

ΘΕΜΑ Α

Σε κάθε μία από τις επόμενες ερωτήσεις **A1 έως A4**, να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

A1. Σε μία χορδή, μήκους L , με δεμένα και τα δύο της άκρα, δημιουργείται στάσιμο κύμα από τρέχοντα κύματα μήκους κύματος $\lambda = 0,3 \text{ m}$. Το μήκος L της χορδής μπορεί να έχει τιμή:

- α. $L = 0,5 \text{ m}$.
- β. $L = 0,7 \text{ m}$.
- γ. $L = 0,9 \text{ m}$.
- δ. $L = 1 \text{ m}$.

Μονάδες 5

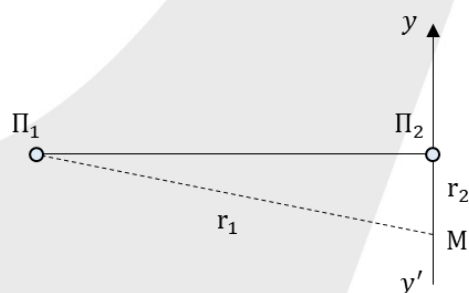
A2. Σε μία εξαναγκασμένη μηχανική ταλάντωση η ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή f_0 είναι διπλάσια της αρχικής συχνότητας του διεγέρτη f_δ . Αν αυξήσουμε τη συχνότητα f_δ κατά 50% τότε το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης:

- α. θα αυξηθεί.
- β. θα ελαττωθεί.
- γ. θα αυξηθεί μέχρι μία μέγιστη τιμή και μετά θα ελαττωθεί.
- δ. θα πάρει τη μέγιστη δυνατή τιμή του.

A3. Δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 παράγουν αρμονικά κύματα μήκους κύματος λ στην επιφάνεια ενός υγρού. Ένα σημείο M ανήκει στην κατακόρυφο $y'y$ που είναι κάθετη στην ευθεία $\Pi_1\Pi_2$ στο σημείο Π_2 , απέχει από τις πηγές αποστάσεις $r_1 = 4,205\lambda$ και $r_2 = 0,205\lambda$ και είναι δε το πλησιέστερο στην Π_2 σημείο ενίσχυσης της $y'y$. Το πλήθος N των σημείων ενίσχυσης της $\Pi_1\Pi_2$ είναι:

- α. $N = 7$.
- β. $N = 8$.
- γ. $N = 9$.
- δ. $N = 10$.

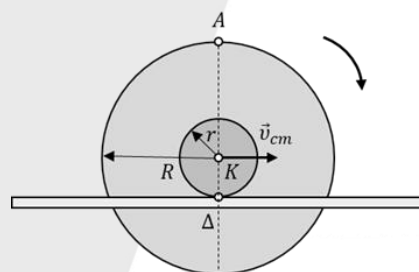
Μονάδες 5



A4. Ένα καρούλι που αποτελείται από δύο ομογενείς δίσκους ακτίνας R ο καθένας και έναν ομογενή κύλινδρο με ακτίνα r ($r = \frac{R}{3}$), ο οποίος ενώνει τους δύο δίσκους, κυλιέται πάνω σε οριζόντια ακλόνητη δοκό χωρίς να ολισθαίνει με ταχύτητα μέτρου v_{cm} . Το μέτρο της ταχύτητας του σημείου A του δίσκου, που φαίνεται στο σχήμα, ισούται με:

- α. $v_A = v_{cm}$
- β. $v_A = 2v_{cm}$
- γ. $v_A = 3v_{cm}$
- δ. $v_A = 4v_{cm}$

Μονάδες 5



Μονάδες 5

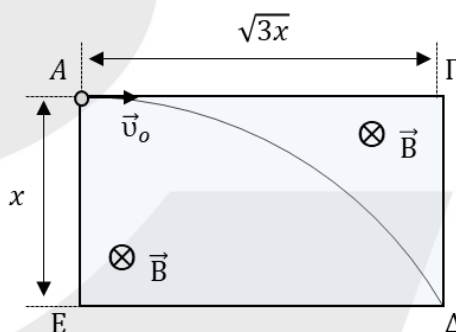
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στην κόλλα σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α. Μια ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda = \frac{h}{m_e c}$ σκεδάζεται από ακίνητο ηλεκτρόνιο μιας επιφάνειας γραφίτη, έχοντας γωνία σκέδασης $\varphi = 120^\circ$. Το μήκος κύματος της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας είναι $\lambda' = 2,5\lambda$.
- β. Στη μετωπική κρούση δύο σφαιρών έχουμε ανταλλαγή ταχυτήτων στις σφαίρες πριν και μετά την κρούση, μόνο αν οι σφαίρες έχουν ίσες μάζες.
- γ. Το αμπερόμετρο και το βολτόμετρο στο εναλλασσόμενο ρεύμα μετρούν το πλάτος της τάσης και της έντασης του ρεύματος αντίστοιχα.
- δ. Σε μία φθίνουσα μηχανική ταλάντωση με δεδομένες αποσβέσεις, η ενέργεια του ταλαντωτή μειώνεται κατά το ίδιο ποσοστό ανά περίοδο.
- ε. Σε ένα τρέχον αρμονικό κύμα που διαδίδεται κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα x , για τις φάσεις ενός σημείου Α που βρίσκεται σε τετμημένη x_A και ενός σημείου Β που βρίσκεται σε τετμημένη x_B , με $x_B > x_A$, ισχύει ότι $\varphi_B > \varphi_A$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα ηλεκτρόνιο με ειδικό φορτίο $\frac{|q_e|}{m} = \lambda$ εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ από σημείο (Α), με οριζόντια ταχύτητα $\vec{v}_0$ που είναι παράλληλη στη διεύθυνση της απόστασης (ΑΓ) όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η εγκάρσια τομή του πεδίου είναι το ορθογώνιο (ΑΓΔΕ) με μήκος $\sqrt{3}x$ και πλάτος x . Αν το ηλεκτρόνιο εξέρχεται από την κορυφή (Δ), τότε η τιμή του ειδικού φορτίου λ είναι:



- α. $\lambda = \frac{v_0}{2Bx}$
- β. $\lambda = \frac{v_0}{Bx}$
- γ. $\lambda = \frac{2v_0}{Bx}$

A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B2. Ένα διεγερμένο άτομο μπορεί να εκπέμψει ένα φωτόνιο οποιαδήποτε χρονική στιγμή σε χρονικό διάστημα από μηδέν έως άπειρο. Αν ο μέσος χρόνος εκπομπής Δt είναι μικρότερος από $10^{-5} s$ τότε το φαινόμενο λέγεται φθορισμός, ενώ όταν είναι μεγαλύτερος από $10^{-5} s$ τότε λέγεται φωσφορισμός. Ο μέσος χρόνος στο φθορισμό, που ένας μεγάλος αριθμός διεγερμένων ατόμων εκπέμπει φως, είναι $\Delta t_1 = 10^{-8} s$ και το ελάχιστο εύρος της φασματικής γραμμής είναι $\Delta f_1 = 1,6 \cdot 10^7 Hz$. Αν ο μέσος χρόνος στον φωσφορισμό είναι $\Delta t_2 = 4 \cdot 10^{-3} s$, τότε το ελάχιστο εύρος της εκπεμπόμενης φασματικής γραμμής είναι:

- α. $\Delta f_2 = 20 Hz$
- β. $\Delta f_2 = 40 Hz$
- γ. $\Delta f_2 = 64 Hz$

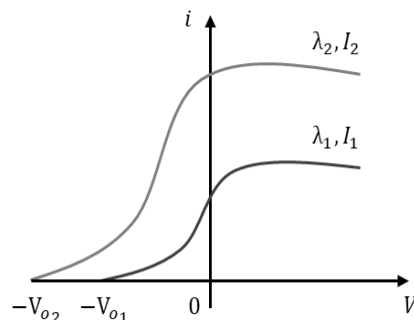
A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

B3. Στην κάθοδο ενός φωτοκυττάρου ρίχνουμε ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες με μήκη κύματος λ_1 και λ_2 , οι οποίες έχουν εντάσεις I_1 και I_2 αντίστοιχα. Από τις μετρήσεις που κάνουμε για κάθε πείραμα προκύπτει η γραφική παράσταση της έντασης του φωτο-ρεύματος με την τάση $i = f(V)$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αν ο αριθμός των φωτονίων ανά μονάδα χρόνου που προσπίπτει στην κάθοδο είναι ο ίδιος και στα δύο πειράματα, τότε για τα μήκη κύματος λ_1 και λ_2 και για τις εντάσεις I_1 και I_2 ισχύει:



α. $I_1 > I_2$, $\lambda_1 > \lambda_2$

β. $I_1 < I_2$, $\lambda_1 < \lambda_2$

γ. $I_1 < I_2$, $\lambda_1 > \lambda_2$

A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

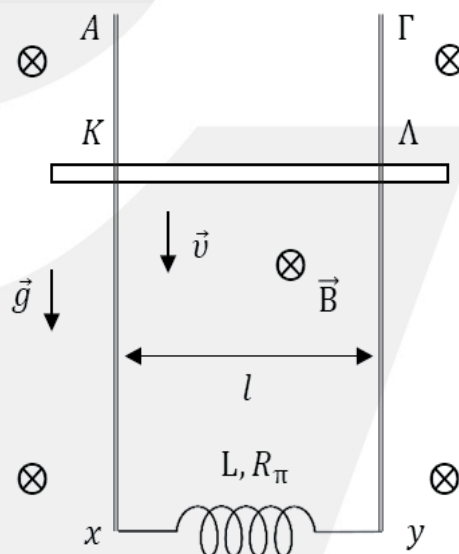
Μονάδες 2

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Δύο κατακόρυφοι ακλόνητοι αγωγοί οδηγοί Ax και Γx , αμελητέας αντίστασης και πολύ μεγάλου μήκους, απέχουν απόσταση $l = 1 \text{ m}$ και τα άκρα τους είναι συνδεδεμένα με πηνίο που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 1 \text{ H}$ και ωμική αντίσταση $R_\pi = 0,5 \Omega$. Ένας ομογενής αγωγός μάζας $m = 0,2 \text{ kg}$, μήκους $L = 1,5 \text{ m}$ και ωμικής αντίστασης $R = 2,25 \Omega$, βρίσκεται σε επαφή με τους κατακόρυφους αγωγούς στα σημεία K και Λ αντίστοιχα, και μπορεί να ολισθαίνει πάνω τους χωρίς τριβές. Το κέντρο μάζας του αγωγού βρίσκεται στο μέσο της απόστασης μεταξύ των δύο αγωγών Ax και Γx . Στην περιοχή και για ένα δεδομένο εύρος-στην περιοχή κίνησης του αγωγού-υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}$ με φορά που φαίνεται στο σχήμα.



Κάποια στιγμή $t_0 = 0$ βάλλουμε κατακόρυφα προς τα

κάτω τον αγωγό $K\Lambda$ με ταχύτητα $\vec{v}$ και του ασκούμε κατάλληλη κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$ κάθετη στον αγωγό, και με σημείο εφαρμογής το κέντρο μάζας του, ώστε αυτός να κατέρχεται με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$. Στην ανωτέρω κίνηση η δυναμική ενέργεια βαρύτητας του αγωγού μειώνεται με ρυθμό 8 J/s και όταν η ένταση του ρεύματος αποκαθίσταται, η ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου είναι $U = 8 \text{ J}$.

Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 6

Γ2. Όταν η ένταση του ρεύματος είναι σταθερή, να υπολογίσετε:

α. Το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του αγωγού $K\Lambda$ σε χρονική διάρκεια $\Delta t = 2 \text{ s}$

Μονάδες 3

- β. τη θερμότητα που εκλύεται λόγω φαινομένου Joule στην αντίσταση του πηνίου σε χρονική διάρκεια $\Delta t = 2s$.

Μονάδες 3

Γ3. Όταν η ένταση του ρεύματος είναι $i = 1,5 A$, να υπολογίσετε:

- α. Το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος.

Μονάδες 3

- β. Το ρυθμό προσφοράς ενέργειας μέσω του έργου της δύναμης $\vec{F}$ στον αγωγό ΚΛ.

Μονάδες 3

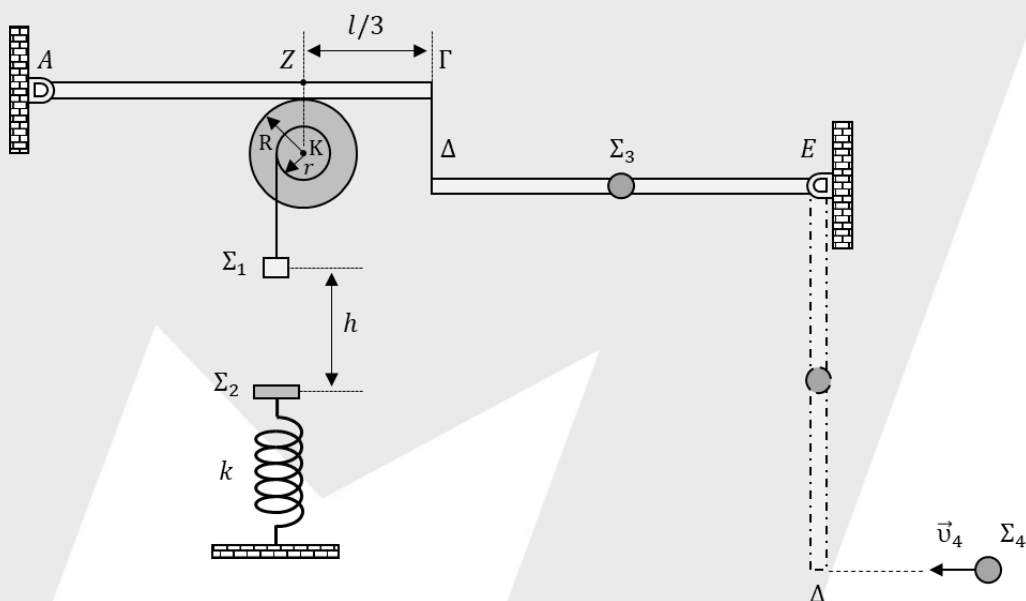
Γ4. Να βρείτε το μέγιστο ρυθμό αποταμίευσης ενέργειας στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου και σε ποια τιμή έντασης έντασης του ρεύματος αυτό επιτυγχάνεται.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 m/s^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Στη διάταξη του παρακάτω σχήματος οι δύο οριζόντιες ράβδοι ΑΓ και ΔΕ είναι αβαρείς και έχουν το ίδιο μήκος $l = 1,6 m$. Οι ράβδοι είναι αρθρωμένες στο ένα άκρο τους και η ράβδος ΑΓ είναι σε επαφή, σε σημείο Ζ, με $(ΓΖ) = l/3$, με διπλή αβαρή τροχαλία εσωτερικής ακτίνας r και εξωτερικής ακτίνας $R = 2r$ η οποία μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της Κ. Η ράβδος ΔΕ συγκρατείται με τη βοήθεια κατακόρυφου αβαρούς και μη εκτατού νήματος που συνδέει τα ελεύθερα άκρα των δύο ράβδων και στο μέσο της είναι στερεωμένο σώμα Σ_3 μάζας $m_3 = 1 kg$. Στην εσωτερική περιφέρεια της τροχαλίας είναι τυλιγμένο αβαρές και μη εκτατό νήμα, στο κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 . Στην κατακόρυφο που περνά από το σώμα Σ_1 και σε απόσταση $h = 0,6 m$ από αυτό βρίσκεται ακίνητο ένα δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 kg$, στερεωμένο στο πάνω άκρο ενός κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 N/m$, το κάτω άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο στο έδαφος. Μεταξύ της ράβδου ΑΓ και της τροχαλίας υπάρχει τριβή με συντελεστή στατικής τριβής $\mu_s = \frac{2}{3}$. Το σύστημα των δύο ράβδων, της τροχαλίας και του σώματος Σ_1 είναι σε ακινησία με τη στατική τριβή μεταξύ της τροχαλίας και της ράβδου ΑΓ να έχει τη μέγιστη δυνατή τιμή της, ενώ στο σώμα Σ_2 προσφέρουμε ενέργεια $E = 2 J$ ώστε να πραγματοποιεί απλή αρμονική ταλάντωση σταθεράς επαναφοράς $D \equiv k$.



ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα του σώματος Σ_1 .

Μονάδες 6

Κάποια στιγμή κόβουμε ταυτόχρονα και τα δύο νήματα, το ένα που συνδέει τις δύο ράβδους και το άλλο που είναι τυλιγμένο στην περιφέρεια της αβαρούς τροχαλίας, με αποτέλεσμα το σώμα Σ_1 να συγκρουστεί κεντρικά και πλαστικά με το σώμα Σ_2 τη στιγμή που το ελατήριο έχει τη μέγιστη δυναμική του ενέργεια.

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Δ3. Να υπολογίσετε το πλάτος της νέας ταλάντωσης που θα εκτελέσει το συσσωμάτωμα.

Μονάδες 6

Τη στιγμή που η ράβδος ΔΕ γίνεται κατακόρυφη συγκρούεται με ένα σώμα Σ_4 μάζας $m_4 = 1 \text{ kg}$ που κινείται οριζόντια και αντίθετα με αυτή. Το σώμα Σ_4 προσκολλάται στο άκρο Δ της ράβδου και το σύστημα επιστρέφει στην αρχική (οριζόντια) θέση της ράβδου ΔΕ.

Δ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_4 πριν την κρούση.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \text{ m/s}^2$. Να θεωρήσετε ότι $\sqrt{15} \cong 4$.



Υπολογισμός Μορίων Πανελλαδικών 2025

Χρησιμοποιήστε την Εφαρμογή για να **υπολογίσετε Μόρια**
για κάθε Πανεπιστημιακό Τμήμα / Σχολή!

Υπολογίστε Μόρια, δείτε τα **Τμήματα Επιτυχίας** (με τις περσινές βάσεις),
τις **Ελάχιστες Βάσεις Εισαγωγής** για κάθε Ειδικό Μάθημα
και για κάθε Πανεπιστημιακό Τμήμα

μέσα από την **ιστοσελίδα** του **ΜΕΘΟΔΙΚΟΥ**
ή την **Android Εφαρμογή: mobile app**

Ενδεικτικές Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

A1. γ.

A2. α.

A3. γ.

A4. δ.

A5.

α. Σωστό

β. Λάθος

γ. Λάθος

δ. Σωστό

ε. Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση: α.

Είναι:

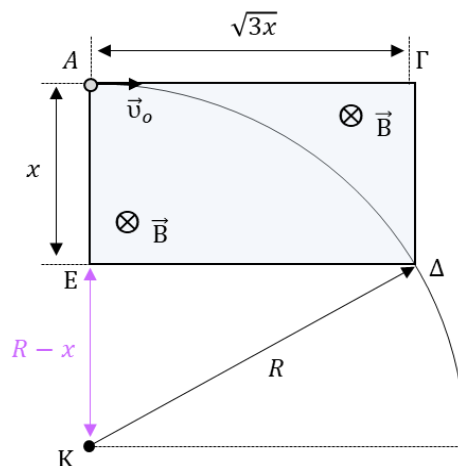
$$R^2 = (R-x)^2 + (\sqrt{3}x)^2 \Leftrightarrow$$

$$R^2 = R^2 - 2Rx + x^2 + 3x^2 \Leftrightarrow$$

$$2Rx = 4x^2 \Leftrightarrow x = \frac{R}{2} \Leftrightarrow R = 2x \quad (1)$$

Όμως:

$$R = \frac{mv_o}{|q_e|B} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} 2x = \frac{mv_o}{|q_e|B} \Leftrightarrow \frac{|q_e|}{m} = \frac{v_o}{2Bx} \Leftrightarrow \lambda = \frac{v_o}{2Bx}$$



Β2. Σωστή απάντηση: β.

Από την αρχή της αβεβαιότητας έχουμε:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi} \Leftrightarrow h \cdot \Delta f \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi} \Leftrightarrow \Delta f \geq \frac{1}{2\pi \Delta t} \Leftrightarrow \Delta f_{\min} = \frac{1}{2\pi \Delta t} \quad (1)$$

Για $\Delta t = \Delta t_1$, η (1) δίνει:

$$\Delta f_1 = \frac{1}{2\pi \Delta t_1} \quad (2)$$

και για $\Delta t = \Delta t_2$ η (1) δίνει:

$$\Delta f_2 = \frac{1}{2\pi \Delta t_2} \quad (3)$$

Πολλαπλασιάζοντας κατά μέλη τις (2), (3) έχουμε:

$$\Delta f_1 \Delta t_1 = \Delta f_2 \Delta t_2 \Leftrightarrow \Delta f_2 = \frac{\Delta f_1 \Delta t_1}{\Delta t_2} \Leftrightarrow \Delta f_2 = 40 \text{ Hz}$$

Β3. Σωστή απάντηση: γ.

Για την ένταση της ακτινοβολίας έχουμε:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{NE_{\varphi}}{A\Delta t} = \frac{Nhf}{A\Delta t} \stackrel{(c=\lambda f)}{\Rightarrow} I = \frac{Nhc}{\lambda A\Delta t} \quad (1)$$

Εφόσον $\frac{N}{\Delta t} = \text{σταθερό}$ από την (1) συμπεραίνουμε ότι η ένταση μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας. Εφαρμόζοντας το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας για την κίνηση του ηλεκτρονίου από την κάθοδο ως την άνοδο του φωτοκυττάρου, έχουμε:

$$K_{\alpha\nu.} - K_{\kappa\alpha\theta.} = W_{F_{\eta\lambda}} \Leftrightarrow K_{\alpha\nu.} - K_{\kappa\alpha\theta.} = U_{\kappa\alpha\theta.} - U_{\alpha\nu.} \Leftrightarrow$$

$$K_{\alpha\nu.} - K_{\kappa\alpha\theta.} = q_e V_{\kappa\alpha\theta.} - q_e V_{\alpha\nu.} \Leftrightarrow$$

$$K_{\alpha\nu.} - K_{\kappa\alpha\theta.} = q_e (V_{\kappa\alpha\theta.} - V_{\alpha\nu.}) \Leftrightarrow 0 - K_{\kappa\alpha\theta.} = -eV_o \Leftrightarrow K_{\kappa\alpha\theta.} = eV_o \text{ ή } K = eV_o \quad (2)$$

Όμως:

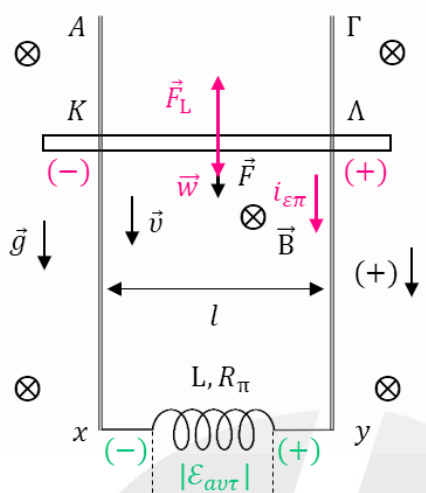
$$K = hf - \varphi \Leftrightarrow K = \frac{hc}{\lambda} - \varphi \stackrel{(2)}{\Rightarrow} eV_o = \frac{hc}{\lambda} - \varphi \Leftrightarrow V_o = \frac{hc}{\lambda e} - \frac{\varphi}{e} \quad (3)$$

Από το διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι $V_{o2} > V_{o1}$, άρα από την (3) προκύπτει ότι: $\lambda_2 < \lambda_1$.

Τέλος από την (1) καταλήγουμε ότι: $I_2 > I_1$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Αρχικά σημειώνουμε τα απαραίτητα στοιχεία στο σχήμα:



Είναι:

$$R_{K\Lambda} = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow \frac{R_{K\Lambda}}{R} = \frac{l}{L} \Leftrightarrow R_{K\Lambda} = \left(\frac{l}{L}\right) R \Leftrightarrow$$

$$R = \rho \frac{L}{S} \Rightarrow R_{K\Lambda} = \left(\frac{1}{3}\right) 2,25 \Leftrightarrow R_{K\Lambda} = \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{4} \Leftrightarrow R_{K\Lambda} = 1,5 \Omega$$

Για το ρεύμα στο βρόχο $K\Lambda\gamma\chi$ έχουμε:

$$i = \frac{|\mathcal{E}_{\text{επ}}| - |\mathcal{E}_{\text{αυτ}}|}{R_{\text{ολ}}} \Leftrightarrow i = \frac{|\mathcal{E}_{\text{επ}}| - |\mathcal{E}_{\text{αυτ}}|}{R_{K\Lambda} + R_\pi} \quad (1)$$

Όταν το ρεύμα έχει αποκατασταθεί:

$$|\mathcal{E}_{\text{αυτ}}| = 0 \stackrel{(1)}{\Rightarrow} I = \frac{|\mathcal{E}_{\text{επ}}|}{R_{K\Lambda} + R_\pi} \Leftrightarrow I = \frac{Bvl}{R_{K\Lambda} + R_\pi} \quad (2)$$

Η μέγιστη δυναμική ενέργεια λόγω μαγνητικού πεδίου που είναι αποθηκευμένη στο πηνίο είναι:

$$U_{B(\text{max})} = \frac{1}{2} LI^2 \Leftrightarrow I = \sqrt{\frac{2U_{B(\text{max})}}{L}} \Leftrightarrow I = 4 \text{ A}$$

Η δυναμική βαρυτική ενέργεια του αγωγού δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{dU_w}{dt} = -\frac{dW_w}{dt} = -\frac{\vec{w} \cdot d\vec{y}}{dt} = -\vec{w} \cdot \vec{v} = -|\vec{w}||\vec{v}|\sin\theta \stackrel{\theta=0^\circ}{\Rightarrow}$$

$$\frac{dU_w}{dt} = -wv \Leftrightarrow \frac{dU_w}{dt} = -mgu \Leftrightarrow -8 = -2v \Leftrightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

Από τη σχέση (2) προκύπτει ότι:

$$4 = \frac{4B}{2} \Leftrightarrow B = 2 \text{ T}$$

Γ2.

α. Για το επαγωγικό φορτίο:

$$I = \frac{\Delta q_{\text{επ}}}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta q_{\text{επ}} = 8 \text{ C.}$$

β. Για τη θερμότητα που εκλύεται:

$$Q_\pi = I^2 R_\pi \Delta t \Leftrightarrow Q_\pi = 16 \text{ J.}$$

Γ3.

α. Για $i = 1,5 \text{ A}$ η (1) δίνει:

$$|\mathcal{E}_{avt}| = |\mathcal{E}_{\pi}| - iR_{KL} + R_{\pi} \Leftrightarrow |\mathcal{E}_{avt}| = 5 \text{ V}$$

Όμως:

$$|\mathcal{E}_{avt}| = L \left| \frac{di}{dt} \right| \Leftrightarrow \left| \frac{di}{dt} \right| = \frac{|\mathcal{E}_{avt}|}{L} \Leftrightarrow \left| \frac{di}{dt} \right| = 5 \frac{\text{A}}{\text{s}} \Leftrightarrow \frac{di}{dt} = 5 \text{ A/s}$$

β. Ο ρυθμός προσφοράς ενέργειας μέσω του έργου της δύναμης $\vec{F}$ δίνεται από τη σχέση:

$$P_F = \frac{dW_F}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{y}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = |\vec{F}| |\vec{v}| \cos \theta \quad (3)$$

Για $i = 1,5 \text{ A}$ η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό είναι: $F_L = Bil \Leftrightarrow F_L = 3 \text{ N}$

Επειδή δε ο αγωγός κινείται με σταθερή ταχύτητα, ισορροπεί:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow w - F_L + F = 0 \Leftrightarrow F = F_L - w \Leftrightarrow F = 1 \text{ N με φορά προς τα κάτω.}$$

Αρα από τη σχέση (3) έχουμε:

$$P_F = |\vec{F}| |\vec{v}| \cos 0^\circ \Leftrightarrow P_F = Fv \Leftrightarrow P_F = 4 \text{ J/s}$$

Γ4. Ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται στο κύκλωμα $K\lambda\gamma\chi$ από την επαγωγική τάση, καταναλώνεται από τους ωμικούς αντιστάτες του κυκλώματος υπό μορφήν θερμότητας, ενώ ένα άλλο μέρος μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια υπό μορφή μαγνητικού πεδίου στο πηνίο. Συνεπώς:

$$E_{\eta\lambda} = Q_\theta + U_B \Rightarrow \frac{dE_{\eta\lambda}}{dt} = \frac{dQ_\theta}{dt} + \frac{dU_B}{dt} \Leftrightarrow P_{\eta\lambda} = P_\theta + P_L \Leftrightarrow |\mathcal{E}_{\pi}| i = i^2 R_{o\lambda} + P_L \Leftrightarrow 2i^2 - 8i + P_L = 0 \quad (4)$$

Απαιτούμε η διακρίνουσα του τριωνύμου να είναι μεγαλύτερη ή ίση του μηδενός:

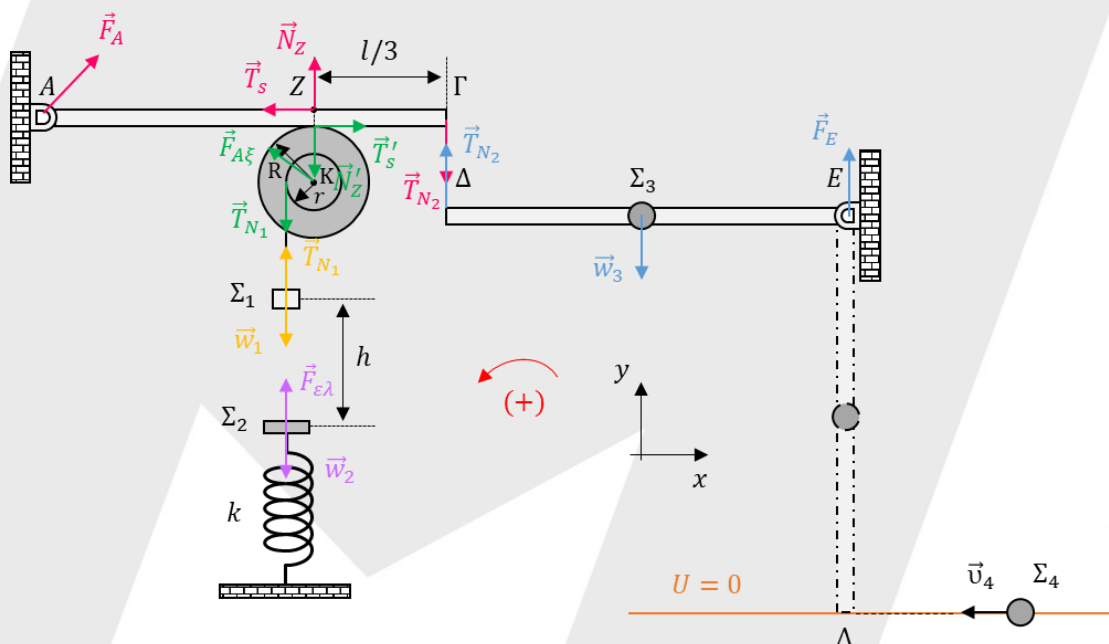
$$\Delta \geq 0 \Leftrightarrow 64 - 8P_L \geq 0 \Leftrightarrow P_L \leq 8 \text{ W} \Leftrightarrow P_{Lmax} = 8 \text{ W}$$

Τέλος θέτοντας στην (4) όπου $P_L = P_{Lmax}$ προκύπτει:

$$i = 2 \text{ A}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Αρχικά σημειώνουμε τις δυνάμεις στο σχήμα:



ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Για τη ράβδο ΔΕ:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(E)} = 0 \Leftrightarrow \vec{\tau}_{T_{N_2}} + \vec{\tau}_{w_3} = 0 \Leftrightarrow -T_{N_2}l + w_3 \frac{l}{2} = 0 \Leftrightarrow T_{N_2} = \frac{w_3}{2} \Leftrightarrow T_{N_2} = 5 \text{ N}$$

Για τη ράβδο ΑΓ:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(A)} = 0 \Leftrightarrow \vec{\tau}_{T_{N_2}} + \vec{\tau}_{N_Z} = 0 \Leftrightarrow -T_{N_2}l + N_Z \frac{2l}{3} = 0 \Leftrightarrow N_Z = \frac{3T_{N_2}}{2} \Leftrightarrow N_Z = \frac{15}{2} \text{ N}$$

και:

$$T_s = T_{s(max)} = \mu_s N_Z = \frac{2}{3} \cdot \frac{15}{2} = 5 \text{ N}$$

Για την τροχαλία:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(K)} = 0 \Leftrightarrow \vec{\tau}_{T_{N_1}} + \vec{\tau}_{T'_s} = 0 \Leftrightarrow T_{N_1}r - T'_s R = 0 \Leftrightarrow T_{N_1} = 2T_s \Leftrightarrow T_{N_1} = 10 \text{ N}$$

Για το σώμα Σ₁:

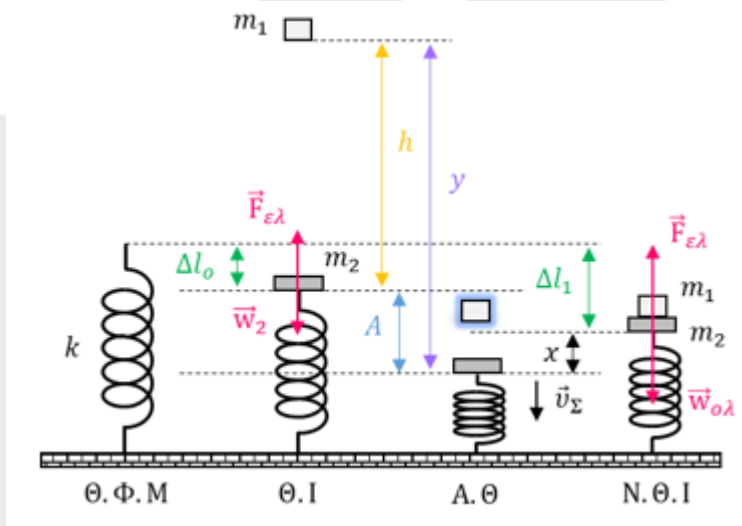
$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow T_{N_1} - w_1 = 0 \Leftrightarrow w_1 = T_{N_1} \Leftrightarrow m_1 g = T_{N_1} \Leftrightarrow m_1 = \frac{T_{N_1}}{g} \Leftrightarrow m_1 = 1 \text{ kg}$$

Δ2. Στη θέση Ισορροπίας:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow F_{ελ} - w_2 = 0 \Leftrightarrow F_{ελ} = w_2 \Leftrightarrow k \Delta l_o = m_2 g \Leftrightarrow \Delta l_o = 0,1 \text{ m}$$

και:

$$E_{\piροφ} = E_T = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow A = 0,2 \text{ m}$$



Η κρούση γίνεται στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης του σώματος m_2 , άρα η απόσταση που διανύει το σώμα m_1 είναι:

$$y = A + h \Rightarrow y = 0,8 \text{ m}$$

Το σώμα m_1 εκτελεί ελεύθερη πτώση, άρα:

$$y = \frac{1}{2} g t_1^2 \Leftrightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2y}{g}} \Leftrightarrow t_1 = 0,4 \text{ s}$$

Η ταχύτητα που έχει τη στιγμή της κρούσης είναι:

$$v_1 = g t_1 \Leftrightarrow v_1 = 4 \text{ m/s}$$

Εφαρμόζοντας αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$$\vec{P}_{ολ(αρχ)} = \vec{P}_{ολ(τελ)} \Leftrightarrow v_{\Sigma} = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} \Leftrightarrow v_{\Sigma} = 2 \text{ m/s}$$

Δ3. Στη Νέα Θέση Ισορροπίας:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} - w_{o\lambda} = 0 \Leftrightarrow F_{\varepsilon\lambda} = w_{o\lambda} \Leftrightarrow k\Delta l_1 = (m_1 + m_2)g \Leftrightarrow \Delta l_1 = 0,2 \text{ m}$$

Η θέση της κρούσης απέχει από τη νέα θέση ισορροπίας του συσσωματώματος απόσταση $x = 0,1 \text{ m}$.

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας της ταλάντωσης σε αυτή τη θέση έχουμε:

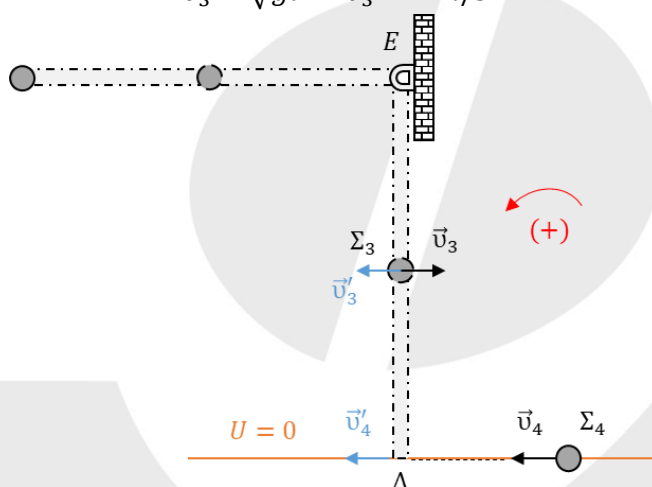
$$K + U_T = E_T \Leftrightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_{\Sigma}^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA_{\Sigma}^2 \Leftrightarrow A_{\Sigma}^2 = \frac{(m_1 + m_2)v_{\Sigma}^2}{k} + x^2 \Leftrightarrow A_{\Sigma} = 0,3 \text{ m}$$

Δ4. Εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας για το σύστημα ράβδος ΔΕ-σώμα Σ_3 :

$$K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda} \Leftrightarrow$$

$$m_3gl = \frac{1}{2}m_3v_3^2 + m_3g\frac{l}{2} \Leftrightarrow$$

$$v_3 = \sqrt{gl} \Leftrightarrow v_3 = 4 \text{ m/s}$$



Κατά την κρούση της ράβδου ΔΕ με το Σ_4 εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της στροφορμής:

$$\vec{L}_{o\lambda(\alpha\rho\chi)} = \vec{L}_{o\lambda(\tau\epsilon\lambda)} \Leftrightarrow \vec{L}_3 + \vec{L}_4 = \vec{L}_3' + \vec{L}_4' \Leftrightarrow$$

$$m_3v_3\frac{l}{2} - m_4v_4l = -m_3v_3'\frac{l}{2} - m_4v_4'l \Leftrightarrow$$

$$m_3v_3 - 2m_4v_4 = -m_3v_3' - 2m_4v_4' \Leftrightarrow m_3v_3 - 2m_4v_4 = -m_3\omega\frac{l}{2} - 2m_4\omega l \Leftrightarrow$$

$$2m_3v_3 - 4m_4v_4 = -m_3\omega l - 4m_4\omega l \Leftrightarrow 8 - 4v_4 = -8\omega \Leftrightarrow$$

$$v_4 = 2 + 2\omega \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για το σύστημα ράβδος ΔΕ οριζόντια σαν αρχική θέση την κατακόρυφη θέση της ράβδου και σαν τελική την οριζόντια θέση της:

$$K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda} \Leftrightarrow \frac{1}{2}m_3v_3'^2 + \frac{1}{2}m_4v_4'^2 + m_3g\frac{l}{2} = m_3gl + m_4gl \Leftrightarrow$$

$$m_3v_3'^2 + m_4v_4'^2 + m_3gl = 2m_3gl + 2m_4gl \Leftrightarrow v_3'^2 + v_4'^2 = 3gl \Leftrightarrow$$

$$\omega^2\frac{l^2}{4} + \omega^2l^2 = 3gl \Leftrightarrow \omega^2l + 4\omega^2l = 12g \Leftrightarrow \omega^2 = \frac{12g}{5l} \Leftrightarrow \omega^2 = \frac{12g}{5l} \Leftrightarrow$$

$$\omega = \sqrt{15} = 4 \text{ rad/s}$$

Τέλος από την (1) παίρνουμε: $v_4 = 10 \text{ m/s}$.

Ευχόμαστε καλή δύναμη & επιτυχία!