγωγό θα ισχύει ΣF=0. Τότε στο κύκλωμα θα **παγιωθεί μια σταθερή κατάσταση**, όπου η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ θα είναι σταθερή-οριακή (Uορ) και το ρεύμα στο κύκλωμα θα έχει επίσης σταθερή τιμή (Ιορ).

Για το στάδιο της οριακής ταχύτητας θα ισχύει:
Από τον 1^{o} Νόμο του Newton:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = mg \overset{(3)}{\Rightarrow} \frac{B^2 l^2 U}{R_1+R_2} = mg \Rightarrow U_{o\rho} = \frac{mg\,(R_1+R_2)}{B^2 l^2} \Rightarrow U_{o\rho} = 8\,\frac{m}{s}$$