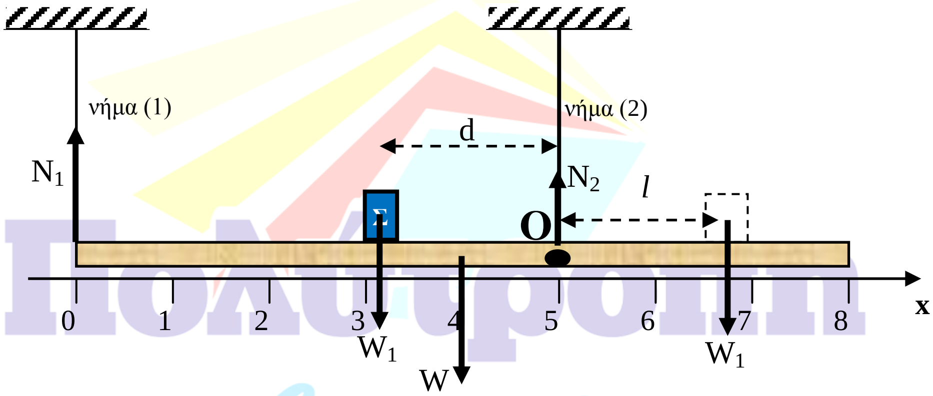
ΠΟΛΥΤΡΟΠΗ ΑΡΜΟΝΙΑ
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 19 ΑΠΡ 2022
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ:ΕΞΙ(6)
ΛΥΣΕΙΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το (α)



Αρχικά, θα ελέγξουμε σε ποιά θέση θα κόβεται το νήμα (1).

$$\Sigma\tau^{(O)} = 0 \Rightarrow W \cdot 1 + W_1 \cdot d = N_1 \cdot 5 \Rightarrow 100 \cdot 1 + 50 \cdot d = 40 \cdot 5 \Rightarrow d = 2$$

Άρα το νήμα κόβεται οριακά 2 μονάδες μήκους αριστερά του Ο (στη θέση x = 3).

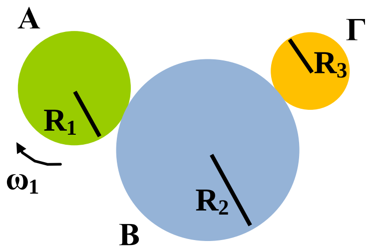
Έπειτα, θα ελέγξουμε αν μηδενίζεται η N_1 (πρακτικά πότε χαλαρώνει το νήμα (1) και ανατρέπεται η δοκός).

$$\Sigma\tau^{(O)} = 0 \Rightarrow N_1 \cdot 5 + W_1 \cdot l = W \cdot 1 \xRightarrow{N_1=0} 0 + 50 \cdot l = 100 \cdot 1 \Rightarrow l = 2$$

Άρα το νήμα αρχίζει να χαλαρώνει 2 μονάδες μήκους δεξιά του Ο (στη θέση x = 7).

Επομένως, η «περιοχή ασφαλείας» στην οποία μπορούμε να τοποθετήσουμε το σώμα χωρίς κίνδυνο ανατροπής της δοκού είναι: $3 < x < 7$

B2. <u>Σωστό το (β)</u>



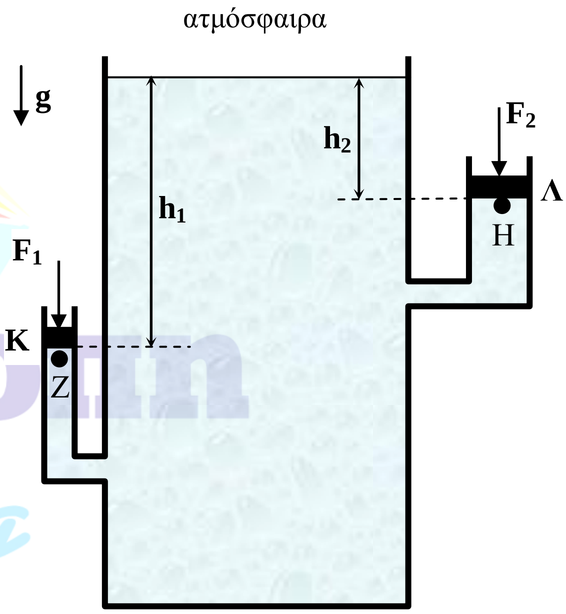
Αφού δεν υπάρχει ολίσθηση μεταξύ των δίσκων, τότε όλες οι γραμμικές ταχύτητες των περιφερειακών σημείων θα είναι ίσες.

$U_A = U_B$ και $U_B = U_Γ$, άρα

$$U_A = U_Γ \Rightarrow ω_1 \cdot R_1 = ω_3 \cdot R_3 \Rightarrow ω_3 = ω_1 \cdot \frac{R_1}{R_3}$$

Με φορά περιστροφής ίδιας με αυτή του δίσκου Α, δηλαδή ωρολογιακή.

B3. <u>Σωστό το (β)</u>



Για το έμβολο Κ που ισορροπεί ισχύει:

$$P_Z = P_{ατμ} + \frac{F_1}{A_1} \ (1)$$

Ομοίως για το έμβολο Λ:

$$P_H = P_{ατμ} + \frac{F_2}{A_2} \ (2)$$

Από το θεμελιώδη νόμο της υδροστατικής για τα σημεία Ζ και Η που βρίσκονται ακριβώς κάτω από τα έμβολα Κ και Λ αντίστοιχα, θα ισχύει:

$$P_Z = P_{ατμ} + ρ \cdot g \cdot h_1 \ (3) \ \text{ και}$$

$$P_H = P_{ατμ} + ρ \cdot g \cdot h_2 \ (4)$$

$$(1) \overset{(3)}{\Rightarrow} P_{ατμ} + \frac{F_1}{A_1} = P_{ατμ} + ρ \cdot g \cdot h_1 \Rightarrow F_1 = A_1 \cdot ρ \cdot g \cdot h_1 \ (5)$$

$$(2) \overset{(4)}{\Rightarrow} P_{ατμ} + \frac{F_2}{A_2} = P_{ατμ} + ρ \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow F_2 = A_2 \cdot ρ \cdot g \cdot h_2 \ (6)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις (5) και (6):

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1 \cdot ρ \cdot g \cdot h_1}{A_2 \cdot ρ \cdot g \cdot h_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1 \cdot 5h}{3A_1 3h} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{5}{9}$$

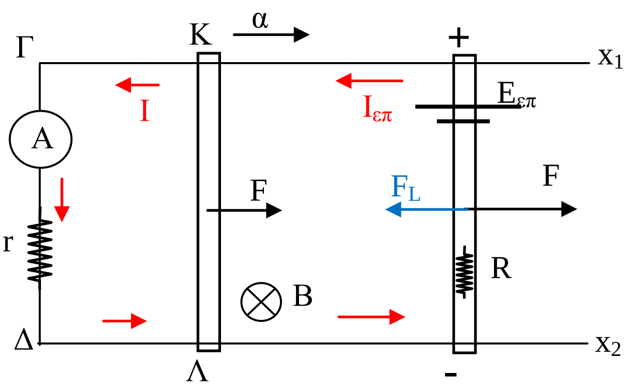
ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Αφού ο αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή επιτάχυνση, θα ισχύει:

$U = a \cdot t \ \Rightarrow U = 2t$ (1) (SI)

$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \ \Rightarrow x = t^2$ (2) (SI)



Στον αγωγό ΚΛ αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή.

Από Νόμο Faraday έχουμε:

$$E_{ΕΠ} = -N \cdot \frac{ΔΦ}{Δt} \xRightarrow[\text{το (–)ποιοτικό}]{N=1} E_{ΕΠ} = \frac{ΔΦ}{Δt} \xRightarrow{Φ=B\cdot S} E_{ΕΠ} \frac{Δ(B \cdot S)}{Δt} \xRightarrow[B=σταθ]{S=lx}$$

$$\Rightarrow E_{ΕΠ} = B \cdot l \cdot \frac{Δx}{Δt} \xRightarrow{\frac{Δx}{Δt}=U} E_{ΕΠ} = B \cdot U \cdot l$$

Το εμβαδόν που διαγράφει ο αγωγός, αυξάνεται συνεχώς, επομένως λόγω του κανόνα Lenz το επαγωγικό ρεύμα θα έχει αντιωρολογιακή φορά στο κύκλωμα.

Γ1.α. Από το νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα θα έχουμε:

$$I_{επ} = \frac{B \cdot U \cdot l}{R_{ολ}} \overset{(1)}{\Rightarrow} I_{επ} = \frac{1 \cdot 2t \cdot 1}{2+2} \Rightarrow I_{επ} = 0{,}5t \ (3) \ (\text{SI})$$

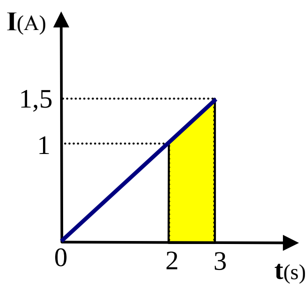
Γ1.β. Αφού ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα ($I_{επ}$) και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, θα του ασκηθεί δύναμη Laplace, αντίθετη της ταχύτητάς του:

$F_L = B \cdot I_{επ} \cdot l \overset{(3)}{\Rightarrow} F_L = 1 \cdot 0{,}5t \cdot 1 \ \Rightarrow \ F_L = 0{,}5t$ (4) (SI)

Από το 2^0 Νόμο του Νεύτωνα έχουμε:

$ΣF = m \cdot a \ \Rightarrow F - F_L = m \cdot a \ \Rightarrow F = m \cdot a + F_L \overset{(4)}{\Rightarrow} F = 4 + 0{,}5t$ (SI)

Γ2. (α' τρόπος) Γνωρίζοντας τη συνάρτηση του ηλεκτρικού ρεύματος συναρτήσει του χρόνου (σχέση 3), μπορούμε να φτιάξουμε το διάγραμμα έντασης – χρόνου (I-t). Το εμβαδόν που σχηματίζεται μεταξύ της γραφικής παράστασης και του οριζόντιου άξονα στο



διάγραμμα έντασης ηλεκτρικού ρεύματος – χρόνου (I-t), ισούται αριθμητικά με το φορτίο που μετακινείται στο κύκλωμα.

$$q = E\mu\beta_{\tau\rho\alpha\pi} \Rightarrow q = \frac{(\beta + B)\cdot \upsilon}{2} \Rightarrow q = \frac{(1+1{,}5)A\cdot(3-2)sec}{2} \Rightarrow q = 1{,}25\ C$$

(β' τρόπος) Για τον υπολογισμό του μετακινούμενου φορτίου, από το Νόμο του Neumann έχουμε:

$$q = N\cdot\frac{\Delta\Phi}{R_{o\lambda}} \xRightarrow[\Phi=B\cdot S]{N=1} q = B\cdot\frac{\Delta S}{R_{o\lambda}} \xRightarrow[\Delta x=x_2-x_1]{\Delta S=l\Delta x} q = B\cdot l\cdot\frac{(x_2-x_1)}{R_{o\lambda}} \xRightarrow{(2)} q = 1{,}25\ C$$

Γ3. Για τον υπολογισμό της μεταβολής της ορμής του αγωγού μεταξύ των χρονικών στιγμών t_1=2sec και t_2=4sec, υπολογίζουμε αρχικά από την (1) την ταχύτητα του αγωγού σε αυτές τις χρονικές στιγμές.

$$(1) \xRightarrow{t=2s} U_1 = 2\cdot 2 \Rightarrow U_1 = 4\frac{m}{s} \qquad (1) \xRightarrow{t=4s} U_2 = 2\cdot 4 \Rightarrow U_2 = 8\frac{m}{s}$$

$$\Delta P = m\,U_{TE\Lambda} - m\,U_{APX} = 2kg\cdot\left(8\frac{m}{s} - 4\frac{m}{s}\right) \Rightarrow \Delta P = +8kg\frac{m}{s}$$

Γ4. Το ποσό θερμότητας που αναπτύσσεται στους αντιστάτες R και r κατά την κίνηση του αγωγού ΚΛ, είναι κατά απόλυτή τιμή ίσο με το έργο της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό.

Για το έργο της δύναμης Laplace**:**
ΘΜΚΕ μεταξύ των χρονικών στιγμών t_1=2sec και t_2=4sec:

$$\Delta E_{KIN} = W_{o\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2}mU_2{}^2 - \frac{1}{2}mU_1{}^2 = W_F + W_{F_L} \Rightarrow$$

$$\xRightarrow{(S.I)} \frac{1}{2}2\cdot 8^2 - \frac{1}{2}2\cdot 4^2 = 67 + W_{F_L} \Rightarrow 64 - 16 = 67 + W_{F_L} \Rightarrow\Rightarrow W_{F_L} = -19Joule$$

Η συνολική θερμότητα που αναπτύσσεται είναι:

$$Q = \left|W_{F_L}\right| \Rightarrow Q = 19Joule$$

Επειδή οι αντιστάσεις είναι ίσες, θα μοιράζονται εξίσου το ποσό θερμότητας. Άρα Q_R = 19/2 J = 9,5J.

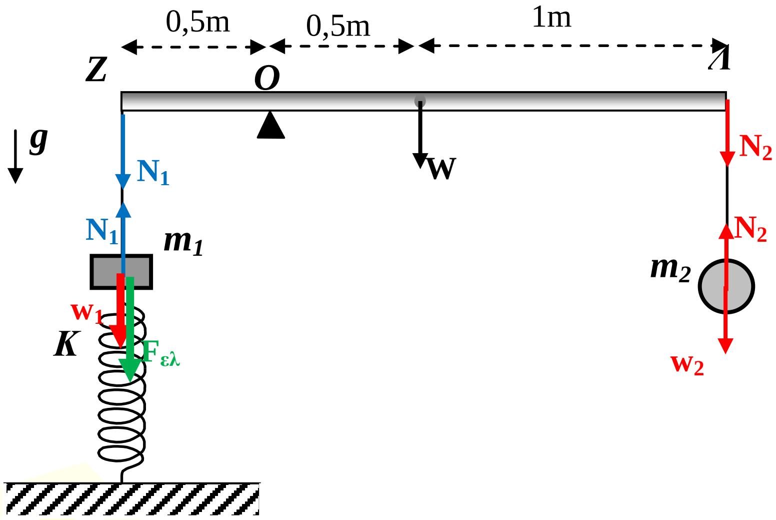
Σημείωση: Δε μπορούμε να υπολογίσουμε τη θερμότητα που εκλύεται μέσω του νόμου Joule, Q = I^2Rt, γιατί οι αντιστάτες R και r διαρρέονται από μεταβλητά ρεύματα. Ωστόσο, η τιμή του ρεύματος που διαρρέει την κάθε αντίσταση είναι ίδια και στους δύο, κάθε χρονική στιγμή, άρα η θερμότητα Q και η αντίσταση R είναι μεγέθη ανάλογα.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για το σώμα m_2, το οποίο ισορροπεί στον κατακόρυφο άξονα y:

$$\Sigma F = 0 \;\Rightarrow\; N_2 = m_2 g \;\Rightarrow\; N_2 = 60N$$

Για τη ράβδο, η οποία ισορροπεί στροφικά, θα ισχύει:



$$\Sigma\tau^{(O)} = 0 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow N_2 \cdot 1{,}5 + mg \cdot 0{,}5 - N_1 \cdot 0{,}5 = 0$$
$$\Rightarrow 60 \cdot 1{,}5 + 20 \cdot 0{,}5 = N_1 \cdot 0{,}5 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow N_1 = 200N$$

Δ2. Για το m_1 έχουμε:

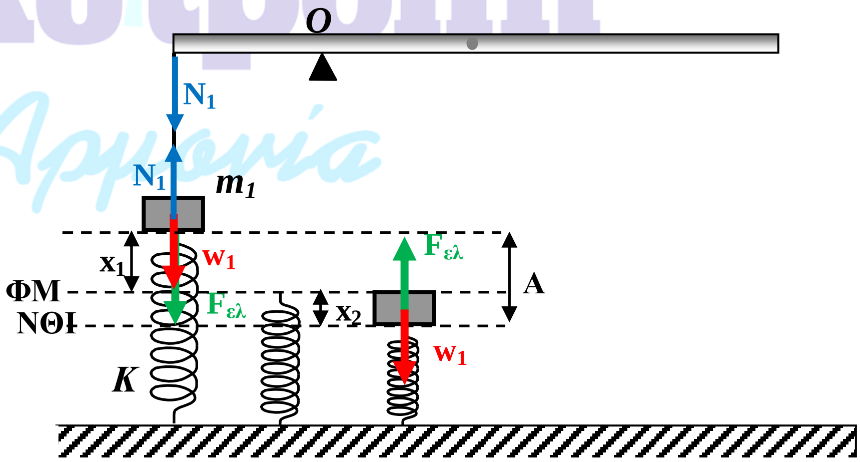
$$\Sigma F = 0 \;\Rightarrow\; N_1 = w_1 + F_{\varepsilon\lambda} \;\Rightarrow$$
$$\Rightarrow 200N = 40N + 400x_1 \;\Rightarrow$$
$$\Rightarrow x_1 = 0{,}4m$$

(το ελατήριο έχει υποστεί επιμήκυνση αφού $N_1 > w_1$)

Δ3. Για τη Νέα Θέση Ισορροπίας (ΝΘΙ) του m_1 έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \;\Rightarrow w_1 = F_{\varepsilon\lambda} \;\Rightarrow\; m_1 g = Kx_2 \;\Rightarrow x_2 = \frac{40}{400}m \Rightarrow x_2 = 0{,}1m$$

Από τη γεωμετρία του σχήματος ισχύει ότι:



$$A = x_1 + x_2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow A = 0{,}4m + 0{,}1 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow A = 0{,}5m$$

Για τη σταθερά επαναφοράς μας δίνεται ότι D = K άρα:

$$K = m_1 \cdot \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{K}{m_1}} \Rightarrow \omega = 10\ \frac{rad}{sec}$$

Για την αρχική φάση έχουμε: Όταν t=0 τότε x = +A και U = 0.

$$x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \xRightarrow{t=0\ \kappa\alpha\iota\ x=+A} +A = A\eta\mu\varphi_0 \;\Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = +1 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}\ \frac{rad}{sec}$$

Επομένως η εξίσωση της απομάκρυνσης θα είναι:

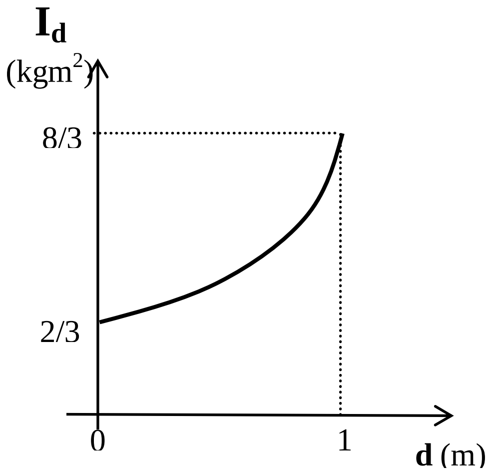
$$x = 0{,}5\eta\mu(10t + \tfrac{\pi}{2})\ (\mathrm{SI})$$

Δ4. Από το θεώρημα Steiner έχουμε:

$$I_d = I_{cm} + Md^2 \Rightarrow I_d = \frac{1}{12}ML^2 + 2d^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_d = \tfrac{2}{3} + 2d^2\ (\mathrm{SI}),$$

όπου $0 \le d \le L/2 = 1\mathrm{m}$



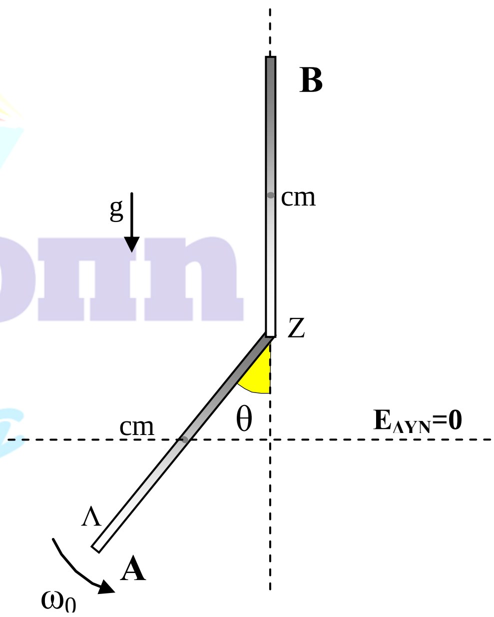
Δ5. **Εφαρμόζοντας ΑΔΜΕ** από το Α στο Β:

$$E_{MHX_A} = E_{MHX_B} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}I^{(Z)}{\omega_0}^2 = mg\left(\frac{L}{2} + \frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu\theta\right) + E_{KIN_B} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\frac{ML^2}{3}{\omega_0}^2 = mg\frac{L}{2}(1 + \sigma\upsilon\nu 60^o) + E_{KIN_B} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{KIN_B} = \frac{64}{3} - 30J < 0$$



Αφού $E_{KIN,B} < 0$ (άτοπο)
άρα δεν θα κάνει ανακύκλωση.