



ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

Α1. Μετωπική ονομάζεται η κρούση στην οποία:

- α) οι ταχύτητες των κέντρων μάζας των σωμάτων που συγκρούονται είναι παράλληλες
- β) οι ταχύτητες των σωμάτων βρίσκονται σε τυχαίες διευθύνσεις
- γ) τα σώματα που συγκρούονται κινούνται μετά την κρούση με ταχύτητες κάθετες μεταξύ τους
- δ) τα διανύσματα των ταχυτήτων των κέντρων μάζας των σωμάτων που συγκρούονται βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία.

Μονάδες 5

Α2. Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, η συχνότητα κατωφλίου:

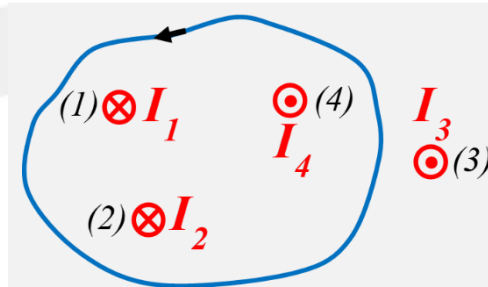
- α) είναι ίδια για όλα τα μέταλλα
- β) είναι ανεξάρτητη από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας
- γ) είναι ανάλογη της συχνότητας της προσπίπτουσας ακτινοβολίας
- δ) είναι ανάλογη του μήκους κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας

Μονάδες 5

Α3. Στο ακόλουθο σχήμα φαίνεται η οριζόντια τομή τεσσάρων ευθύγραμμων αγωγών (1), (2), (3) και (4) οι οποίοι τέμνουν κάθετα το επίπεδο της σελίδας και διαρρέονται από σταθερά ρεύματα έντασης $I_1 = 3I$, $I_2 = 2I$, $I_3 = 5I$, $I_4 = I$.

Αν μ_0 είναι η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, τότε το άθροισμα των γινομένων $\Sigma B\ell \sin\theta$ κατά μήκος της κλειστής διαδρομής του σχήματος ισούται με:

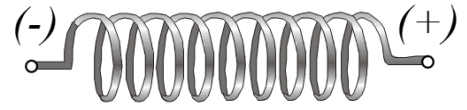
- α) $\mu_0 I$
- β) μηδέν
- γ) $6\mu_0 I$
- δ) $4\mu_0 I$



Μονάδες 5



A4. Στο πηνίο του διπλανού σχήματος αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από αυτεπαγωγή με την πολικότητα που δείχνει το σχήμα. Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα που:



- α) έχει σταθερή ένταση και φορά προς τα αριστερά
- β) έχει φορά προς τα δεξιά και η έντασή του αυξάνεται
- γ) έχει φορά προς τα δεξιά και η έντασή του μειώνεται
- δ) έχει φορά προς τα αριστερά και η έντασή του μειώνεται

Μονάδες 5

A5. Να γράψετε στο τετράδιο σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη Σωστό, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη Λάθος, για τη λανθασμένη.

- α) Με τη βοήθεια του πειράματος του *Thomson* μετρήθηκε το πηλίκο του φορτίου προς τη μάζα του ηλεκτρονίου.
- β) Η ύπαρξη φωτονίων επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τον *Planck*.
- γ) Στη φύση τα κυματικά φαινόμενα που παρατηρούνται, είναι συνήθως, σύνθετα και κάθε σύνθετο κύμα μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα υπέρθεσης ενός αριθμού αρμονικών κυμάτων, με επιλεγμένα πλάτη και μήκη κύματος.
- δ) Στην απλή αρμονική ταλάντωση το έργο της δύναμης επαναφοράς ισούται πάντα με το έργο της δύναμης του ελατηρίου.
- ε) Κατά μήκος μιας χορδής όπου δημιουργείται στάσιμο κύμα, όλα τα σημεία που ταλαντώνονται αποκτούν ταυτόχρονα τη μέγιστη ταχύτητά τους.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Στην κάθοδο μιας πειραματικής συσκευής μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου προσπίπτει μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος λ η οποία προκαλεί την απελευθέρωση των ηλεκτρονίων με κινητική ενέργεια K . Αν μειώσουμε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας ώστε να μεταβληθεί η ισχύς της κατά 40% παρατηρούμε ότι η κινητική ενέργεια των εκπεμπόμενων φωτοηλεκτρονίων αυξάνεται κατά 80%. Το έργο εξαγωγής του μετάλλου είναι ίσο με:

- α) K
- β) $2K$
- γ) $\frac{K}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

B2. Σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 \cdot e^{-(\ln 2) \cdot t}$. Μετά από 10 ταλαντώσεις το ποσοστό μείωσης της αρχικής ενέργειας της ταλάντωσης είναι 75%.



A. Το πλάτος της ταλάντωσης μετά από 10 ταλαντώσεις είναι:

α) $\frac{A_0}{8}$

β) $\frac{A_0}{4}$

γ) $\frac{A_0}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 3

B. Η περίοδος της ταλάντωσης είναι:

α) 0,1s

β) 0,2s

γ) 0,4s

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 3

B3. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου που ταυτίζεται με τον θετικό ημιάξονα

Ox διαδίδεται προς την θετική κατεύθυνση του άξονα ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους $A = 0,2m$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το υλικό σημείο (O) που βρίσκεται στην αρχή του ημιάξονα αρχίζει να ταλαντώνεται ξεκινώντας από τη θέση ισορροπίας του κινούμενο προς τα θετικά.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης της ταλάντωσης ενός υλικού σημείου (K) του γραμμικού ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση $x_{(K)} = +2m$ σε συνάρτηση με το χρόνο. Τη χρονική στιγμή t_1 που το κύμα φτάνει σ' ένα σημείο (Λ) που βρίσκεται δεξιότερα κατά $0,7m$ από το (K), η απόσταση που έχει διανύσει συνολικά το σημείο (K) κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής του είναι:

α) 0,6m

β) 1m

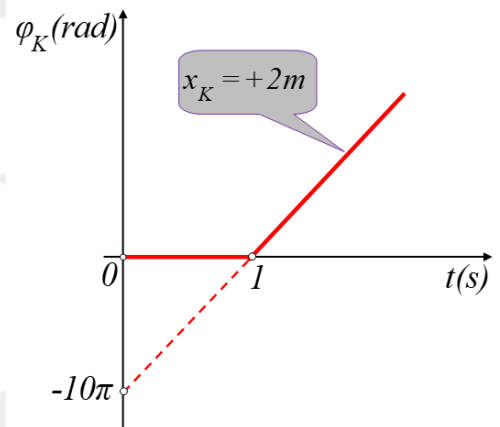
γ) 1,4m

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7



ΘΕΜΑ Γ

Οι κατακόρυφοι, μεγάλου μήκους μεταλλικοί αγωγοί Ax και Γy του διπλανού σχήματος απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1\text{ m}$ και έχουν αμελητέα αντίσταση. Τα άκρα (A) , (Γ) συνδέονται με συρμάτινο κυκλικό πλαίσιο ακτίνας $a = 2\pi\text{ cm}$ και ωμικής αντίστασης $R_2 = 4\ \Omega$. Οι κατακόρυφοι αγωγοί συνδέονται μέσω διακόπτη δ_1 με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής που έχει Η.Ε.Δ E και εσωτερική αντίσταση $r = 1\ \Omega$ και μέσω διακόπτη δ_2 με έναν ευθύγραμμο μεταλλικό αγωγό $K\Lambda$ μάζας $m = 0,1\text{ kg}$ ωμικής αντίστασης $R_1 = 4\ \Omega$ ο οποίος συγκρατείται ακίνητος μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B_1 = 1\text{ T}$ το οποίο έχει κατεύθυνση από από τον αναγνώστη προς την σελίδα.

Την χρονική στιγμή $t = 0$ κλείνουμε τους διακόπτες δ_1 και δ_2 ο μεταλλικός αγωγός $K\Lambda$ αφήνεται ελεύθερος και συνεχίζει να ισορροπεί με την επίδραση του βάρους του και την δύναμη που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_1 .

Γ1. i) Να αποδείξετε ότι η ηλεκτρεγερτική δύναμη (Η.Ε.Δ) της πηγής ισούται με $E = 6\text{ V}$.

ii) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του συρμάτινου κυκλικού πλαισίου.

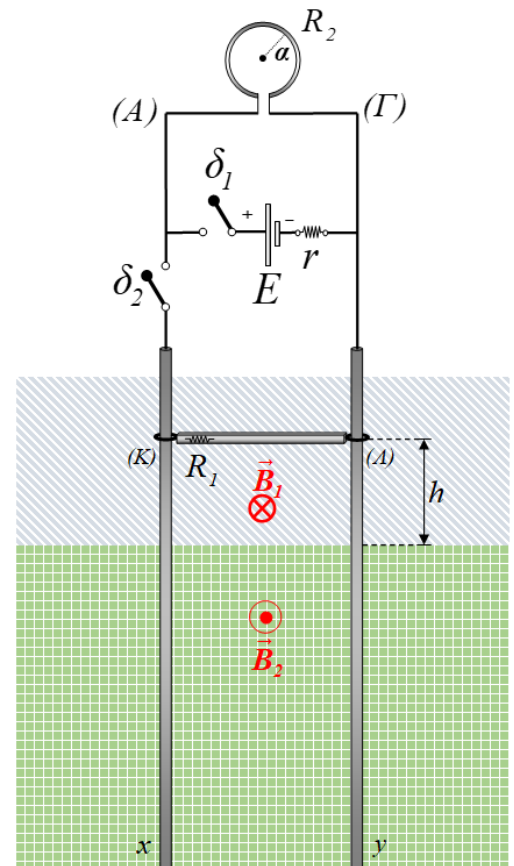
Κάποια χρονική στιγμή ανοίγουμε ταυτόχρονα τους διακόπτες δ_1, δ_2 και ο μεταλλικός αγωγός $K\Lambda$ αρχίζει να κινείται χωρίς τριβές κατά μήκος των αγωγών Ax και Γy , παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος και σε επαφή με αυτούς.

Μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,2\text{ s}$ κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 και τη στιγμή αυτή ο αγωγός εισέρχεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B_2 = 2\text{ T}$, το οποίο έχει κατεύθυνση από την σελίδα προς τον αναγνώστη.

Γ2. i) Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία ο αγωγός $K\Lambda$ εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 .

ii) Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του αγωγού $K\Lambda$ αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη δ_2 .

Γ3. Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα του αγωγού $K\Lambda$ (μονάδες 4) καθώς και την θερμική ισχύ που καταναλώνει ο αγωγός κατά την κίνησή του στο ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B}_2 (μονάδες 2).



Μονάδες 4

Μονάδες 2

Μονάδες 2

Μονάδες 4

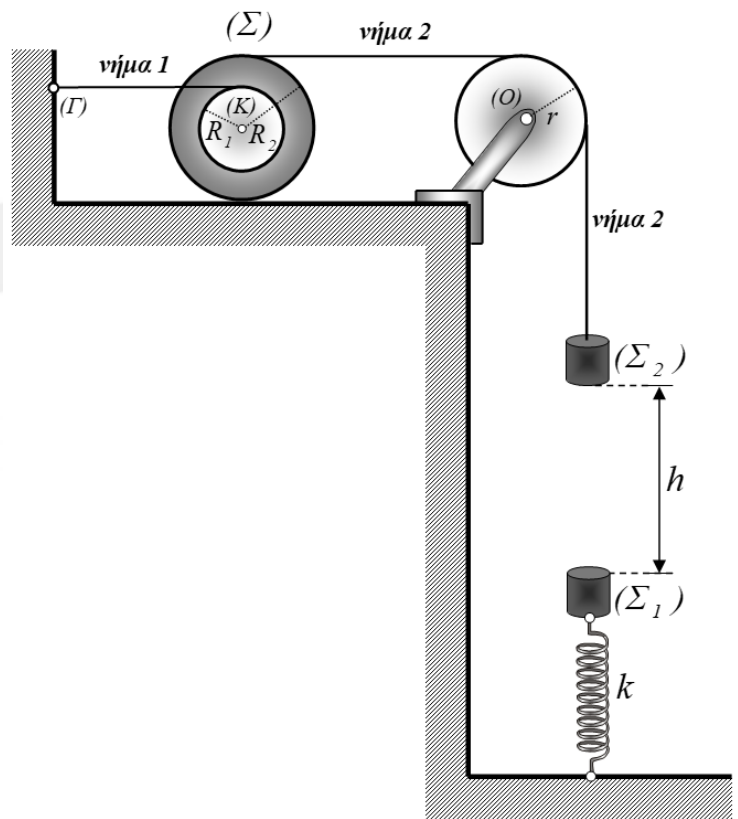
Μονάδες 6

Γ4. Να υπολογιστεί η θερμότητα που εκλύεται λόγω φαινομένου *joule* στο κυκλικό συρμάτινο πλαίσιο όταν το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από την διατομή του αγωγού ΚΛ ισούται με $1C$ κατά την κίνησή του στο ομογενές μαγνητικό πεδίο \vec{B}_2 .

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Στερεό (Σ) αποτελείται από δύο ομογενείς ομοαξονικούς δίσκους που έχουν ακτίνες R_1 και $R_2 = 2R_1$. Στον δίσκο ακτίνας R_1 είναι τυλιγμένο πολλές φορές στην περιφέρειά του αβαρές και μη εκτατό νήμα (1) μεγάλου μήκους το οποίο καταλήγει σε σημείο (Γ) κατακόρυφου τοίχου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Στον δίσκο ακτίνας R_2 είναι τυλιγμένο πολλές φορές στην περιφέρειά του αβαρές και μη εκτατό νήμα (2) μεγάλου μήκους το οποίο καταλήγει στην περιφέρεια τροχαλίας που έχει ακτίνα r η οποία μπορεί να στέφεται χωρίς τριβές ως προς το κέντρο της (O) με τη βοήθεια ακλόνητου άξονα. Στο άλλο άκρο του νήματος 2, έχουμε δέσει σώμα (Σ_2) μάζας $m_2 = 3kg$. Το σύστημα του στερεού, της τροχαλίας και του σώματος (Σ_2) αρχικά ισορροπεί. Σε κατακόρυφη απόσταση $h = \frac{8}{9}m$ από το (Σ_2), ισορροπεί σώμα (Σ_1) μάζας $m_1 = 1kg$ το οποίο είναι στερεωμένο στη μία άκρη ενός κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ η άλλη άκρη του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένη στο δάπεδο.



Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται το στερεό από το νήμα (1).

Μονάδες 6

Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε το νήμα που συνδέει το σώμα (Σ_2) με την τροχαλία και μετά από λίγο συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με το σώμα (Σ_1). Το συσσωμάτωμα που προκύπτει αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας που θα αποκτήσει το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6



Δ3. Να βρείτε το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το συσσωμάτωμα μετά την κρούση.

Μονάδες 8

Δ4. Να υπολογίσετε την δυναμική ενέργεια το ελατηρίου τη χρονική στιγμή που το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται για πρώτη φορά μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. → δ)

A2. → β)

A3. → δ)

A4. → γ)

A5. α) → Σ

β) → Λ

γ) → Σ

δ) → Λ

ε) → Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση το α)

Δικαιολόγηση

Ισχύει:

$$P = \frac{Nhf}{t} \text{ ή } P = \frac{Nhc}{\lambda t} \quad (1)$$

Το μήκος κύματος μειώνεται άρα από τη σχέση (1) προκύπτει ότι η ισχύς αυξάνεται κατά 40% αρά και η συχνότητα αυξάνεται κατά 40%.

Αρχικά ισχύει:

$$K = hf - \varphi \quad (1)$$

Τελικά ισχύει:

$$1,8K = 1,4hf - \varphi \quad (1)$$

Από τις σχέσεις (1), (2) έχουμε:

$$\varphi = K$$

B2. Α. Σωστή απάντηση είναι το γ)

Δικαιολόγηση

$$E_{10} = E_0 - 75\%E_0 = 25\%E_0 = \frac{E_0}{4} \Rightarrow \frac{1}{2}DA_{10}^2 = \frac{\frac{1}{2}DA_0^2}{4} \Rightarrow A_{10}^2 = \frac{A_0^2}{4} \Rightarrow A_{10} = \frac{A_0}{2}$$

B. Σωστή απάντηση είναι το α)

Δικαιολόγηση

$$A_{10} = A_0 \cdot e^{-(\ln 2) \cdot 10T} \Rightarrow \frac{A_0}{2} = A_0 \cdot e^{-(\ln 2) \cdot 10T} \Rightarrow e^{-(\ln 2) \cdot 10T} = \frac{1}{2} \Rightarrow -(\ln 2) \cdot 10T = -(\ln 2) \Rightarrow T = 0,1s$$



B3. Σωστή απάντηση το γ)

Δικαιολόγηση

Η φάση του σημείου (K) σε συνάρτηση με το χρόνο είναι

$$\varphi_{(K)} = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_{(K)}}{\lambda} \right) = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_{(K)}}{\lambda} \xrightarrow{x_{(K)}=+2m} \varphi_{(K)} = \frac{2\pi t}{T} - \frac{4\pi}{\lambda} \quad (1)$$

Από το διάγραμμα προκύπτει:

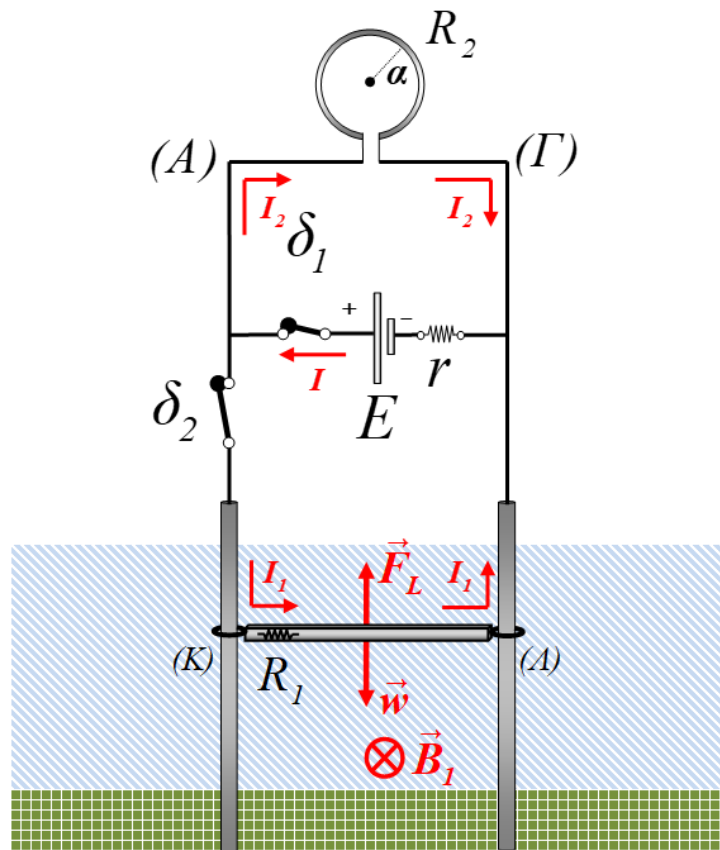
$$(1) \xrightarrow{t=0, \varphi_{(K)}=-10\pi} -10\pi = -\frac{4\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 0,4m$$

$$(1) \xrightarrow{t=1s, \varphi_{(K)}=0} 0 = \frac{2\pi \cdot 1}{T} - \frac{4\pi}{0,4} \Rightarrow T = 0,2s$$

Το σημείο (Λ) βρίσκεται δεξιάτερο κατά $0,7m$ από το (K) δηλαδή κατά απόσταση $\lambda + \frac{3\lambda}{4} = \frac{7\lambda}{4}$. Άρα το χρονικό διάστημα που χρειάζεται το κύμα για να πάει από το (K) στο (Λ) είναι $T + \frac{3T}{4} = \frac{7T}{4}$ οπότε το (K) θα έχει διανύσει απόσταση $4A + 3A = 7A = 1,4m$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



ι) Όταν κλείσουν οι διακόπτες ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης I_1 . Ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, οπότε ασκείται σε αυτόν δύναμη Laplace την κατεύθυνση της οποίας την προσδιορίζουμε με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Ο αγωγός ισορροπεί άρα:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_L + \vec{w} = 0 \Rightarrow F_L - w = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BI_1 \ell = mg \Rightarrow I_1 = 1 \text{ A}$$

Οι αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι παράλληλα συνδεδεμένες οπότε ισχύει:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = 1 \text{ A}$$

Από τον 1^ο κανόνα Kirchhoff ισχύει $I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$

Σύμφωνα με τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα ισχύει $I = \frac{E}{R_{ολ}} \Rightarrow E = I \cdot$

$$\left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r \right) \Rightarrow$$

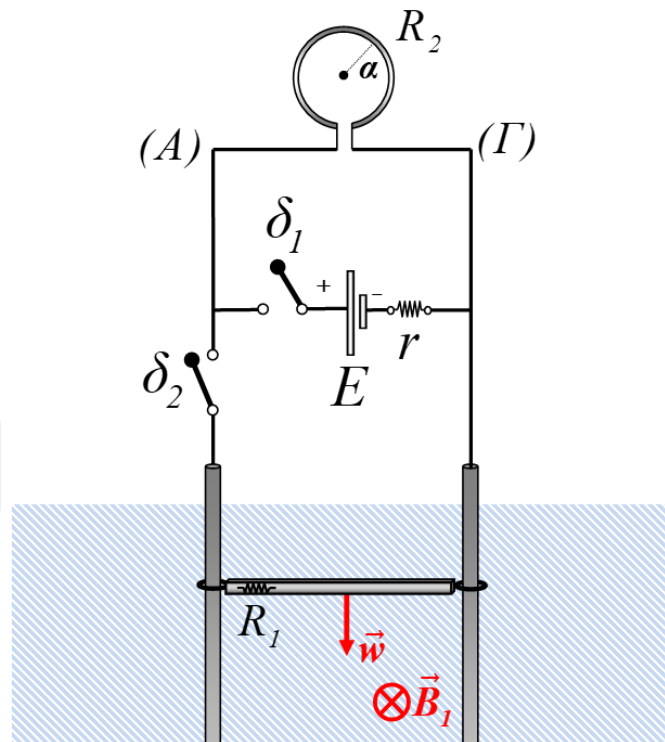
$$\boxed{E = 6 \text{ V}}$$

ii) Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού είναι:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi I_2}{a} \Rightarrow \boxed{B = 10^{-5} \text{ T}}$$

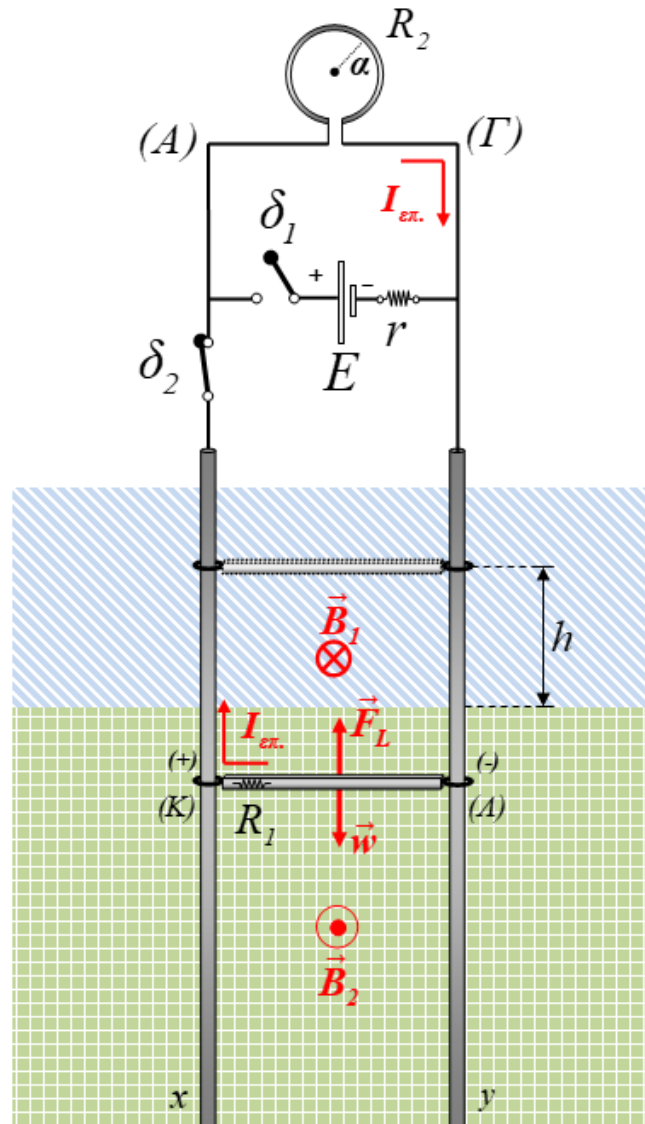
Γ2. i) Τη στιγμή που ανοίγουν και οι δύο διακόπτες ο αγωγός αρχίζει να κινείται μόνο με την επίδραση του βάρους του και πραγματοποιεί ελεύθερη πτώση μέχρι την στιγμή που εισέρχεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 . Η ταχύτητά του την στιγμή που εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο ισούται με:

$$v = g\Delta t \Rightarrow \boxed{v = 2 \text{ m/s}}$$





ii) Την χρονική στιγμή που κλείνει ο διακόπτης δ_2 εξαιτίας της κίνησης του αγωγού $ΚΛ$ στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή $E_{\varepsilon\pi} = Bv\ell$, το κύκλωμα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα $I_{\varepsilon\pi}$ και στον αγωγό ασκείται δύναμη *Laplace* η οποία από τον κανόνα του *Lenz* αντιτίθεται στην κίνηση του.



Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στον αγωγό $ΚΛ$ την χρονική στιγμή που εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 ισούται με:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_L + \vec{w} \text{ ή } \Sigma F = F_L + w = mg - B_2 I_{\varepsilon\pi} \ell = mg - B_2 \frac{B_2 v \ell}{R_1 + R_2} \ell = 0.$$

Άρα ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα $v = 2 \text{ m/s}$

Γ3. Η τάση του αγωγού $ΚΛ$ ισούται με:

$$V_{ΚΛ} = I_{\varepsilon\pi} R_2 \Rightarrow V_{ΚΛ} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1 + R_2} R_2 \Rightarrow V_{ΚΛ} = \frac{B_2 v \ell}{R_1 + R_2} R_2 \Rightarrow \boxed{V_{ΚΛ} = 2 \text{ V}}$$



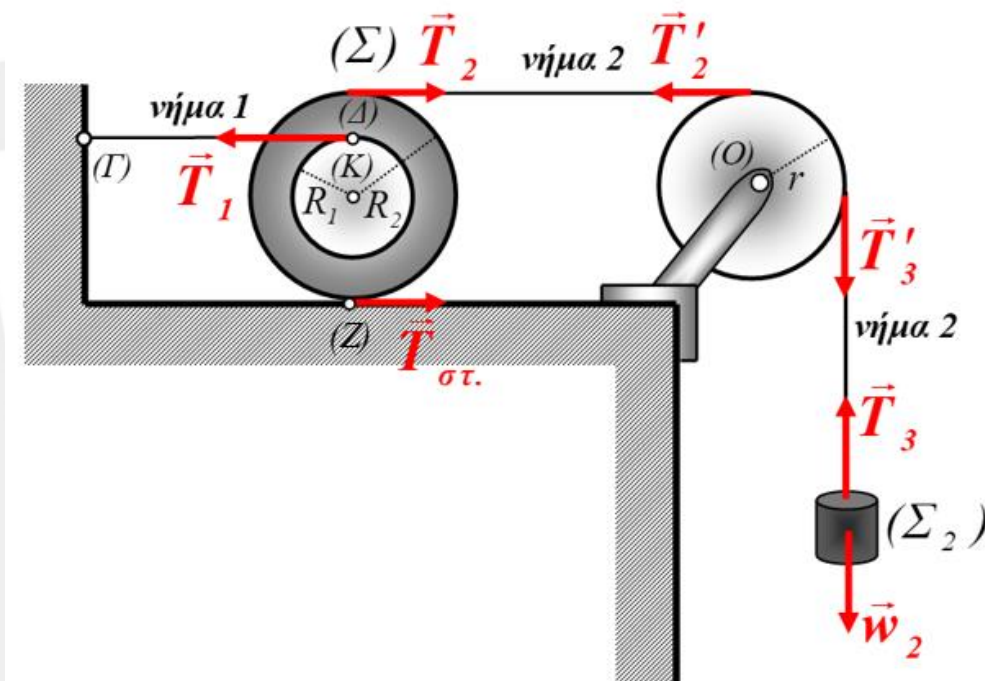
Η θερμική ισχύ που καταναλώνει ο αγωγός κατά την κίνησή του στο μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 ισούται με: $P_\theta = I_{\varepsilon\pi}^2 R_1 \Rightarrow P_\theta = \left(\frac{B_2 v \ell}{R_1 + R_2}\right)^2 R_1 \Rightarrow \boxed{P_\theta = 1 \text{ W}}$

Γ4. Για το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από την διατομή του αγωγού ΚΛ ισχύει $q_{\varepsilon\pi} = I_{\varepsilon\pi} \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{q_{\varepsilon\pi}}{I_{\varepsilon\pi}} \Rightarrow \Delta t = \frac{q_{\varepsilon\pi}}{\frac{B_2 v \ell}{R_1 + R_2}} \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s}$.

Η θερμότητα που εκλύεται λόγω φαινομένου *joule* στο κυκλικό συρμάτινο πλαίσιο είναι $Q = I_{\varepsilon\pi}^2 R_2 \Delta t \Rightarrow Q = \left(\frac{B_2 v \ell}{R_1 + R_2}\right)^2 R_2 \Delta t \Rightarrow \boxed{Q = 2 \text{ J}}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Στο παραπάνω σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις που δέχεται το στερεό, η τροχαλία και το σώμα (Σ_2).

Αφού το σώμα ισορροπεί, πρέπει:

$$\Sigma F_2 = 0 \Rightarrow T_3 = m_2 g \Rightarrow T_3 = 30 \text{ N}$$

Επειδή το νήμα είναι αβαρές έχουμε $T'_3 = T_3 = 30 \text{ N}$.

Η τροχαλία ισορροπεί οπότε θα πρέπει η συνισταμένη των ροπών ως προς το κέντρο της (O) να κάνει μηδέν. Έχουμε:

$$\Sigma \tau_{(O)} = 0 \Rightarrow T'_2 \cdot r = T'_3 \cdot r \Rightarrow T'_2 = T'_3 \Rightarrow T'_2 = 30 \text{ N}$$

Επειδή το νήμα είναι αβαρές έχουμε $T_2 = T'_2 = 30 \text{ N}$.

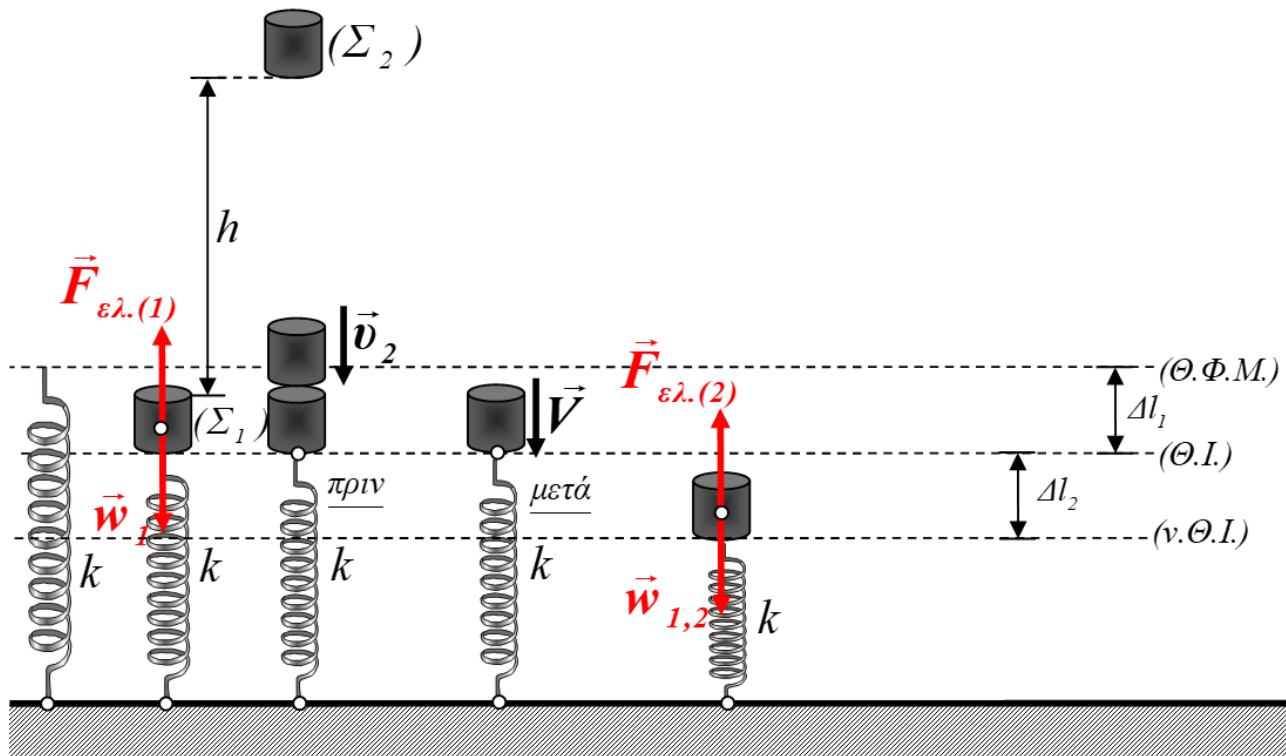


Το στερεό ισορροπεί οπότε η συνισταμένη των ροπών ως προς οποιοδήποτε σημείο του να κάνει μηδέν, άρα και ως προς το σημείο (Z). Έχουμε:

$$\Sigma \tau_{(Z)} = 0 \Rightarrow T_1 \cdot (R_1 + R_2) = T_2 \cdot 2R_2 \Rightarrow T_1 \cdot 3R_1 = T_2 \cdot 4R_1 \Rightarrow 3T_1 = 4T_2 \Rightarrow$$

$$\boxed{T_1 = 40N}$$

Δ2.



Για την κίνηση του σώματος (Σ_2) από τη στιγμή που κόβουμε το νήμα και μέχρι την πλαστική του κρούση με το σώμα (Σ_1), εφαρμόζουμε το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας.

$$\Delta K = \Sigma W_F \Rightarrow K_{τελ.} - K_{αρχ.} = W_{w_1} \Rightarrow \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - 0 = m_2 g h \Rightarrow$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} \Rightarrow v_2 = \frac{4\sqrt{10}}{3} m/s$$

Τα σώματα Σ_2 και Σ_1 συγκρούονται κεντρικά και πλαστικά. Σύμφωνα με την Αρχή Διατήρησης της Ορμής ισχύει:

$$\vec{p}_{ολ.πριν} = \vec{p}_{ολ.μετά} \Rightarrow \vec{p}_2 + \vec{p}_1 = \vec{p}_{συσ.} \Rightarrow m_2 v_2 = (m_2 + m_1) V \Rightarrow \boxed{V = \sqrt{10} m/s}$$

Δ3. Στην κατάσταση ισορροπίας του σώματος (Σ_1), έχουμε

$$(\Theta.I.): \Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{ελ.(1)} + \vec{w}_1 = 0 \Rightarrow F_{ελ.(1)} - w_1 = 0 \Rightarrow F_{ελ.(1)} = w_1 \Rightarrow$$

$$k \Delta l_1 = m_1 g \quad (1 \Rightarrow \Delta l_1 = \frac{m_1 g}{k} \Rightarrow \Delta l_1 = 0,1m$$



Για την νέα θέση ισορροπίας του συστήματος των σωμάτων (Σ_1) και (Σ_2) ισχύει:

$$\begin{aligned}(\nu. \theta. I.): \Sigma \vec{F} = 0 &\Rightarrow \vec{F}_{ελ.(2)} + \vec{w}_{1,2} = 0 \Rightarrow F_{ελ.(2)} - w_{1,2} = 0 \Rightarrow F_{ελ.(2)} = w_{1,2} \Rightarrow \\ k \cdot (\Delta l_1 + \Delta l_2) &= (m_1 + m_2)g \Rightarrow k\Delta l_1 + k\Delta l_2 = m_1g + m_2g \stackrel{(1)}{\Rightarrow} k\Delta l_2 = m_2g \Rightarrow \\ \Delta l_2 &= \frac{m_2g}{k} \Rightarrow \Delta l_2 = 0,3m\end{aligned}$$

Εφαρμόζουμε τη διατήρηση ενέργειας της ταλάντωσης (Α.Δ.Ε.Τ.) για την θέση που γίνεται η κρούση η οποία απέχει από την νέα θέση ισορροπίας του συστήματος των σωμάτων (Σ_1) και (Σ_2) απόσταση $\Delta l_2 = 0,3m$.

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 + \frac{1}{2}k\Delta l_2^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2)V^2 + k\Delta l_2^2}{k}} \Rightarrow$$

$$\boxed{A = 0,7m}$$

Δ4. Το συσσωμάτωμα θα ακινητοποιηθεί για πρώτη φορά μετά την κρούση στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσής του. Στη θέση αυτή η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου θα είναι:

$$U_{ελ.} = \frac{1}{2}k(A + \Delta l_1 + \Delta l_2)^2 \Rightarrow \boxed{U_{ελ.} = 60,5J}$$

**Από το Φυσικό Τμήμα των φροντιστηρίων
Πουκαμισάς Ηρακλείου και Γαζίου συνεργάστηκαν:
Ν. Αστρινάκης, Κ. Παπαδάκης,
Κ. Παρασύρης, Γ. Πρασιανάκης**