

ΘΕΜΑ 4

Η εξίσωση της ταχύτητας ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή δίνεται από την σχέση

$$v = 4\pi \sin(10\pi t) \text{ στο S.I.}$$

4.1. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης και την περίοδο ταλάντωσης του ταλαντωτή.

Μονάδες 6

4.2. Να γράψετε την εξίσωση επιτάχυνσης για τον απλό αρμονικό ταλαντωτή.

Μονάδες 6

4.3. Αν ο ταλαντωτής έχει μάζα $m = 200\text{g}$, να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της δύναμης επαναφοράς σε συνάρτηση με την απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας.

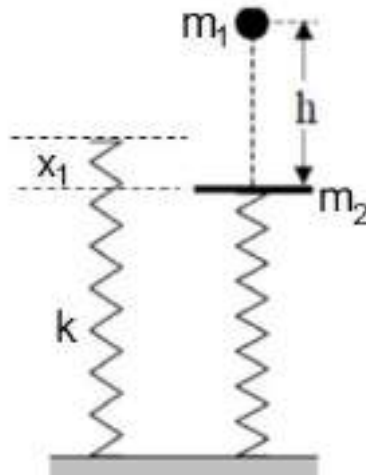
Μονάδες 7

4.4. Μετά από αρκετό χρόνο επεμβαίνει στο σύστημα ένα εξωτερικό αίτιο, το οποίο ασκεί δύναμη της μορφής $F = F_0 \sin(20\pi t)$ στο S.I. Να βρείτε την περίοδο ταλάντωσης του συστήματος και να εξετάσετε αν το σύστημα θα βρεθεί σε συντονισμό. Δίνεται $\pi^2 \approx 10$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Σώμα μάζας $m_1 = 1\text{ kg}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 5\text{ m}$ πάνω σε δίσκο μάζας $m_2 = 4\text{ kg}$, ο οποίος ισορροπεί σε κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Η κρούση θεωρείται μετωπική και ελαστική και η διάταξη απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Αν είναι γνωστό ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα, να βρείτε:



4.1. το μέτρο της ταχύτητας v_1 με την οποία το σώμα προσκρούει στον δίσκο.

Μονάδες 5

4.2. τις ταχύτητες του σώματος και του δίσκου αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 6

4.3. την μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου.

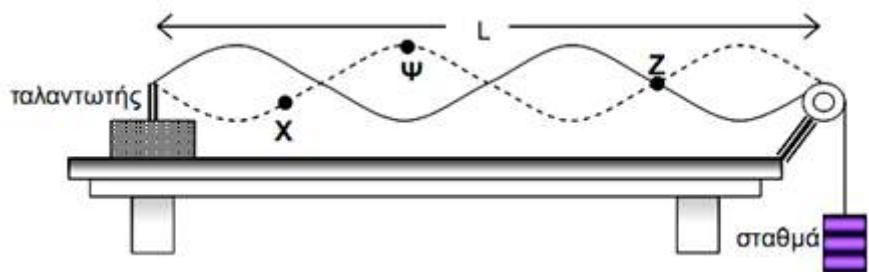
Μονάδες 8

4.4. την εξίσωση απομάκρυνσης για την απλή αρμονική ταλάντωση του δίσκου και να την αποδώσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq T$, όπου T είναι η περίοδος ταλάντωσης του δίσκου. (Να θεωρήσετε θετική φορά προς τα κάτω και ότι αμέσως μετά την κρούση το σώμα απομακρύνεται και δεν συγκρούεται ξανά με τον δίσκο).

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Για τη μελέτη των στάσιμων κυμάτων κατά μήκος τεντωμένης χορδής δημιουργήθηκε στο εργαστήριο η πειραματική διάταξη του παρακάτω σχήματος. Αποτελείται από έναν ταλαντωτή, μία τροχαλία, μία αβαρή ελαστική χορδή και διάφορα σταθμά. Ο ταλαντωτής συνδέεται με μία γεννήτρια συχνοτήτων. Όταν η χορδή ηρεμεί έχει μήκος $L = 1,6 \text{ m}$. Η γεννήτρια τίθεται σε λειτουργία και ρυθμίζουμε την συχνότητά της ώστε να σχηματιστεί το στάσιμο κύμα του παρακάτω σχήματος.



Τα σημεία που συνδέεται η χορδή με τον ταλαντωτή και την τροχαλία, μετά τον σχηματισμό του στάσιμου κύματος θεωρούνται ακίνητα, δηλαδή συμπεριφέρονται όπως το σημείο Z. Η μέγιστη απομάκρυνση από την θέση ισορροπίας των σημείων που βρίσκονται στις κοιλίες π.χ. το Ψ, είναι 4cm. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που χρειάζεται το σημείο X για να κινηθεί από την μία ακραία θέση ταλάντωσης στην άλλη είναι $\Delta t = 0,1 \text{ s}$.

4.1. Να βρεθεί το μήκος κύματος των αρμονικών κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα στην χορδή καθώς και η ταχύτητα διάδοσης του αρμονικού κύματος στην χορδή.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε πόσο πρέπει να μεταβληθεί η συχνότητα της γεννήτριας ώστε να σχηματιστεί στην χορδή ένα ακόμη σημείο δεσμού.

Μονάδες 6

4.3. Για την αρχική συχνότητα του ταλαντωτή να γραφεί η εξίσωση του στάσιμου κύματος του παραπάνω σχήματος, καθώς και η εξίσωση που δίνει την επιτάχυνση ταλάντωσης των μορίων της χορδής σε συνάρτηση με τον χρόνο. Θεωρούμε ως $t = 0$ τη στιγμή που όλα τα μόρια της χορδής διέρχονται από την θέση ισορροπίας τους και η ταχύτητα του σημείου στην θέση Ψ είναι $u > 0$. Ορίζουμε την θέση του σημείου Ψ ως την αρχή του οριζόντιου άξονα με $x = 0$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.

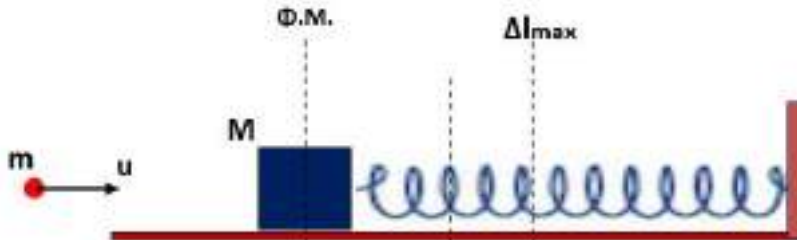
Μονάδες 6

4.4. Για την αρχική συχνότητα του ταλαντωτή να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης των μορίων της χορδής του παραπάνω σχήματος τα οποία βρίσκονται στις θέσεις των κοιλιών, όταν βρεθούν σε απομάκρυνση $y = \sqrt{7} \text{ cm}$ από την θέση ισορροπίας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα βλήμα μάζας $m = 50 \text{ g}$ κινείται οριζόντια με ταχύτητα $v = 200 \cdot \sqrt{15} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και σφηνώνεται στο κέντρο μάζας ενός ξύλου μάζας $M = 4950 \text{ g}$, το οποίο είναι ακίνητο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Το ξύλο εφάπτεται στο ένα άκρο οριζόντιου ελατηρίου που έχει το φυσικό του μήκος, σταθεράς $k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο.



Στο συσσωμάτωμα ασκείται, επίσης, δύναμη αντίστασης στην κίνησή του της μορφής $F_{\alpha v} = -0,1m_{\text{συσ}}g$.

Να υπολογίσετε:

4.1. Την ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 7

4.2. Την μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου.

Μονάδες 9

Μόλις το συσσωμάτωμα βρεθεί στη θέση μέγιστης συσπίρωσης του ελατηρίου, καταργείται η δύναμη αντίστασης και το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, με θετική φορά προς τα δεξιά.

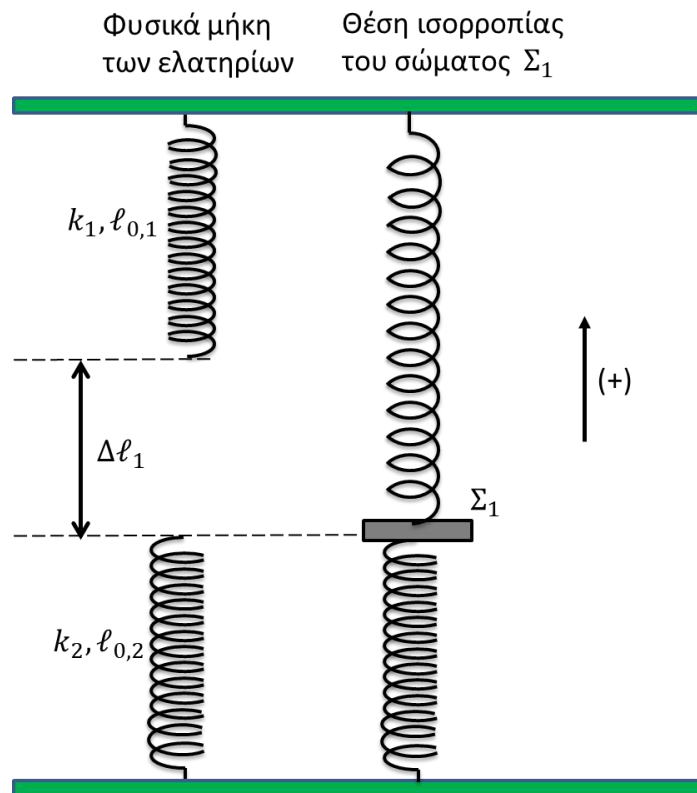
4.3. Να γράψετε τις εξισώσεις:

- i. της απομάκρυνσης ως προς τον χρόνο.
- ii. της δύναμης επαναφοράς ως προς την απομάκρυνση.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Το πάνω άκρο του κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου $k_1 = 40 \frac{N}{m}$ είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο ενώ το άλλο άκρο του είναι δεμένο στο σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1Kg$. Το κάτω άκρο του κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου $k_2 = 60 \frac{N}{m}$ είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο ενώ το άλλο άκρο του είναι δεμένο στο σώμα Σ_1 . Τα σημεία στερέωσης των δύο ελατηρίων ανήκουν στην ίδια κατακόρυφο. Στη θέση ισορροπίας του σώματος Σ_1 το ελατήριο k_1 έχει επιμήκυνση $\Delta\ell_1$ ενώ το k_2 βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Απομακρύνουμε το σώμα Σ_1 προς τα πάνω κατά $\Delta\ell_1$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο. Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.



4.1. Να αποδείξετε ότι μετά τη χρονική στιγμή t_0 το σώμα Σ_1 θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδο της.

Μονάδες 8

4.2. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του Σ_1 συναρτήσει του χρόνου και να την παραστήσετε γραφικά μέχρι τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{6\pi}{20} s$.

Μονάδες 8

Ένα σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3Kg$ βρίσκεται σε ύψος $h = 0,3 m$, πάνω από τη θέση που αφήσαμε το σώμα Σ_1 τη χρονική στιγμή t_0 . Την κατάλληλη χρονική στιγμή αφήνουμε ελεύθερο το σώμα Σ_2 να κινηθεί κατακόρυφα οπότε τη χρονική στιγμή t_1 συγκρούεται πλαστικά με το Σ_1 .

4.3. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος. Δίνεται ότι: $\sqrt{0,3625} = 0,602$

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Ένα σώμα Σ μάζας $m = 2\text{ kg}$ κρέμεται από το κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k . Το πάνω άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα σε οροφή. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του με ταχύτητα $\vec{v}_0$ κατακόρυφα προς τα πάνω. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 0,2\text{ m}$. Την προς τα πάνω κατεύθυνση λαμβάνουμε ως θετική. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{10}\text{ s}$ το σώμα περνά για πρώτη φορά μετά την εκτόξευση από τη θέση ισορροπίας του.

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

4.1. Να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης και να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του σώματος.

Μονάδες 8

4.2. Να υπολογίσετε τη σταθερά επαναφοράς D και το μέτρο της αρχικής ταχύτητας $\vec{v}_0$.

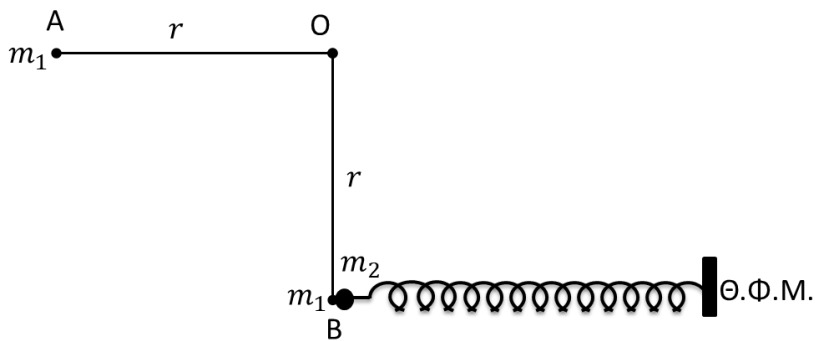
Μονάδες 7

4.3. Να γράψετε τη συνάρτηση που περιγράφει τη δύναμη που ασκεί το ελατήριο στο σώμα Σ σε σχέση με την απομάκρυνση και τη συνάρτηση που περιγράφει τη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου σε σχέση με την απομάκρυνση. Να παραστήσετε γραφικά κάθε σχέση σε αριθμημένους άξονες.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ 4

Ένα υλικό σημείο Σ_1 μάζας $m_1 = 100g$ κρέμεται από το κάτω άκρο ιδανικού νήματος μήκους $r = 0,8\text{ m}$. Το άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο σε σταθερό σημείο O. Φέρνουμε το Σ_1 στη θέση A όπου το νήμα είναι τεντωμένο και οριζόντιο και το αφήνουμε να κινηθεί. Τη στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο το υλικό σημείο Σ_1 συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με υλικό σημείο Σ_2 μάζας $m_2 = 700g$ που ηρεμούσε σε λείο οριζόντιο επίπεδο δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 70 \frac{N}{m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο. Δίνεται η επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.



4.1. Να υπολογίσετε την στροφορμή του Σ_1 ακριβώς πριν την κρούση, ως προς τον άξονα που περνά από το σημείο O και είναι κάθετος στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς του Σ_1 .

Μονάδες 8

4.2. Να υπολογίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων των Σ_1 και Σ_2 ακριβώς μετά την κρούση.

Μονάδες 8

4.3. Το Σ_2 μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε τη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου και το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να μηδενιστεί η ταχύτητα του Σ_2 για πρώτη φορά μετά την κρούση. Να υποθέσετε ότι δεν γίνεται άλλη κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Ένα νετρόνιο που κινείται με ταχύτητα μέτρου $v_n = 4 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$ κατευθύνεται προς αρχικά ακίνητο πυρήνα πρώτιου (πυρήνας 1_1H). Η κρούση των δύο σωματίων είναι κεντρική ελαστική. Αμέσως μετά την κρούση ο πυρήνας πρώτιου εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές ομογενούς μαγνητικού πεδίου με την ταχύτητα $\vec{v}_1$ που απέκτησε. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B = 1T$. Για τις μάζες του πρωτονίου και του νετρονίου να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται μαζί με τις εκφωνήσεις.

Να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο v_1 της ταχύτητας του πυρήνα πρώτιου μετά την κρούση και το ποσοστό απώλειας της κινητικής ενέργειας, $\alpha_1\%$, του νετρονίου κατά την κρούση.

Μονάδες 8

4.2. Την ακτίνα R και την περίοδο T της κυκλικής κίνησης του πυρήνα πρώτιου μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 8

4.3. Το μέτρο της στροφορμής του πυρήνα πρώτιου κατά την κίνησή του μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο, ως προς τον άξονα που περνά από το κέντρο O της κυκλικής του τροχιάς και είναι κάθετος σε αυτήν.

Μονάδες 4

Αν το νετρόνιο που κινείται με ταχύτητα $\vec{v}_n$ κατευθύνεται προς αρχικά ακίνητο πυρήνα τρίτιου (πυρήνας 3_1H) και η κρούση των δύο σωματίων είναι κεντρική ελαστική να υπολογίσετε:

4.4. Το μέτρο v_n'' της ταχύτητας του νετρονίου αμέσως μετά την κρούση και το ποσοστό απώλειας, $\alpha_2\%$, της κινητικής ενέργειας του νετρονίου κατά την κρούση.

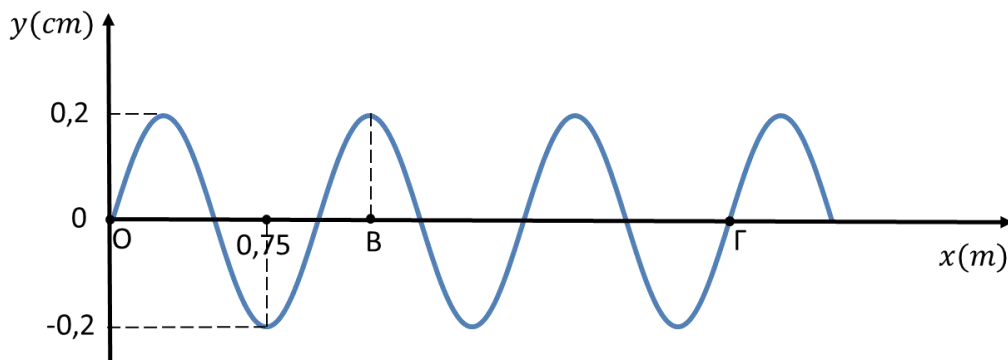
Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Το σημείο Ο ενός γραμμικού ελαστικού μέσου αποτελεί πηγή αρμονικής διαταραχής και αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σύμφωνα με την εξίσωση:

$$y = A \cdot \eta\mu 10\pi t \text{ (SI)}$$

Το στιγμιότυπο του κύματος που διαδίδεται στο γραμμικό ελαστικό μέσο, τη χρονική στιγμή t_1 φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



4.1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης των σημείων Β και Γ τη χρονική στιγμή t_1 . Να εξηγήσετε αν η διαφορά φάσης των σημείων Β και Γ εξαρτάται από τη χρονική στιγμή υπολογισμού της.

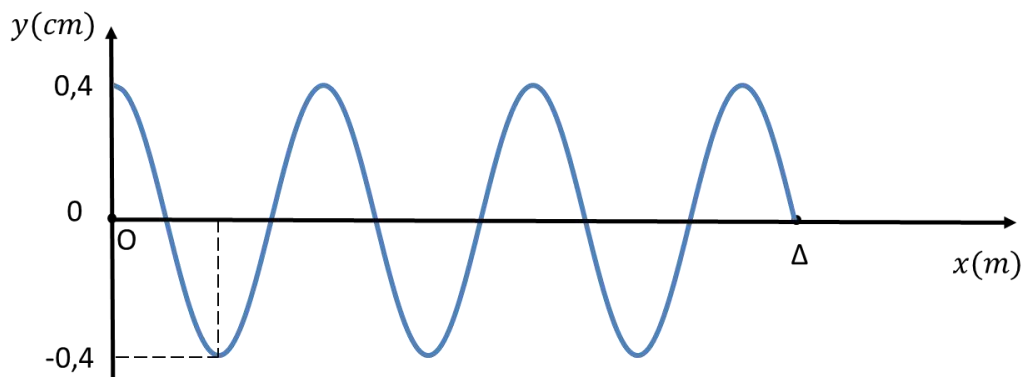
Μονάδες 6

4.3. Να παραστήσετε γραφικά σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του σημείου Β συναρτήσει του χρόνου μέχρι τη χρονική στιγμή $t = \frac{10}{20} \text{ s}$.

Μονάδες 6

Σε ένα όμοιο γραμμικό ελαστικό μέσο μήκους L , ένα αρμονικό κύμα πλάτους A και συχνότητας $f = 5 \text{ Hz}$ που διαδίδεται κατά τη θετική φορά, συμβάλει με ένα αρμονικό κύμα ίδιου πλάτους και συχνότητας που διαδίδεται κατά την αντίθετη φορά. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αποκαθίσταται στάσιμο κύμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο. Το στιγμιότυπο του στάσιμου

κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,85s$, κατά την οποία όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου έχουν μηδενική ταχύτητα φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

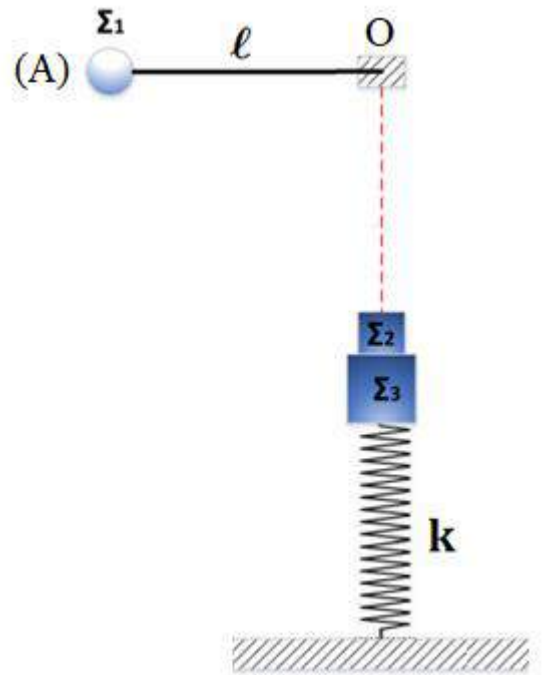


4.4. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων τη χρονική στιγμή $t_3 = 0,95s$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$ είναι δεμένο σώμα Σ_3 , μάζας $m_3 = 1\text{Kg}$. Πάνω στο σώμα Σ_3 και σε επαφή με αυτό βρίσκεται σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 3\text{Kg}$ και το σύστημα ισορροπεί. Σε ένα σημείο O πάνω στην κατακόρυφο που διέρχεται από τον άξονα του ελατηρίου είναι δεμένο αβαρές μη εκτατό νήμα μήκους $\ell = 0,8\text{m}$, στο ελεύθερο άκρο του οποίου έχουμε στερεώσει σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2\text{Kg}$. Φέρνουμε το νήμα με το σώμα Σ_1 στην οριζόντια θέση (Α) και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Όταν το νήμα γίνει κατακόρυφο, το σώμα Σ_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_2 και ταυτόχρονα κόβεται το νήμα.



4.1. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 μετά την κρούση.

Μονάδες 6

4.2. Το σώμα Σ_3 μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε το πλάτος και την περίοδο της ταλάντωσης.

Μονάδες 8

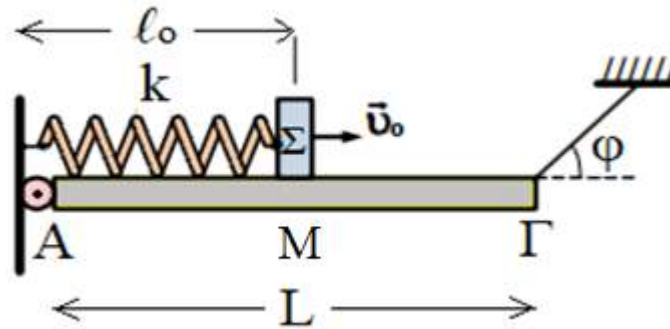
4.3. Θεωρώντας ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$, τη στιγμή της κρούσης, αμελητέα τη διάρκεια της και θετική την φορά προς τα κάτω, να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{4}\text{s}$, την κινητική ενέργεια του σώματος Σ_3 .

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{10}\text{s}$, το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου.

Μονάδες 5

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10\text{m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 4

Στη διάταξη του σχήματος η ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα $m = 4Kg$, μήκος $L = 4m$ και ισορροπεί. Η ράβδος είναι αρθρωμένη στο άκρο Α και δεμένη με νήμα στο άκρο Γ. Το νήμα σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τον άξονα της ράβδου, έτσι ώστε η ράβδος να παραμένει οριζόντια (όπως φαίνεται στο σχήμα). Πάνω στη ράβδο τοποθετείται σύστημα που αποτελείται από ιδανικό ελατήριο, σταθεράς $k = 100N/m$, και σώμα Σ, μάζας $m_\Sigma = 1Kg$, στερεωμένο στη δεξιά άκρη του ελατηρίου (η αριστερή άκρη του ελατηρίου είναι στερεωμένη στον κατακόρυφο τοίχο πάνω από την άρθρωση). Το σώμα Σ αρχικά βρίσκεται στο μέσο Μ της ράβδου ΑΓ και το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος ℓ_0 . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα Σ με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10m/s$ προς τα δεξιά. Αν θεωρήσουμε ότι το όριο θραύσης του νήματος έχει την κατάλληλη τιμή ώστε η απλή αρμονική ταλάντωση που θα εκτελέσει το σώμα Σ να γίνεται χωρίς τον κίνδυνο να κοπεί το νήμα να υπολογίσετε:

4.1. το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ.

Μονάδες 6

4.2. τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ.

Μονάδες 7

4.3. το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη ράβδο από την άρθρωση τη χρονική στιγμή $t = \frac{3\pi}{10}s$.

Μονάδες 7

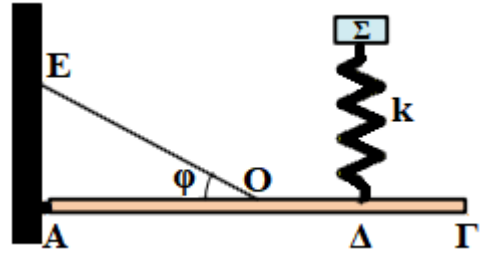
4.4. Αν θεωρήσουμε ότι το όριο θραύσης του νήματος είναι $T_{\theta\rho} = 52,5N$, να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ, τη στιγμή που κόβεται το νήμα.

Μονάδες 5

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10m/s^2$.

ΘΕΜΑ 4

Στη διάταξη του σχήματος η ομογενής ράβδος ΑΓ έχει μάζα $m = 6Kg$, μήκος L και ισορροπεί στηριζόμενη σε άρθρωση στη μία άκρη Α και σε νήμα ΟΕ το οποίο είναι δεμένο στο μέσο της Ο και σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τον άξονα της ράβδου, έτσι ώστε η ράβδος να παραμένει οριζόντια (όπως φαίνεται στο σχήμα). Πάνω στη ράβδο και στο σημείο Δ, του οποίου η απόσταση από το άκρο Γ της ράβδου είναι $L/4$, είναι στερεωμένο ένα κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο, σταθεράς $k = 100N/m$, στο πάνω μέρος του οποίου ισορροπεί σώμα Σ, μάζας $m_\Sigma = 1Kg$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μετακινούμε το σώμα Σ στη θέση όπου το ελατήριο είναι στο φυσικό του μήκος και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρώντας ως θετική φορά για την ταλάντωση τη φορά προς τα πάνω να υπολογίσετε:



4.1. το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ.

Μονάδες 6

4.2. τη μέγιστη τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ.

Μονάδες 8

4.3. το μέτρο της δύναμης που ασκείται στη ράβδο από την άρθρωση, τη χρονική στιγμή όπου η τιμή του μέτρου της τάσης του νήματος εξαιτίας της ταλάντωσης του σώματος Σ παίρνει την ελάχιστη τιμή.

Μονάδες 6

4.4. την κινητική ενέργεια του σώματος Σ τη χρονική στιγμή $t = \frac{\pi}{60}s$.

Μονάδες 5

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10m/s^2$.

ΘΕΜΑ 4



Άκαμπτη ομογενής σανίδα ΑΓ, μήκους $L = 3\text{m}$ και βάρους $W = 200\text{N}$ στηρίζεται στο σημείο Δ σε ένα υποστήριγμα (δ) και ισορροπεί οριζόντια με τη βοήθεια κατακόρυφου, αβαρούς και μη εκτατού νήματος, ΑΖ, όπως στο σχήμα. Στο άκρο Α της σανίδας έχει στερεωθεί ακλόνητα σφαίρα, βάρους $W_1 = 100\text{N}$, οπότε η τάση του νήματος ΑΖ ισούται με μηδέν.

4.1. Να υπολογίσετε την απόσταση $(A\Delta) = d$.

Μονάδες 6

4.2. Στη σανίδα και στο άλλο άκρο της Γ τοποθετούμε σώμα (σ) , βάρους $W_\sigma = 200\text{N}$. Αν θεωρήσουμε ότι η σανίδα συνεχίζει να ισορροπεί, να υπολογίσετε το μέτρο της αντίδρασης που δέχεται η σανίδα από το υποστήριγμα (δ) . Το νήμα θα κοπεί ή όχι; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

Δίνεται το όριο θραύσης του νήματος $T_{\theta\rho} = 500\text{N}$.

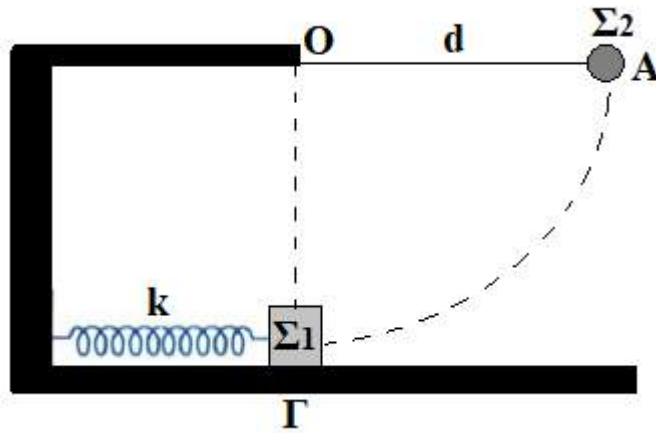
Μονάδες 7

4.3. Μεταφέρουμε το σώμα (σ) από τη θέση Γ στο μέσο της σανίδας. Να υπολογίσετε την τάση του νήματος, λαμβάνοντας υπόψη ότι η σανίδα ισορροπεί.

Μονάδες 5

4.4. Επαναφέρουμε το σώμα (σ) στο άκρο Γ της σανίδας και τη χρονική στιγμή $t = 0$ ασκούμε σ' αυτό μία κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$ με φορά προς τα κάτω. Το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$ μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση: $F = 20 + 5t$ (S.I.). Αν θεωρήσουμε ότι η σανίδα ισορροπεί, να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή όπου το νήμα θα κοπεί.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 3 \text{ Kg}$ ισορροπεί στο λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι δεμένο σε ελατήριο σταθεράς k , που βρίσκεται στο φυσικό του μήκος. Δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ Kg}$ και αμελητέων διαστάσεων, είναι προσδεμένο με νήμα μη εκτατό, που το άλλο άκρο του είναι προσδεμένο σε σταθερό σημείο O , με το νήμα σε οριζόντια θέση. Το μήκος του νήματος είναι $d = 0,8 \text{ m}$. Αφήνουμε το σώμα Σ_2 ελεύθερο από τη θέση A να κινηθεί και να συγκρουσθεί κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_1 . Μετά την κρούση το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A_1 = 0,2 \text{ m}$.

Να υπολογίσετε:

4.1. τη σταθερά k του ελατηρίου.

Μονάδες 7

4.2. το ύψος h που θα φτάσει το σώμα Σ_2 μετά την κρούση.

Μονάδες 6

4.3. το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου, τη στιγμή που αυτό είναι συσπειρωμένο κατά το ήμισυ της μέγιστης συσπείρωσής του και το σώμα κινείται προς τα δεξιά.

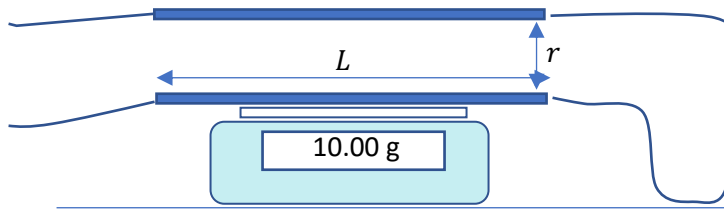
Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε τη στροφορμή του Σ_2 ακριβώς πριν την κρούση με το σώμα Σ_1 , ως προς τον άξονα που περνά από το σημείο O και είναι κάθετος στο επίπεδο της κυκλικής τροχιάς του Σ_2 .

Μονάδες 5

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 4



Μεταλλική ράβδος μήκους $L = 0,5 \text{ m}$ τοποθετείται πάνω σε ψηφιακό ζυγό σχολικού εργαστηρίου, ώστε η ένδειξη του ζυγού να είναι ίση με τη μάζα της ράβδου $m = 10,00 \text{ g}$. Η ράβδος

είναι συνδεδεμένη με πολύ ελαφριά καλώδια με άλλη ράβδο, στερεωμένη όπως φαίνεται στο σχήμα ώστε η απόσταση των δύο ράβδων είναι $r = 1 \text{ cm}$. Στη συγκεκριμένη άσκηση θεωρούμε $g = 10 \text{ m/s}^2$

Κάποια στιγμή ρεύμα αρχίζει να διαρρέει το σύστημα.

4.1. Εξηγήστε αν η ένδειξη του ζυγού θα αυξηθεί ή θα μειωθεί.

Μονάδες 6

4.2. Γράψτε την εξίσωση που συνδέει την ένδειξη του ζυγού με τη μάζα και τη δύναμη Laplace ανάμεσα στους αγωγούς.

Μονάδες 6

4.3. Η ένταση του ρεύματος δεν είναι σταθερή, αλλά δίνεται από την εξίσωση $I = 0,1 + 0,1t$ όπου το t είναι σε s και το I σε ampere. Γράψτε την εξίσωση που δίνει την ένδειξη του ζυγού σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Μονάδες 7

4.4. Υπολογίστε σε πόσο χρόνο θα περιμέναμε η ένδειξη του ζυγού να αυξηθεί κατά 10 % σε σχέση με την αρχική της τιμή. Σχολιάστε αν αυτό είναι ένα ρεαλιστικό ενδεχόμενο.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Σώμα μάζας m_1 , κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα $\vec{v}_1$, μέτρου $v_1 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητο σώμα μάζας m_2 . Η ταχύτητα $\vec{v}_1'$ του σώματος μάζας m_1 μετά την κρούση είναι ομόρροπη της $\vec{v}_1$ και το μέτρο της ίσο με $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

4.1. Να δείξετε ότι ο λόγος των μαζών των δύο σωμάτων είναι $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{3}$.

Μονάδες 6

4.2. Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του σώματος m_2 μετά την κρούση.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του σώματος μάζας m_2 αν γνωρίζετε ότι η μάζα του είναι $m_2 = 2\text{kg}$.

Μονάδες 6

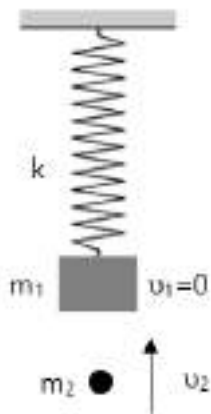
4.4. Αν το σώμα μάζας m_2 μετά την κρούση εισέρχεται σε τραχύ δάπεδο, με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής $\mu = 0.5$, να προσδιορίσετε τη μετατόπιση του σώματος αυτού στο τραχύ δάπεδο, από το σημείο εισόδου σε αυτό, μέχρι να σταματήσει.

Μονάδες 7

Δίνεται: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, έχει το πάνω άκρο του στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο και στο κάτω άκρο του είναι δεμένο ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{Kg}$. Το σώμα Σ_1 ισορροπεί ακίνητο.



4.1. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου από τη θέση φυσικού του μήκους.

Μονάδες 6

Δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{Kg}$, κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω κατά την διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και συγκρούεται πλαστικά με το σώμα Σ_1 τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ με ταχύτητα μέτρου $v_2 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

4.2. Να προσδιορίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά τη δημιουργία του.

Μονάδες 6

4.3. Να προσδιορίσετε τη θέση ισορροπίας του συσσωματώματος σε σχέση με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης.

Μονάδες 7

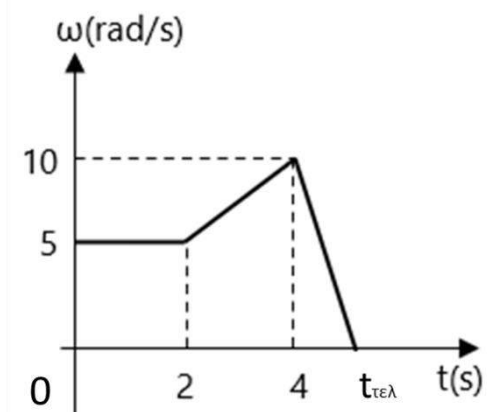
Για τα δεδομένα της άσκησης να θεωρήσετε προσεγγιστικά ότι : $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Ένας τροχός στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, που είναι κάθετος στο επίπεδό του και διέρχεται από το κέντρο του. Για τον τροχό αυτό η γωνιακή του ταχύτητα μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως φαίνεται στο διάγραμμα.

4.1. Αν η γωνιακή μετατόπιση του τροχού από τη χρονική στιγμή $t_2 = 4s$ έως τη χρονική στιγμή $t_{τελ}$, που ο τροχός ακινητοποιείται, είναι ίση με $\Delta\theta_3 = 5rad$, να προσδιορίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση του τροχού, για το χρονικό διάστημα αυτό, καθώς και τη χρονική στιγμή $t_{τελ}$.

Μονάδες 7



4.2. Για τις επιμέρους κινήσεις που εκτελεί ο τροχός από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, μέχρι τη στιγμή $t_{τελ}$, να δώσετε τις τιμές της γωνιακής του επιτάχυνσης και στη συνέχεια να αποδώσετε σε διάγραμμα βαθμολογημένων αξόνων τη γωνιακή επιτάχυνση του τροχού σε συνάρτηση με τον χρόνο, για το παραπάνω χρονικό διάστημα της κίνησης

Μονάδες 6

4.3. Να προσδιορίσετε τη γωνιακή μετατόπιση του τροχού, κατά τη διάρκεια του 4^{ου} δευτερολέπτου.

Μονάδες 6

4.4. Να προσδιορίσετε τον αριθμό των περιστροφών του τροχού από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0s$ έως τη στιγμή $t_{τελ}$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Το 1916 ο Αμερικανός φυσικός Millikan ανακοίνωσε φωτοηλεκτρικά δεδομένα μετρήσεων μέσω των οποίων προσδιόρισε τη σταθερά του Planck με σφάλμα της τάξεως του 0,5%.

Τα ακόλουθα δεδομένα μετρήθηκαν για τη φωτοεκπομπή ενός υλικού.

λ (nm)	404,7	365,0	312,5	253,5
V_o (V)	0,73	1,09	1,67	2,57

4.1. Να προσδιορίσετε τη συχνότητα που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος 253,5nm.

Μονάδες 6

4.2. Να προσδιορίσετε την ενέργεια του φωτονίου σε eV, που αντιστοιχίζεται σε μήκος κύματος 253,5nm.

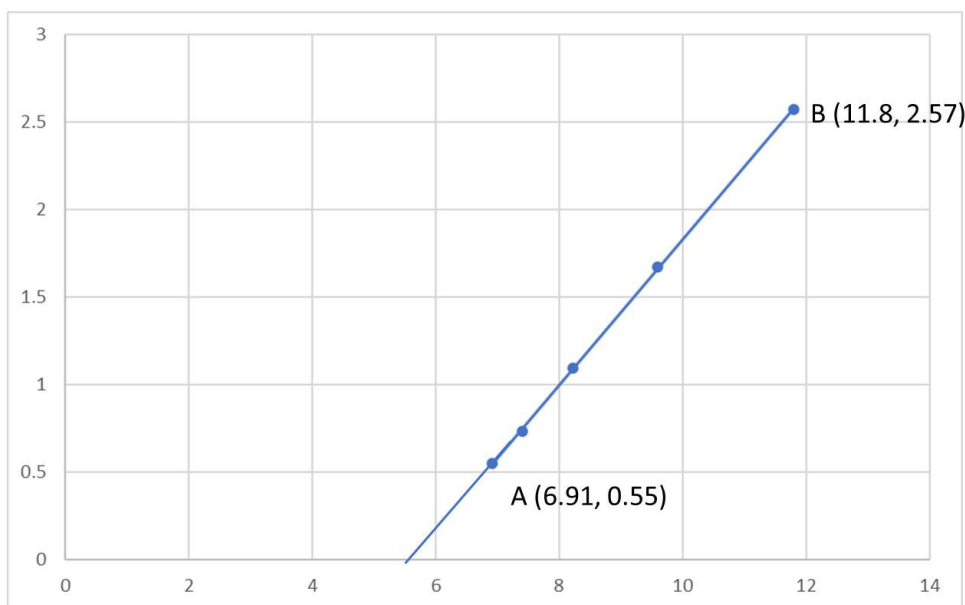
Μονάδες 7

4.3. Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση $K_{max} = hf - \varphi$, να προσδιορίσετε τη σχέση της τάσης αποκοπής V_o , συναρτήσει της συχνότητας f .

Μονάδες 5

4.4. Το διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει την τάση αποκοπής V_o , συναρτήσει της συχνότητας f .

V_o (V)



$f(10^{14} \text{ Hz})$

Από την κλίση του διαγράμματος να προσδιορίσετε τη σταθερά του Planck.

Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών, συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις

ΘΕΜΑ 4

Ένας τροχός στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, που είναι κάθετος στο επίπεδό του και διέρχεται από το κέντρο του. Ο τροχός έχει ακτίνα $R = 0,6 \text{ m}$ και αρχικά κινείται με γωνιακή ταχύτητα $\omega_0 = 4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο τροχός αρχίζει να επιταχύνεται με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση $\alpha_{\gamma\omega\nu,1} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 3\text{s}$ σταματά να επιταχύνεται και μέχρι τη χρονική στιγμή $t_2 = 5\text{s}$ στρέφεται ομαλά. Να προσδιορίσετε:

4.1. το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας ενός σημείου Λ του τροχού που απέχει από το κέντρο του απόσταση $\frac{R}{2}$, τη χρονική στιγμή $t = 1\text{s}$,

Μονάδες 6

4.2. τις εξισώσεις της γωνιακής ταχύτητας συναρτήσει του χρόνου για τα επιμέρους χρονικά διαστήματα, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, μέχρι τη στιγμή $t = 5\text{s}$,

Μονάδες 6

4.3. τη γωνιακή μετατόπιση από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0\text{s}$ έως $t = 5\text{s}$,

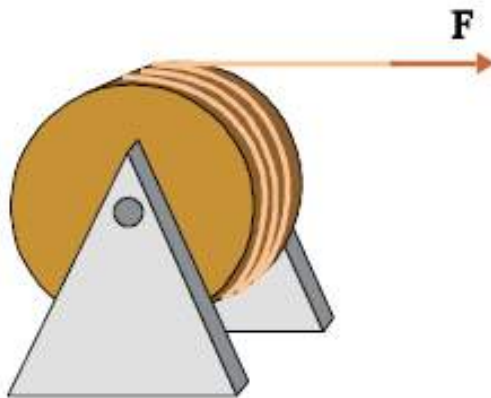
Μονάδες 7

4.4. τον αριθμό των περιστροφών του τροχού, για το χρονικό διάστημα από τη στιγμή 3s μέχρι τη στιγμή 5s .

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Στην περιφέρεια μιας ακίνητης τροχαλίας, ακτίνας $R = 30 \text{ cm}$ είναι τυλιγμένο σκοινί μεγάλου μήκους. Ασκώντας στο σκοινί, την χρονική στιγμή $t = 0$, οριζόντια δύναμη $F = 20 \text{ N}$, περιστρέφουμε την τροχαλία με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση. Βρέθηκε πως όταν η τροχαλία έχει κάνει $\frac{4}{\pi}$ περιστροφές, έχει αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα $\omega = 8 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Με βάση αυτά τα δεδομένα, να βρείτε:



4.1. Το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας.

Μονάδες 6

4.2. Τη γραμμική ταχύτητα του ανώτερου σημείου της τροχαλίας την χρονική στιγμή $t_1 = 3 \text{ s}$.

Μονάδες 6

4.3. Την συνολική ροπή των δυνάμεων που δέχεται η τροχαλία ως προς τον άξονα περιστροφής της.

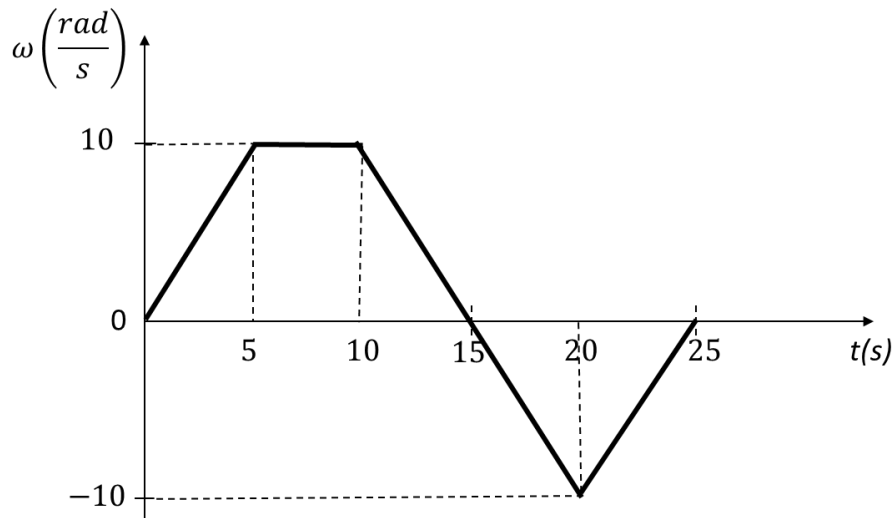
Μονάδες 6

4.4. Το μήκος του νήματος που ξετυλίγεται από την τροχαλία στην διάρκεια του τέταρτου δευτερολέπτου της κίνησής της.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Λεπτός ισοπαχής δακτύλιος κέντρου O και ακτίνας $R = 1\text{ m}$ περιστρέφεται γύρω από άξονα $Z'Z$ που περνά από το O και είναι κάθετος στο επίπεδό του. Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δακτυλίου συναρτήσει του χρόνου παριστάνεται γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα. Θετική είναι η φορά περιστροφής αντίθετα από τους δείκτες του ρολογιού (αριστερόστροφη).



4.1. Να υπολογίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση σε κάθε μια από τις πέντε επιμέρους κινήσεις του δακτυλίου και να εξηγήσετε το είδος κάθε επιμέρους κίνησης.

Μονάδες 10

4.2. Να υπολογίσετε τη συνολική γωνία στροφής του δακτυλίου από $t = 0$ έως $t = 25\text{ s}$.

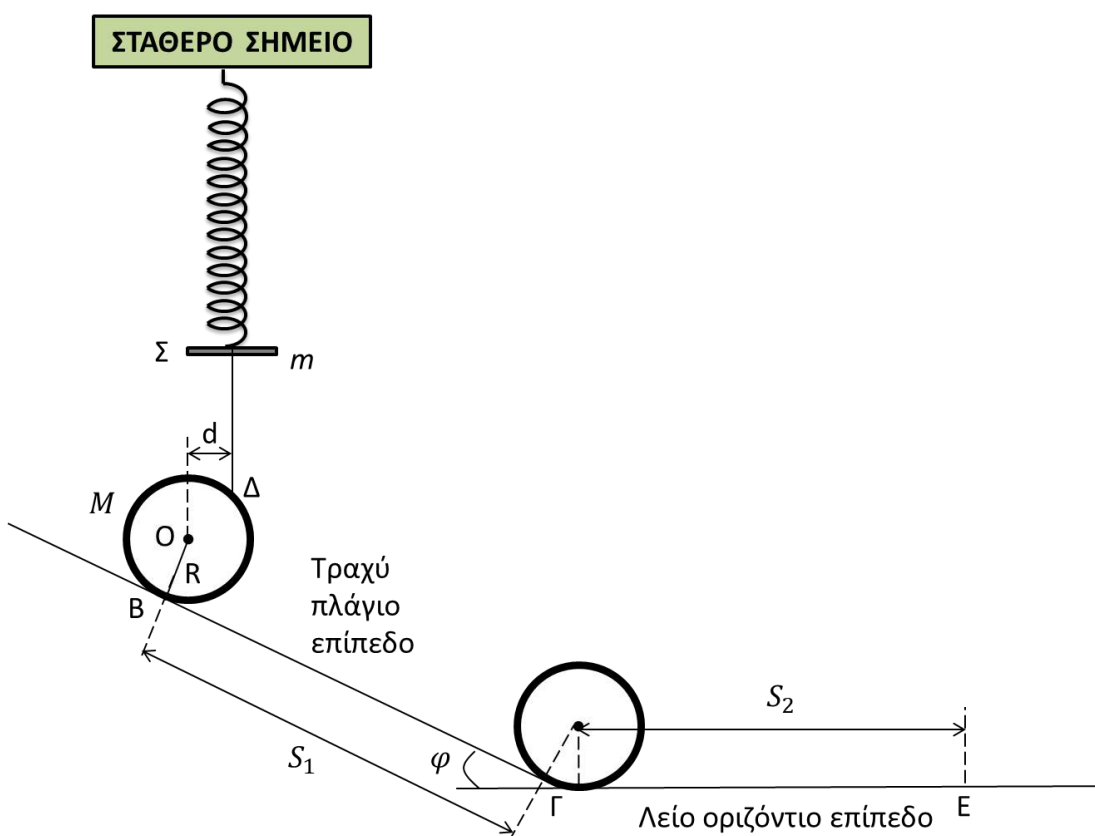
Μονάδες 5

4.3. Να παραστήσετε γραφικά, σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων, την αλγεβρική τιμή της ροπής που δέχεται στοιχειώδης μάζα $m = 0,1\text{ Kg}$ του δακτυλίου από $t = 0$ έως $t = 25\text{ s}$.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ 4

Στο παρακάτω σχήμα το σώμα Σ έχει μάζα $m = 1\text{Kg}$ και είναι στερεωμένο στο κάτω άκρο του ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Αβαρές και μη εκτατό νήμα είναι δεμένο με το ένα άκρο του στο σώμα Σ και με το άλλο στο σημείο Δ λεπτού και ομογενούς δακτυλίου ακτίνας $R = 0,2\text{ m}$ και μάζας $M = 4,875\text{Kg}$ έτσι ώστε η απόσταση d να είναι ίση με $0,1\text{ m}$. Ο δακτύλιος ακουμπά σε τραχύ κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ με $\eta\mu\varphi = 0,8$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,6$.



Το σώμα Σ και ο δακτύλιος ισορροπούν. Στη θέση ισορροπίας του συστήματος το ελατήριο έχει επιμήκυνση $\Delta\ell = 0,1\text{ m}$. Δίνεται η επιτάχυνση τη βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος στη θέση ισορροπίας του συστήματος και τη στατική τριβή που ασκείται στο δακτύλιο από το τραχύ κεκλιμένο επίπεδο.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα οπότε το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και ο δακτύλιος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει αρχικά στο τραχύ κεκλιμένο επίπεδο

και στη συνέχεια στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Η μετάβαση του δακτυλίου από το κεκλιμένο επίπεδο στο οριζόντιο επίπεδο γίνεται χωρίς ενεργειακές απώλειες με αποτέλεσμα να μην αλλάξει το μέτρο της μεταφορικής και το μέτρο της γωνιακής του ταχύτητας κατά τη μετάβαση.

4.2. Να γράψετε την εξίσωση της επιτάχυνσης συναρτήσει του χρόνου, για την απλή αρμονική ταλάντωση που εκτελεί το σώμα Σ μετά την κοπή του νήματος, θεωρώντας θετική τη φορά προς τα κάτω.

Μονάδες 6

4.3. Η γωνιακή επιτάχυνση του δακτυλίου κατά την κύλιση του στο κεκλιμένο επίπεδο έχει μέτρο $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$. Να υπολογίσετε το μέτρο α_{cm} της μεταφορικής επιτάχυνσης του δακτυλίου κατά την κύλισή του στο κεκλιμένο επίπεδο και το μέτρο v_1 της μεταφορικής και το μέτρο ω_1 της γωνιακής ταχύτητας του δακτυλίου τη στιγμή που περνά από το σημείο Γ. Να θεωρήσετε ότι η μετατόπιση του κέντρου μάζας του δακτυλίου κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου είναι ίση με $S_1 = 8m$

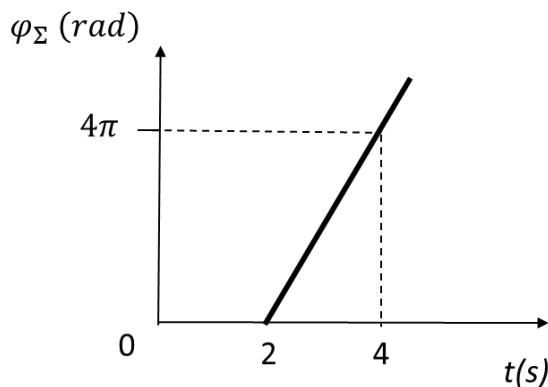
Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε τον αριθμό των περιστροφών του δακτυλίου από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα μέχρι τη στιγμή που περνά από το σημείο Ε. Να θεωρήσετε ότι η μετατόπιση του κέντρου μάζας του δακτυλίου κατά μήκος του οριζόντιου επιπέδου είναι ίση με $S_2 = 8m$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Κατά μήκος ενός γραμμικού, ομογενούς, ελαστικού μέσου διαδίδεται στη θετική κατεύθυνση του άξονα x' Οχ ένα αρμονικό κύμα. Το σημείο Ο της θέσης $x_O = 0$ εκτελεί αρμονική ταλάντωση που περιγράφεται από την εξίσωση $y = 0,5\eta\mu\omega t$ (SI). Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η γραφική παράσταση της φάσης φ_Σ του σημείου Σ του ελαστικού μέσου που βρίσκεται στη θέση $x_\Sigma = 8m$, συναρτήσει του χρόνου.



4.1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος, την περίοδο και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 8

4.2. Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος και να παραστήσετε γραφικά σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπό του τη χρονική στιγμή $t_1 = 2,5s$.

Μονάδες 8

4.3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Σ τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 4

4.4. Να γράψετε την εξίσωση ενός άλλου αρμονικού κύματος που πρέπει να συμβάλει με αυτό το αρμονικό κύμα για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Κατά μήκος μιας χορδής μεγάλου μήκους, η οποία ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$, διαδίδονται ταυτόχρονα δύο αρμονικά κύματα που έχουν εξισώσεις

$$y_1 = 0,2\eta\mu 2\pi(10t - 5x) \text{ (S.I.) και } y_2 = 0,2\eta\mu 2\pi(10t + 5x) \text{ (S.I.)}$$

Τα δύο κύματα συμβάλλουν δημιουργώντας στο ελαστικό μέσο στάσιμο κύμα.

4.1. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος που δημιουργείται στη χορδή.

Μονάδες 6

4.2. Να αποδείξετε ότι στην αρχή $O(x = 0)$ του άξονα δημιουργείται κοιλία.

Μονάδες 6

4.3. Να διερευνήσετε αν στο σημείο $B(x_B = 0,25 \text{ m})$ σχηματίζεται δεσμός ή κοιλία.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης καθώς και τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του υλικού σημείου M της χορδής που έχει τετμημένη $x_M = 0,025 \text{ m}$.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Υλικό σημείο O ομογενούς ελαστικής χορδής, που έχει επιλεγεί ως αρχή των αξόνων ($x = 0$), αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση $y = A\eta\mu(\omega t)$ και κάθετα στη διεύθυνση της χορδής. Η κινητική ενέργεια της ταλάντωσης του υλικού σημείου O μηδενίζεται 20 φορές σε κάθε χρονικό διάστημα $\Delta t = 5 \text{ s}$. Το κύμα που παράγεται διαδίδεται κατά την αρνητική φορά του άξονα $x'Ox$ κατά μήκος της χορδής που διέρχεται από το σημείο O με ταχύτητα $v = 2 \text{ m/s}$. Στη διάρκεια μιας περιόδου της ταλάντωσής του το υλικό σημείο O διανύει διάστημα $s = 0,2 \text{ m}$.

4.1. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος που παράγεται.

Μονάδες 7

4.2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που αρχίζει να κινείται ένα σημείο M , που βρίσκεται στη θέση $x_M = -1 \text{ m}$ της χορδής όπως επίσης και την απομάκρυνση y_M , από τη θέση ισορροπίας του σημείου M , τη χρονική στιγμή $t = \frac{13}{24} \text{ s}$.

Μονάδες 6

4.3. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης του κύματος σε συνάρτηση με τη συντεταγμένη της θέσης ($\varphi - x$), τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ s}$.

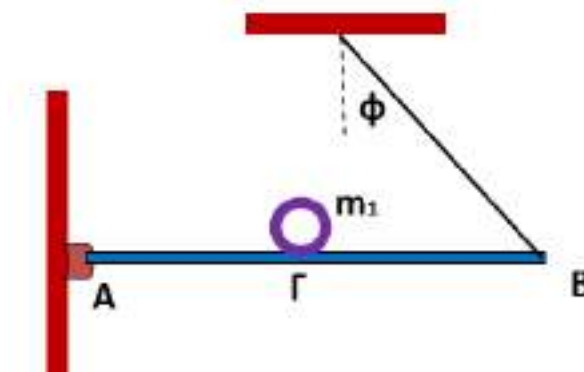
Μονάδες 6

4.4. Να βρείτε τις συντεταγμένες θέσης των σημείων της χορδής, τα οποία βρίσκονται στον αρνητικό ημιάξονα, σε απόσταση μικρότερη από 2 m από την αρχή των αξόνων O και τη χρονική στιγμή $t = 1 \text{ s}$, έχουν απομάκρυνση $y = -5 \text{ cm}$.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Ομογενής ράβδος AB έχει μήκος $L = 1\text{ m}$, μάζα $m = 900\text{ g}$ και ισορροπεί σε οριζόντια θέση με την βοήθεια αβαρούς μη εκτατού νήματος που δένεται σε οροφή και σχηματίζει με τη κατακόρυφο γωνία ϕ τέτοια ώστε $\eta\mu\phi = 0,87$ και $\sigma\upsilon\nu\phi = 0,5$, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Η ράβδος μπορεί να περιστρέφεται κατακόρυφα, με τη βοήθεια άρθρωσης, γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το άκρο της A και είναι κάθετος σ' αυτή. Στο μέσο της ράβδου, έστω σημείο Γ, τοποθετούμε κυκλική στεφάνη μάζας $m_1 = 100\text{ g}$ και ακτίνας $R = 10\text{ cm}$. Το όριο θραύσης του νήματος δίνεται $T_{\theta\rho} = 10,5\text{ N}$.

4.1. Να υπολογίσετε την τάση του νήματος, όταν τοποθετήσαμε την στεφάνη στην θέση Γ.

Μονάδες 6

4.2. Να βρείτε πόσο κοντά στο B μπορούμε να τοποθετήσουμε την στεφάνη χωρίς να σπάσει το νήμα.

Μονάδες 6

4.3. Να κάνετε την γραφική παράσταση της τάσης του νήματος σε συνάρτηση με την απόσταση x της στεφάνης από το σημείο Γ καθώς μετακινείται προς το σημείο όπου σπάει το νήμα.

Μονάδες 7

Εκτοξεύουμε την στεφάνη από το σημείο Γ προς το άκρο B, με αρχική ταχύτητα v_0 . Συγχρόνως, ασκούνται σε αυτή κατάλληλες δυνάμεις ώστε να κυλίζει χωρίς να ολισθαίνει, εκτελώντας ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με επιβράδυνση $a_{\text{cm}} = 0,25\text{ m/s}^2$ και σταματά μετά από χρόνο $\Delta t = 1\text{ s}$.

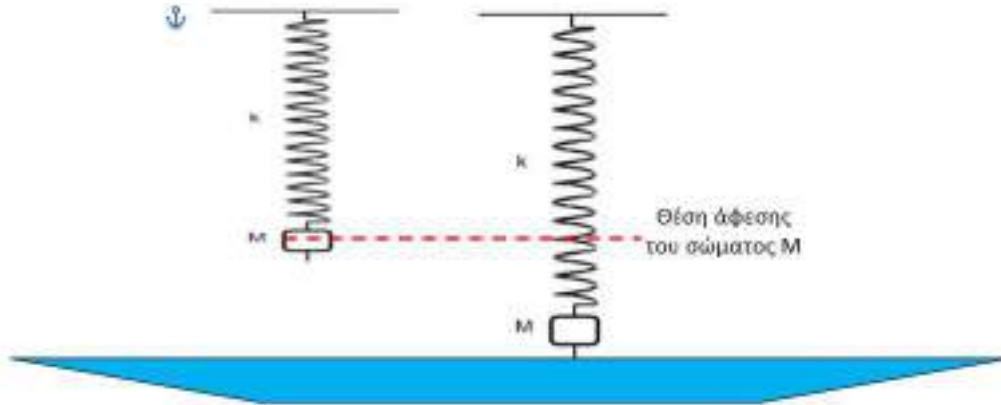
4.4. Να υπολογίσετε τον αριθμό των περιστροφών που εκτέλεσε έως τότε.

Μονάδες 6

Δίνεται: $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ και φυσικού μήκους (Φ.Μ.) $l_0 = 1,2\text{m}$, κρέμεται από οροφή. Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου που βρίσκεται στο φυσικό του μήκος, κρεμάμε σώμα αμελητέων διαστάσεων, μάζας $M = 2,5 \text{ kg}$ και την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Θεωρούμε θετική φορά προς τα πάνω.



4.1. Να προσδιορίσετε την χρονική εξίσωση της ταχύτητας του ταλαντωτή και την εξίσωση της συνισταμένης δύναμης που δέχεται ο ταλαντωτής σε συνάρτηση με την απομάκρυνσή του.

Μονάδες 7

4.2. Στο κάτω μέρος του σώματος που ταλαντώνεται, υπάρχει πολύ μικρή ακίδα, αμελητέας μάζας, ενώ χαμηλότερα υπάρχει δοχείο με υγρό που ηρεμεί. Πόση πρέπει να είναι η απόσταση της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού από την οροφή, ώστε η ακίδα μόλις να την αγγίζει και να δημιουργεί κύματα στην επιφάνεια του υγρού.

Μονάδες 4

4.3. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ του κύματος που διαδίδεται στην επιφάνεια του υγρού, αν γνωρίζουμε ότι από την στιγμή που αφήσαμε ελεύθερο το σύστημα να ταλαντωθεί, το κύμα έφτασε σε ένα σημείο Λ στην επιφάνεια του υγρού που απέχει από την πηγή του $x_\Lambda = 1,5\text{m}$ σε χρόνο $t_\Lambda = 5,5\text{s}$.

Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς φάσης δύο σημείων της επιφάνειας του υγρού που απέχουν απόσταση $|\Delta x_{AB}| = 1,2\text{m}$ και είναι συνευθειακά με την πηγή του κύματος.

Μονάδες 7

Δίνονται $\pi^2 \simeq 10 \rightarrow \sqrt{10} \simeq \pi$ και $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

ΘΕΜΑ 4

Πηγή παραγωγής αρμονικών κυμάτων αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t = 0$ στη θέση $x = 0$, με ταχύτητα προς τη θετική φορά του ημιάξονα Oy . Η εξίσωση ταλάντωσης της πηγής δίνεται από την σχέση $y = 10\eta\mu 2\pi t$ (t σε s και y σε cm). Το παραγόμενο κύμα διαδίδεται προς τη θετική φορά του ημιάξονα Ox με ταχύτητα $v_1 = 0,5 \frac{m}{s}$.

4.1. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που θα αρχίσει να ταλαντώνεται ένα σημείο Σ του ελαστικού μέσου το οποίο βρίσκεται στη θέση $x_\Sigma = 2,3 \text{ m}$.

Μονάδες 4

4.2. Ποια είναι η φάση της πηγής όταν το σημείο Σ φτάσει για πρώτη φορά σε ακραία θέση ταλάντωσης;

Μονάδες 6

4.3. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Σ από την θέση ισορροπίας στο χρονικό διάστημα $t \geq 0$.

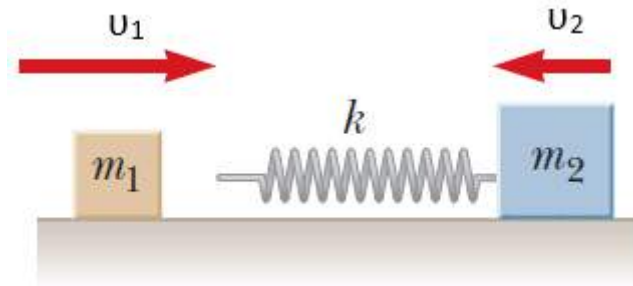
Μονάδες 7

4.4. Να απεικονίσετε γραφικά την φάση του σημείου Σ σε συνάρτηση με τον χρόνο t .

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

Ένα σώμα μάζας $m_1 = 2\text{kg}$ κινείται αρχικά προς τα δεξιά με ταχύτητα $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συγκρούεται με ένα ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Το ελατήριο είναι συνδεδεμένο σε ένα σώμα μάζας $m_2 = 3\text{kg}$, το οποίο κινείται προς τα αριστερά με ταχύτητα $v_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Κατά την διάρκεια της επαφής του m_1 με το ελατήριο θεωρούμε ότι δεν μετατρέπεται κινητική ενέργεια σε άλλη μορφή ενέργειας εκτός από ελαστική δυναμική ενέργεια στο ελατήριο.



4.1. Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος με μάζα m_2 κατά την διάρκεια της επαφής του m_1 με το ελατήριο, όταν το σώμα μάζας m_1 κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα $v_3 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Μονάδες 6

4.2. Υπολογίστε τις ταχύτητες που θα αποκτήσουν τα σώματα όταν το m_1 χάσει την επαφή με το ελατήριο.

Μονάδες 6

4.3. Να βρεθεί το ποσοστό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του m_1 εξαιτίας της αλληλεπίδρασής του με το ελατήριο.

Μονάδες 6

4.4. Ποια είναι η μέγιστη συσπίρωση του ελατηρίου κατά την διάρκεια της κρούσης;

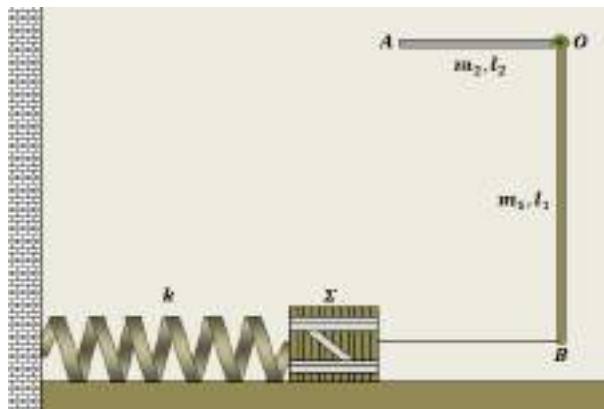
Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο λεπτές και ομογενείς ράβδοι OA και OB από διαφορετικά υλικά, συγκολλούνται στο ένα άκρο τους O , ώστε να σχηματίζουν ορθή γωνία. Η ράβδος OB έχει μήκος $l_1 = 0,8 \text{ m}$ και μάζα $m_1 = 0,4 \text{ kg}$. Η ράβδος OA , έχει το μισό μήκος από την OB , ($l_2 = 0,4 \text{ m}$) και διπλάσια μάζα ($m_2 = 0,8 \text{ kg}$), από αυτή. Το σύστημα των δύο ράβδων, μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές, ως ένα σώμα, γύρω από οριζόντιο σταθερό άξονα, κάθετο στο επίπεδό τους ο οποίος διέρχεται από την κορυφή O της ορθής γωνίας.

Οριζόντιο αβαρές νήμα, συνδέει το άκρο B της ράβδου OB με άλλο σώμα Σ μάζας $m_3 = 0,2 \text{ kg}$, το οποίο μπορεί να ολισθαίνει πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Το Σ είναι δεμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \text{ N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο. Ο άξονας του ελατηρίου είναι στην ίδια ευθεία με το νήμα.

Αρχικά το σύστημα ισορροπεί έτσι ώστε, με κατάλληλη επιμήκυνση του ελατηρίου, η ράβδος OB να συγκρατείται κατακόρυφη όπως στο σχήμα.



4.1. Να υπολογίσετε την επιμήκυνση του ελατηρίου, σε σχέση με το φυσικό του μήκος, στην αρχική κατάσταση ισορροπίας του συστήματος.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το νήμα κόβεται, το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση και το σύστημα των δύο ράβδων αρχίζει να περιστρέφεται ελεύθερα γύρω από τον άξονα O .

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας του σώματος Σ κατά την ταλάντωση που εκτελεί μετά την κοπή του νήματος.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την ενέργεια ταλάντωσης του συστήματος σώμα Σ -ελατήριο.

Μονάδες 6

4.4. Αφού θεωρήσετε θετική φορά από τον τοίχο προς το σώμα Σ , να γράψετε τη σχέση $F_{ελ} - t$, η οποία αποδίδει τιμές της δύναμης του ελατηρίου με το χρόνο, από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα και να την αποδώσετε γραφικά σε διάγραμμα με βαθμονομημένους άξονες, για διάρκεια μιας περιόδου της ταλάντωσης.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και ασημαντες τις αντιστάσεις αέρα.

ΘΕΜΑ 4

Ένας δίσκος μάζας $M = 1 \text{ kg}$, είναι στερεωμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Πάνω στο δίσκο κάθεται ένας βάτραχος μάζας $m = 0,2 \text{ kg}$ και αρχικά το σύστημα ισορροπεί. Κάποια στιγμή ο βάτραχος εκτινάσσεται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, με αποτέλεσμα το σύστημα δίσκος-ελατήριο να αρχίσει να ταλαντώνεται και ο δίσκος να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



Να υπολογίσετε:

4.1. το μέτρο της ταχύτητας που αποκτά ο δίσκος αμέσως μετά την εκτίναξη του βάτραchu,

Μονάδες 6

4.2. το πλάτος της ταλάντωσης του δίσκου,

Μονάδες 7

4.3. τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης του δίσκου,

Μονάδες 6

4.4. τη μέγιστη δυναμική ενέργεια του συστήματος, εξαιτίας της παραμόρφωσης του ελατηρίου σε σχέση με το φυσικό του μήκος.

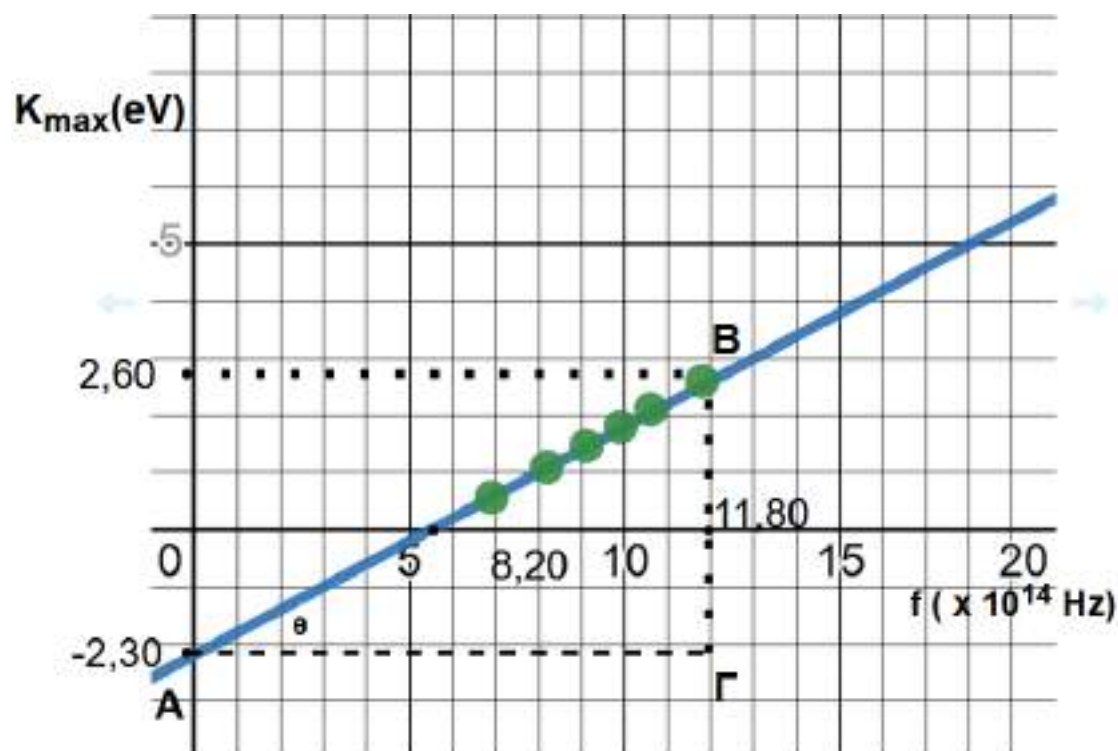
Μονάδες 6

Αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας δίνεται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Σε ένα πείραμα φωτοηλεκτρικού φαινομένου χρησιμοποιήθηκε ως υλικό καθόδου μια επιφάνεια καθαρού νατρίου. Υπολογίσαμε την τιμή της μέγιστης κινητικής ενέργειας K_{max} των εκπεμπόμενων ηλεκτρονίων. Αυτή μετρήθηκε για ένα αριθμό διαφορετικών συχνοτήτων f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Τα ζεύγη τιμών που προέκυψαν απεικονίζονται ως πειραματικά σημεία όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Σχεδιάζουμε την γραφική παράσταση της μέγιστης κινητικής ενέργειας K_{max} σε συνάρτηση της συχνότητας f της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, η οποία είναι ευθεία γραμμή.

Με τη βοήθεια του γραφήματος, που είναι το παρακάτω, να υπολογίσετε:



4.1. την τιμή της σταθεράς του Planck h ,

Μονάδες 6

4.2. το έργο εξαγωγής Φ του νατρίου,

Μονάδες 6

4.3. τη συχνότητα κατωφλίου f_0 του νατρίου και

Μονάδες 6

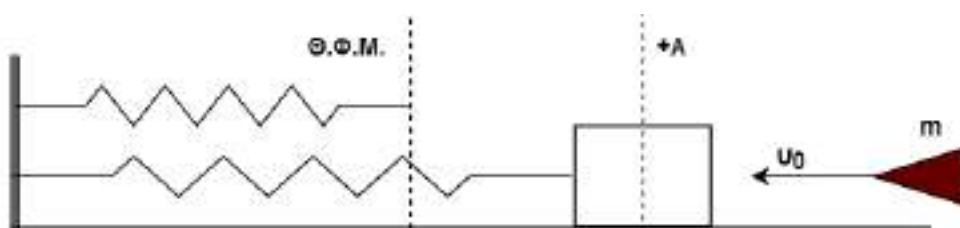
4.4. το μήκος κύματος λ_0 που αντιστοιχεί στην συχνότητα κατωφλίου f_0 .

Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δόθηκε μαζί με τις εκφωνήσεις.

ΘΕΜΑ 4

Ένα σώμα μάζας $M = 3,6 \text{ kg}$ είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σκληρότητας k και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 0,1 \text{ m}$ και μέγιστη ταχύτητα $v_{\max} = \frac{2\sqrt{10} \text{ m}}{3 \text{ s}}$ σε οριζόντια λεία επιφάνεια. Το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο. Όταν το σώμα βρίσκεται σε μία από τις ακραίες θέσεις του την $+A$, ένα βλήμα μάζας $m = 0,4 \text{ kg}$, που κινείται οριζόντια με ταχύτητα v_0 κατά τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, συγκρούεται με το σώμα. Η κρούση είναι πλαστική και αμελητέας διάρκειας. Το συσσωμάτωμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν η ολική ενέργεια του ταλαντωτή αμέσως μετά την κρούση τετραπλασιάζεται, να υπολογίσετε:



4.1. το νέο πλάτος της ταλάντωσης,

Μονάδες 6

4.2. την νέα περίοδο της ταλάντωσης,

Μονάδες 6

4.3. τη νέα μέγιστη ταχύτητα,

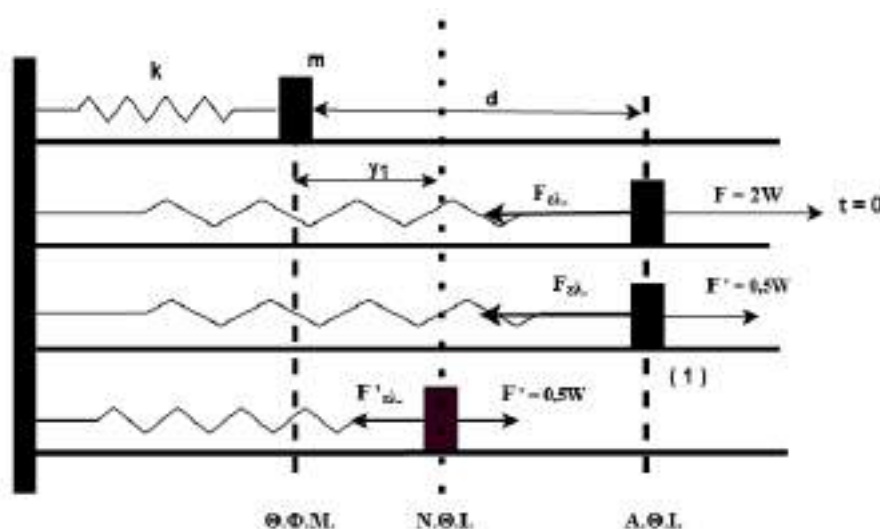
Μονάδες 5

4.4. την ταχύτητα του βλήματος v_0 πριν από την κρούση.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

Στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σκληρότητας k είναι δεμένο ένα σώμα $m = 1 \text{ kg}$. Αρχικά βρίσκεται σε ισορροπία σε λείο οριζόντιο επίπεδο στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Επιμηκύνουμε το ελατήριο κατά $d = 0,2 \text{ m}$, ασκώντας δύναμη F διπλάσια του βάρους του σώματος και το σώμα ισορροπεί στη θέση αυτή. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ η τιμή της δύναμης F μειώνεται στο $\frac{1}{4}$ της αρχικής τιμής, δηλαδή $F' = \frac{1}{4} F = \frac{W}{2}$ και το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Θεωρώντας θετική την φορά επιμήκυνσης του ελατηρίου, να υπολογίσετε:



4.1. τη γωνιακή συχνότητα ω της ταλάντωσης,

Μονάδες 6

4.2. το πλάτος της ταλάντωσης,

Μονάδες 6

4.3. τη μέγιστη ταχύτητα και τη μέγιστη επιτάχυνση.

Μονάδες 6

4.4. Να γράψετε τις χρονικές εξισώσεις που περιγράφουν την απομάκρυνση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση του ταλαντούμενου σώματος.

Μονάδες 7

Δίνεται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Το άκρο Β ομογενούς ράβδου ΑΒ μήκους $L = 4\text{ m}$ και μάζας $m = 1,5\text{ kg}$ φέρει σώμα αμελητέων διαστάσεων και μάζας $2m = 3\text{ kg}$, ενώ το άκρο Α αρθρώνεται σε κατακόρυφο τοίχο. Η ράβδος κρατείται οριζόντια με τη βοήθεια αβαρούς νήματος μήκους $L = 4\text{ m}$. Το ένα άκρο του νήματος δένεται στο μέσο Γ της ράβδου και το άλλο σε ένα σημείο Δ του τοίχου, ψηλότερα από το Α. Να υπολογίσετε:

4.1. τη γωνία φ που περιέχεται μεταξύ των τμημάτων ΓΔ και ΓΑ.

Μονάδες 4

4.2. το μέτρο της τάσης T του νήματος.

Μονάδες 7

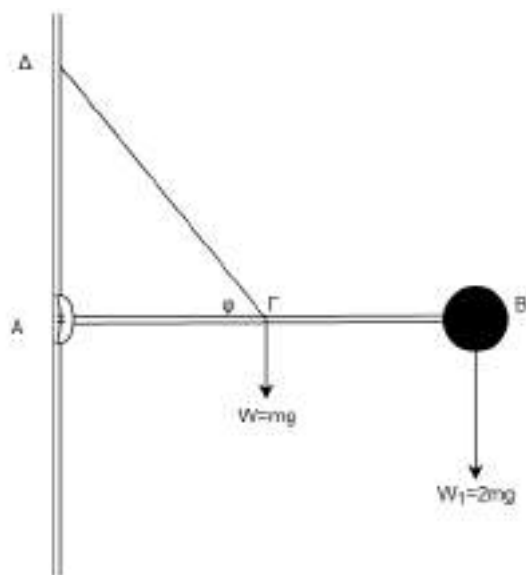
4.3. τα μέτρα των συνιστωσών δυνάμεων F_x, F_y που δέχεται η ράβδος από τον τοίχο,

Μονάδες 8

4.4. το μέτρο και τη διεύθυνση της συνολικής δύναμης F που δέχεται από τον τοίχο η ράβδος.

Μονάδες 6

Δίνονται: $\sin \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$, $\eta\mu \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ και $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



ΘΕΜΑ 4

Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 2\sqrt{3} \text{ cm}$ και η στιγμιαία ορμή του περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$p = 4 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 2t \text{ (S.I.)}$$

Δίνεται: $\eta\mu\frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ και $\eta\mu 2\theta = 2\eta\mu\theta\sigma\upsilon\nu\theta$

4.1. Να υπολογιστεί η μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσης v_{max} του σώματος.

Μονάδες 5

4.2. Να βρεθεί η μάζα m του ταλαντούμενου σώματος.

Μονάδες 5

4.3. Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της ολικής ενέργειας της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή

$$t_1 = \frac{\pi}{12} \text{ s.}$$

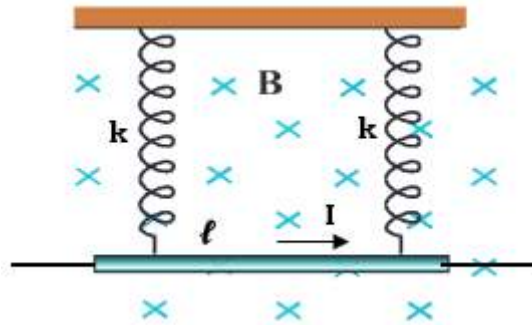
Μονάδες 6

4.4. Να βρεθεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας K της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Η ομογενής ευθύγραμμη μεταλλική ράβδος του παρακάτω σχήματος έχει μήκος $\ell = 3 \text{ m}$ και κρέμεται κατακόρυφα από δύο όμοια ιδανικά ελατήρια σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Όλο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,2 \text{ T}$ με κατεύθυνση προς τα μέσα. Όταν η ράβδος διαρρέεται από ρεύμα $I = 5 \text{ A}$, τα ελατήρια επιμηκύνονται κατά $x_1 = 1 \text{ cm}$ από το φυσικό τους μήκος και το σύστημα ισορροπεί. Οι συνδέσεις μεταξύ ράβδου και ελατηρίων δεν είναι αγωγίμες και η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει την τιμή $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



4.1. Να υπολογιστεί η μάζα της ράβδου.

Μονάδες 6

4.2. Αν κάποια χρονική στιγμή διακόψουμε το ρεύμα I να αποδείξετε ότι η ράβδος θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = 2k$. Να θεωρήσετε ότι η ράβδος εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση και κατά την διάρκεια της κίνησης η μαγνητική δύναμη που δέχεται λόγω της μετακίνησης φορτίου στο εσωτερικό της είναι αμελητέα.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το πλάτος και την κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης.

Μονάδες 7

4.4. Ποια είναι η επαγωγική ΗΕΔ (τιμή και πολικότητα) που εμφανίζεται στα άκρα της ράβδου όταν διέρχεται για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του συστήματος ταλάντωσης;

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Πριν την εισαγωγή της κβαντικής θεωρίας, ένα από τα χαρακτηριστικά του φωτοηλεκτρικού φαινομένου που ήταν αδύνατο να εξηγηθεί ήταν το ελάχιστο χρονικό διάστημα ανάμεσα στην έναρξη φωτισμού του μετάλλου και στην εκπομπή των πρώτων φωτοηλεκτρονίων.

Έστω μεταλλική επιφάνεια που έχει εμβαδόν $40,0 \text{ cm}^2$, είναι φτιαγμένη από χαλκό, και φωτίζεται από λάμπα, ώστε στην επιφάνεια να προσπίπτει φως έντασης $0,280 \text{ W/m}^2$. Ο χαλκός έχει έργο εξαγωγής $7,52 \times 10^{-19} \text{ J}$, ενώ στην επιφάνειά του υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια κατά μέσο όρο σε απόσταση $2,30 \times 10^{-10} \text{ m}$ το ένα από το άλλο.

Θα εκτιμήσουμε πρώτα τον χρόνο που θα χρειαζόταν για να ξεκινήσει η εκπομπή φωτοηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου, αν ίσχυε η κλασική ηλεκτρομαγνητική θεωρία.

4.1. Να υπολογίσετε τη συνολική ισχύ που πέφτει στη μεταλλική επιφάνεια.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την ισχύ του προσπίπτοντος φωτός που αντιστοιχεί κατά μέσο όρο σε κάθε ελεύθερο ηλεκτρόνιο της επιφάνειας.

Μονάδες 7

4.3. Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των προηγούμενων ερωτημάτων, να υπολογίσετε τον μέσο χρόνο που θα χρειαζόταν ένα ηλεκτρόνιο για να εκπεμφθεί από τη μεταλλική επιφάνεια, αν ίσχυε η κυματική θεωρία.

Μονάδες 7

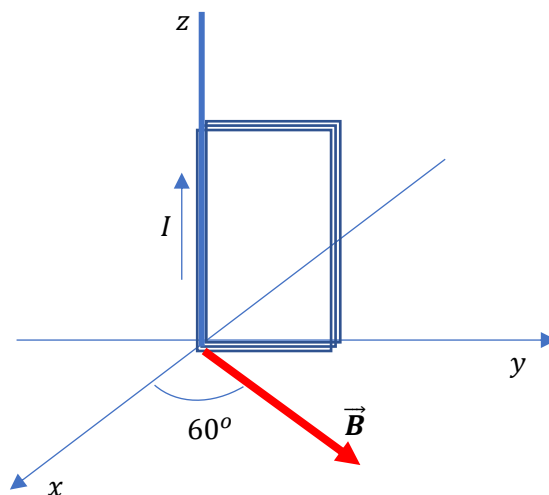
Στην πραγματικότητα, η εκπομπή των φωτοηλεκτρονίων αρχίζει σχεδόν ακαριαία με την πρόσπτωση του φωτός στη χάλκινη επιφάνεια, αρκεί η συχνότητα του φωτός να είναι πάνω από μία συγκεκριμένη τιμή. Αυτό σημαίνει πως η πρόβλεψη του προηγούμενου ερωτήματος δεν ισχύει.

4.4. Εξηγήστε με ποιον τρόπο η σωματιδιακή θεωρία αιτιολογεί τη σχεδόν ακαριαία εκπομπή φωτοηλεκτρονίων.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Στο σχήμα φαίνεται ένα ορθογώνιο πλαίσιο το οποίο έχει 10 σπείρες, διαστάσεις $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 0,2\text{ A}$, ενώ βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,5\text{ T}$. Το διάνυσμα της έντασης του μαγνητικού πεδίου σχηματίζει γωνία 60° με τον άξονα x όπως στο σχήμα. Το πλαίσιο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που συμπίπτει με τον άξονα z (αριστερή κατακόρυφη πλευρά του πλαισίου). Στην άσκηση αυτή θα υπολογίσετε τη ροπή που ασκείται στο πλαίσιο γύρω από τον άξονα περιστροφής και οφείλεται αποκλειστικά στο ομογενές μαγνητικό πεδίο.



4.1. Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκείται σε μία από τις οριζόντιες πλευρές του πλαισίου.

Μονάδες 6

4.2. Να προσδιορίσετε τη μαγνητική δύναμη Laplace που ασκείται σε μία από τις κατακόρυφες πλευρές του πλαισίου.

Μονάδες 8

4.3. Να προσδιορίσετε τη συνισταμένη ροπή στο πλαίσιο.

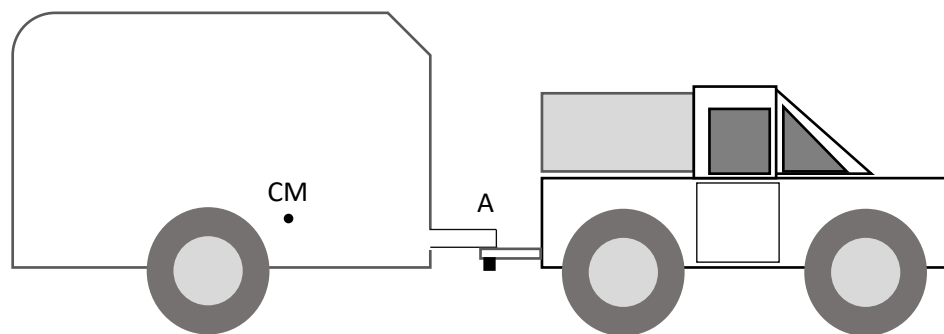
Μονάδες 6

4.4. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης του πλαισίου και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Αυτοκίνητο μεταφέρει ένα ρυμουλκούμενο τροχόσπιτο, κινούμενο σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Το αυτοκίνητο και το τροχόσπιτο συνδέονται στο σημείο A, όπου η ρυμούλκα (το κομμάτι που εξέρχεται από το τροχόσπιτο προς τα εμπρός) συνδέεται με τον κοτσαδόρο (το κομμάτι που εξέρχεται από το αυτοκίνητο προς τα πίσω). Το κέντρο μάζας του τροχόσπιτου (μαζί με το φορτίο του) είναι σημειωμένο στο σχήμα. Το σχήμα είναι **σχεδιασμένο υπό κλίμακα**. Με βάση τις προδιαγραφές, η κατακόρυφη δύναμη στο σημείο A πρέπει να είναι μεταξύ 1500 N και 12000 N . Η μάζα του τροχόσπιτου (μαζί με το φορτίο του) είναι 3.500 kg .



4.1. Στο φύλλο απαντήσεων να σχεδιάσετε ένα απλό αντίγραφο του σχήματος και να σχεδιάσετε τις κατακόρυφες δυνάμεις που ασκούνται στο τροχόσπιτο.

Μονάδες 5

4.2. Να γράψετε τις εξισώσεις που πρέπει να ικανοποιούν οι κατακόρυφες δυνάμεις του ερωτήματος 4.1 κατά την ευθύγραμμη, οριζόντια κίνηση του συστήματος αυτοκινήτου-τροχόσπιτου.

Μονάδες 6

4.3. Να εξηγήσετε τι κίνδυνος υπάρχει αν το μέτρο της κατακόρυφης δύναμης στο σημείο A ξεπερνάει το άνω όριο των προδιαγραφών, και να εξετάσετε αν η δύναμη που ασκείται στο σημείο A είναι ανάμεσα στα όρια που ορίζουν οι προδιαγραφές.

Μονάδες 7

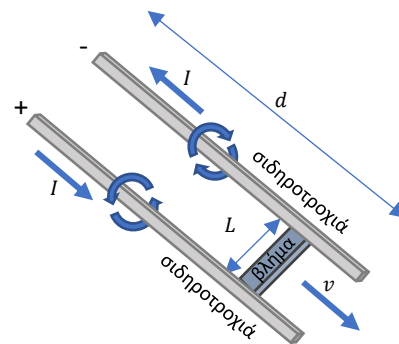
4.4. Θέλουμε το τροχόσπιτο να κουβαλήσει επιπλέον φορτίο 700 kg . Εξηγήστε τι θα συμβεί στην κατακόρυφη δύναμη στο σημείο A αν το τοποθετήσουμε στο μπροστινό μέρος του τροχόσπιτου.

Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών που θα χρειαστείτε, να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που θα σας δοθεί.

ΘΕΜΑ 4

Τα ηλεκτρομαγνητικά όπλα σταθερής τροχιάς (railgun) μπορούν να εκτοξεύσουν βλήματα με υπερβολικά μεγάλη ταχύτητα, επιταχύνοντάς τα με τη βοήθεια μαγνητικής δύναμης Laplace. Σε ένα τυπικό τέτοιο όπλο το μήκος των σιδηροτροχιών κατά μήκος των οποίων το βλήμα επιταχύνεται είναι $d = 6,0 \text{ m}$. Το κύκλωμα κλείνει μέσω του ίδιου του βλήματος. Όταν το βλήμα φτάσει στην άκρη των σιδηροτροχιών, εκτοξεύεται με την ταχύτητα που έχει εκείνη τη στιγμή. Ας υποθέσουμε πως η ταχύτητα με την οποία θα εκτοξευτεί το βλήμα είναι 3000 m/s και πως το βλήμα έχει μάζα 100 kg , ενώ το μήκος του είναι $L = 0,50 \text{ m}$. Υποθέτουμε πως οι σιδηροτροχιές έχουν αμελητέο πάχος.



4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση που έχει κατά μέσο όρο το βλήμα και τη συνισταμένη δύναμη η οποία του ασκείται για όσο βρίσκεται ανάμεσα στις σιδηροτροχιές.

Μονάδες 6

4.2. Αγνοώντας φαινόμενα που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και υποθέτοντας πως η μόνη δύναμη που επιταχύνει το βλήμα είναι η μαγνητική δύναμη Laplace, να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου ανάμεσα στις δύο σιδηροτροχιές είναι περίπου σταθερή και ίση με την ένταση στο μέσο της απόστασης ανάμεσα στις δύο σιδηροτροχιές.

Μονάδες 7

4.3. Αν οι σιδηροτροχιές έχουν αμελητέα αντίσταση, ενώ η αντίσταση του υπόλοιπου κυκλώματος είναι 10Ω , να υπολογίσετε, αγνοώντας φαινόμενα που σχετίζονται με την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή, την απαιτούμενη ΗΕΔ του κυκλώματος και τη συνολική ισχύ που καταναλώνεται λόγω του φαινομένου Joule στους αγωγούς.

Μονάδες 7

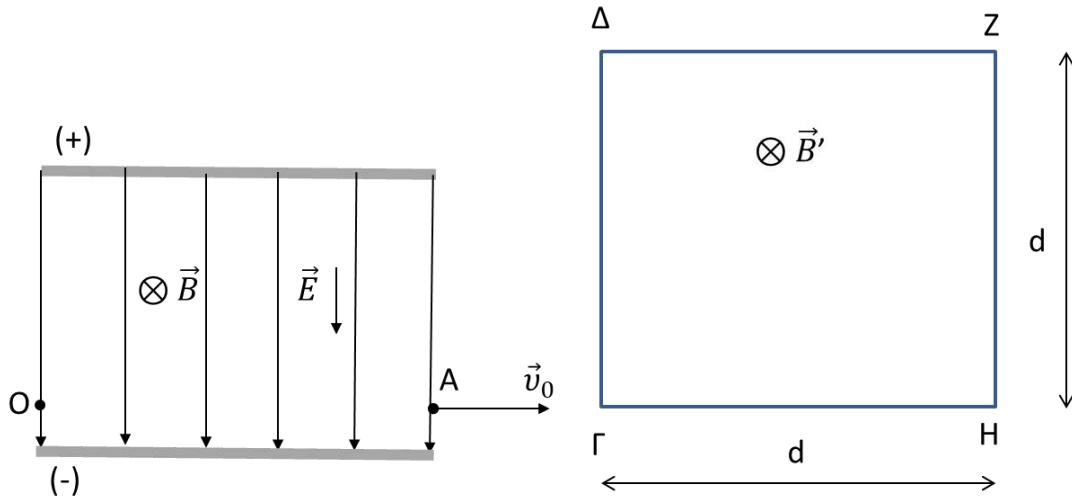
4.4. Να συγκρίνετε την συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε λόγω του φαινομένου Joule στους αγωγούς, με την κινητική ενέργεια που απέκτησε το βλήμα και να σχολιάσετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης.

Μονάδες 5

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο.

ΘΕΜΑ 4

Στο φίλτρο ταχυτήτων του παρακάτω σχήματος η ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο $E = 200 \frac{V}{m}$ και η ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B = 10^{-2} T$. Από το σημείο O του φίλτρου ταχυτήτων εκτοξεύονται μονοσθενή θετικά ιόντα. Τα ιόντα που εξέρχονται από το σημείο A έχουν ταχύτητα $\vec{v}_0$ κάθετη στις δυναμικές γραμμές των δύο πεδίων και δεν έχουν εκτραπεί από την ευθύγραμμη πορεία τους.



Μετά το φίλτρο ταχυτήτων υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$, μέτρου $B' = 2 \cdot 10^{-2} T$ και τετραγωνικής διατομής με πλευρά $d = 20 mm$. Τα ιόντα που βγαίνουν από το φίλτρο ταχυτήτων με ταχύτητα $\vec{v}_0$ μπαίνουν κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}'$. Η είσοδός τους γίνεται από το σημείο Γ, εφαπτομενικά στη ΓΔ και η έξοδος τους από το σημείο Δ, εφαπτομενικά στη ΔΖ. Να θεωρήσετε ότι η κίνηση των ιόντων δεν επηρεάζεται από αντιστάσεις, ούτε από το βαρυτικό πεδίο και να υπολογίσετε:

4.1. Την ταχύτητα με την οποία εκτοξεύεται από το σημείο O κάθε ιόν που φτάνει στο σημείο A έχοντας ταχύτητα $\vec{v}_0$.

Μονάδες 6

4.2. Τη μάζα κάθε ιόντος και το χρονικό διάστημα της κίνησής του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$.

Μονάδες 6

4.3. Τη μεταβολή της ορμής και τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας κάθε ιόντος κατά την κίνησή του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$.

Μονάδες 6

Χωρίς να αλλάξουμε το εύρος του πεδίου και την κατεύθυνση της έντασης μεταβάλλουμε το μέτρο της από B' σε B'' . Παρατηρούμε ότι τα ιόντα που βγαίνουν από το φίλτρο ταχυτήτων με ταχύτητα $\vec{v}_0$ και μπαίνουν κάθετα στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}''$ από το σημείο Γ, εφαπτομενικά στη ΓΔ, εξέρχονται από το σημείο Ζ, εφαπτομενικά στη ΖΗ.

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο B'' της έντασης του μαγνητικού πεδίου, το χρονικό διάστημα της κίνησης κάθε ιόντος μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}''$ και τη στροφορμή κάθε ιόντος κατά την κίνηση του μέσα στο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}''$ ως προς τον άξονα περιστροφής του.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα άτομο με μάζα 54 kg ανεβαίνει σε ένα Ι.Χ. αυτοκίνητο μάζας 1146 kg , με αποτέλεσμα οι αναρτήσεις των τροχών του αυτοκινήτου (όμοια μεταξύ τους ελατήρια) υφίστανται πρόσθετη συμπίεση κατά $1,25\text{ cm}$.

4.1. Να υπολογίσετε τη σταθερά του κάθε ελατηρίου του συστήματος ανάρτησης του αυτοκινήτου.

Μονάδες 6

4.2. Να αποδείξετε πως, αγνοώντας τις δυνάμεις που προκαλούν απόσβεση, το σύστημα μπορεί να εκτελέσει κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε τη σταθερά επαναφοράς της.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τη συχνότητα της ταλάντωσης όταν το αυτοκίνητο περάσει από μία λακκούβα στο δρόμο.

Μονάδες 7

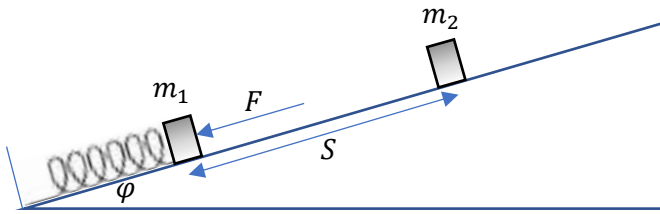
4.4. Τα ελατήρια είναι ρυθμισμένα ώστε να πραγματοποιείται μεν ταλάντωση, όπως περιγράφεται παραπάνω, αλλά η σταθερά απόσβεσης να βρίσκεται πολύ κοντά στην τιμή που κάνει την κίνηση του αυτοκινήτου απεριοδική, και το αυτοκίνητο επιστρέφει πολύ γρήγορα στη θέση ισορροπίας του. Η τιμή αυτή που κάνει την ταλάντωση απεριοδική είναι $b = 14400\text{ kg/s}$. Να εξηγήσετε αν για τις ταλαντώσεις που περιγράφονται στα ερωτήματα 4.1-4.3 η τιμή της σταθεράς b είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από $b = 14400\text{ kg/s}$, και τι θα συμβεί σε αυτήν όσο τα ελατήρια του αυτοκινήτου παλιώνουν.

Μονάδες 6

Για την επιτάχυνση της βαρύτητας να χρησιμοποιηθεί η προσεγγιστική τιμή $g = 10\text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 4

Το ένα άκρο ελατηρίου στερεώνεται στην βάση κεκλιμένου επιπέδου. Στο άλλο άκρο του τοποθετείται σώμα αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$. Το σύστημα ισορροπεί με τη βοήθεια δύναμης $F = 36 \text{ N}$, η οποία ασκείται στο σώμα με διεύθυνση παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο και με φορά προς τα κάτω. Το σώμα δεν είναι στερεωμένο μόνιμα στην άκρη του ελατηρίου. Η συσπείρωση του ελατηρίου είναι $\Delta l = 0,4 \text{ m}$. Η γωνία του κεκλιμένου επιπέδου είναι φ με $\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,8$. Η σταθερά του ελατηρίου είναι $k = 100 \text{ N/m}$. Σε απόσταση $s = 0,75 \text{ m}$ από το σώμα μάζας m_1 υπάρχει άλλο σώμα αμελητέων διαστάσεων μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ το οποίο **συγκρατείται** ακίνητο με τη βοήθεια της τριβής και μίας άλλης δύναμης. Ο συντελεστής τριβής ανάμεσα στο κάθε σώμα και το κεκλιμένο επίπεδο είναι ο ίδιος. Για την επιτάχυνση της βαρύτητας να χρησιμοποιηθεί η προσεγγιστική τιμή $g = 10 \text{ m/s}^2$.



4.1. Εφαρμόζοντας τη συνθήκη ισορροπίας δυνάμεων στο σώμα μάζας m_1 να αποδείξετε πως η ελάχιστη τιμή του συντελεστή τριβής ανάμεσα στα σώματα και στο κεκλιμένο επίπεδο είναι 0,25.

Μονάδες 5

4.2. Η δύναμη F παύει να ασκείται. Για τιμή του συντελεστή τριβής ίση με 0,25, να υπολογίσετε την ταχύτητα v_1 με την οποία το σώμα μάζας m_1 θα φτάσει στη θέση που βρίσκεται το σώμα μάζας m_2 .

Μονάδες 7

4.3. Ακριβώς τη στιγμή που το σώμα μάζας m_1 φτάνει στη θέση που βρίσκεται το σώμα μάζας m_2 , το τελευταίο αφήνεται ελεύθερο, οπότε μεταξύ τους πραγματοποιείται μετωπική ελαστική κρούση με την αρχική ταχύτητα του δεύτερου σώματος να είναι $v_2 = 0$. Να υπολογίσετε τις ταχύτητες των δύο σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.

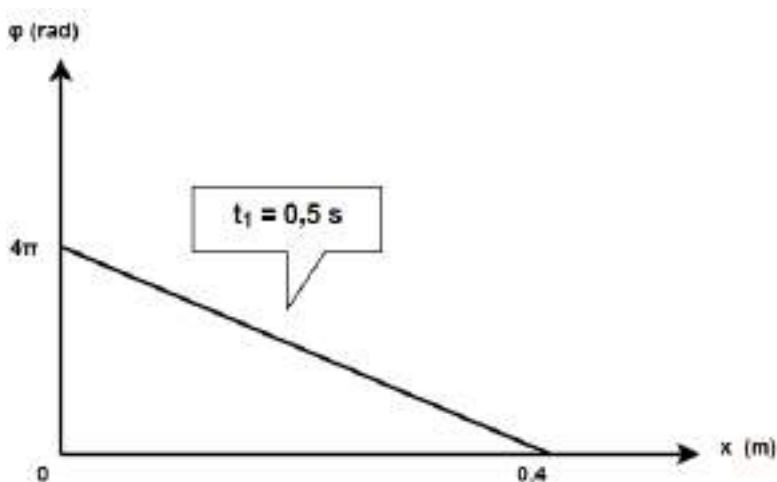
Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε σε πόση απόσταση από το σημείο της κρούσης θα σταματήσει να κινείται για πρώτη φορά το σώμα μάζας m_2 .

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Η πηγή κύματος O αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, που περιγράφεται από την εξίσωση $\psi = A\eta\mu\omega t$. Το εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους $A = 0,05\text{ m}$ διαδίδεται κατά τη θετική φορά σε οριζόντια ελαστική χορδή που εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του άξονα $x'x$. Θεωρούμε ότι το σημείο της χορδής στη θέση $x = 0$ τη χρονική στιγμή $t = 0$ έχει μηδενική απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του και θετική ταχύτητα. Η γραφική παράσταση της φάσης του κύματος φ , την χρονική στιγμή $t_1 = 0,5\text{ s}$, σε σχέση με την απόσταση x από την αρχή του άξονα ($x = 0$) παριστάνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



4.1. Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος ($S.I$) που δημιουργείται.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του ενός σημείου του ελαστικού μέσου, που βρίσκεται στη θέση $x = 0,4\text{ m}$ τη χρονική στιγμή $0,5625\text{ s}$.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης και την επιτάχυνση ενός υλικού σημείου της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x = 0,2\text{ m}$ τη χρονική στιγμή $0,5\text{ s}$.

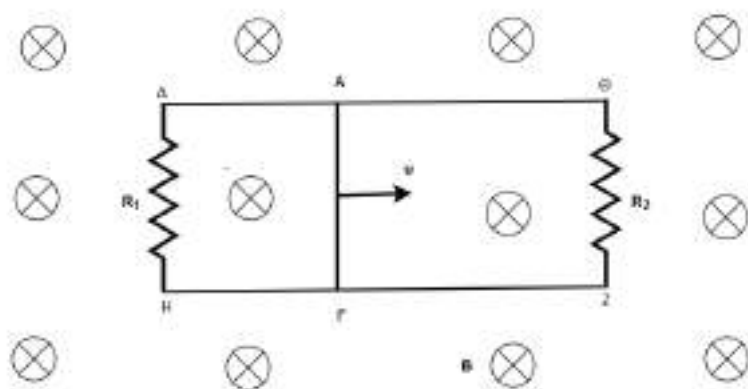
Μονάδες 6

4.4. Να απεικονίσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $T + \frac{T}{4} = 0,3125\text{ s}$

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί $\Delta\theta$ και HZ μεγάλου μήκους και μηδενικής αντίστασης απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{ m}$. Τα άκρα Δ, H συνδέονται με αγωγό αντίστασης $R_1 = 3\ \Omega$ και τα άκρα θ, Z με αγωγό αντίστασης $R_2 = 6\ \Omega$, οπότε σχηματίζεται ένα ορθογώνιο πλαίσιο. Ο αγωγός $ΑΓ$, αντίστασης $R = 2\ \Omega$, μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$, η οποία είναι συνέχεια παράλληλη με τους αγωγούς $\Delta\theta$ και HZ , μένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς και σε επαφή στα σημεία $A, Γ$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{ T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



4.1. Να βρεθούν οι τιμές της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τις αντιστάσεις R_1, R_2 (μονάδες 4) και να υπολογιστεί το επαγωγικό ηλεκτρικό φορτίο που θα έχει περάσει από μια διατομή του αγωγού $ΑΓ$ σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 2\text{ s}$ (μονάδες 3).

Μονάδες 7

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο και να προσδιορίσετε τη φορά της εξωτερικής δύναμης $\vec{F}_{E\xi\omega\tau}$, που πρέπει να ασκούμε διαρκώς στο μέσον του αγωγού $ΑΓ$, κάθετα σε αυτόν και της οποίας η διεύθυνση ανήκει στο επίπεδο των αγωγών, ώστε ο αγωγός να συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Μονάδες 5

4.3. Να εξηγήσετε πώς δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στον αγωγό $ΑΓ$ (μονάδες 3). Πόση είναι η προσφερόμενη μηχανική ισχύς που χρησιμοποιείται τότε για την συγκεκριμένη κίνηση του αγωγού $ΑΓ$ (μονάδες 3);

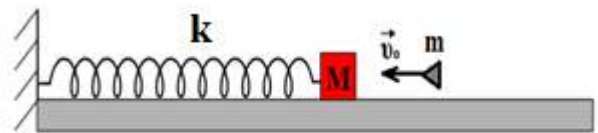
Μονάδες 6

4.4. Να υπολογιστεί το έργο της δύναμης $\vec{F}_{E\xi\omega\tau}$ για το χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 10 \text{ s}$, και να συγκριθεί με το ποσό θερμότητας που απέβαλε το κύκλωμα στο περιβάλλον σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Σώμα μάζας $M = 150\text{ g}$ βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο και είναι προσδεμένο στην άκρη οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 80\text{ N/m}$, η άλλη άκρη του οποίου είναι στερεωμένη ακλόνητα. Το σώμα μάζας M αρχικά ισορροπεί ακίνητο με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Βλήμα μάζας $m = 50\text{ g}$, που κινείται στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα $v_0 = 20\text{ m/s}$, συγκρούεται με το σώμα μάζας M και σφηνώνεται σε αυτό, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.

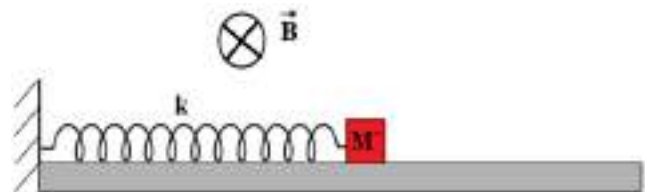


Σχήμα 1

4.1. Να υπολογίσετε το διάστημα που θα διανύσει το συσσωμάτωμα στο χρονικό διάστημα μιας περιόδου T της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει.

Μονάδες 8

Στην άκρη του προηγούμενου οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 80\text{ N/m}$, συνδέουμε τώρα ένα σώμα μάζας $M' = 50\text{ g}$, που είναι αρνητικά φορτισμένο με ηλεκτρικό φορτίο $q = -0,1\text{ C}$. Στην περιοχή που βρίσκεται όλη η διάταξη επικρατεί οριζόντιο



Σχήμα 2

ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\text{ T}$ και φοράς από τον αναγνώστη προς τη σελίδα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Το σώμα μάζας M' αρχικά ισορροπεί ακίνητο με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Κάποια στιγμή, απομακρύνουμε το σώμα μάζας M' οριζόντια κατά d , στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και το αφήνουμε ελεύθερο, με αποτέλεσμα να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο.

4.2. Να υπολογίσετε τη μέγιστη απομάκρυνση d_{max} , που μπορούμε να δώσουμε στο σώμα μάζας M' , έτσι ώστε αυτό να μην χάνει κατά την κίνησή του την επαφή του με το έδαφος.

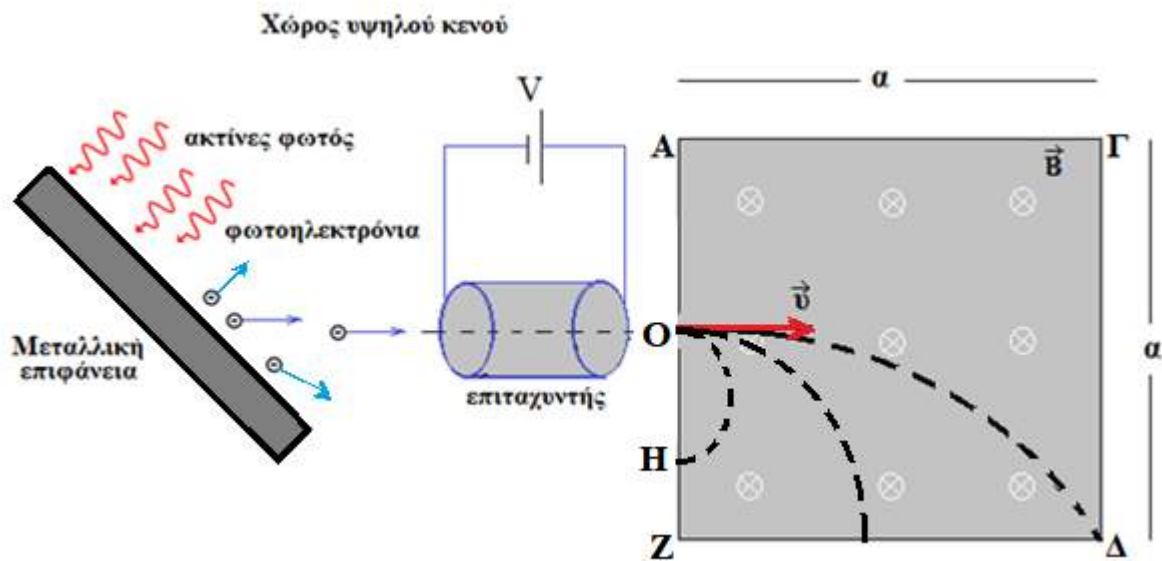
Μονάδες 9

4.3. Όταν το σώμα μάζας $M' = 50\text{ g}$, ισορροπεί ακίνητο με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος, το απομακρύνουμε οριζόντια προς τα δεξιά κατά $d = 0,1\text{ m}$, στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και το αφήνουμε ελεύθερο, με αποτέλεσμα να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση πάνω στο λείο οριζόντιο επίπεδο. Να υπολογίσετε τη δύναμη *Lorentz* που ασκείται στο σώμα μάζας M' όταν βρεθεί για πρώτη φορά σε απομάκρυνση $x = +0,05\text{ m}$ από τη θέση ισορροπίας του, θεωρώντας ως θετική φορά στην ταλάντωση εκείνη κατά την οποία το ελατήριο επιμηκύνεται.

Μονάδες 8

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10\text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ 4



Στο σχήμα απεικονίζεται μια μεταλλική επιφάνεια που βρίσκεται σε χώρο όπου έχουμε υψηλό κενό. Πάνω σε αυτή προσπίπτει μονοχρωματική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καθορισμένης συχνότητας. Τα φωτοηλεκτρόνια που εκπέμπονται διέρχονται από έναν επιταχυντή, τάσης $V = 160 \text{ V}$ και στην συνέχεια περνούν σε περιοχή όπου επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο τετραγωνικής διατομής με πλευρά $a = 8 \text{ cm}$, με δυναμικές γραμμές κάθετες στην ταχύτητα των φωτοηλεκτρονίων και ένταση μέτρου $B = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$. Το έργο εξαγωγής της μεταλλικής επιφάνειας είναι $\varphi = 12 \text{ eV}$. Τα φωτοηλεκτρόνια που εξάγονται από τη μεταλλική επιφάνεια μπορούν να κινούνται σε διάφορες διευθύνσεις. Με κατάλληλο πέτασμα εξασφαλίζουμε ότι θα εισέλθουν στο μαγνητικό πεδίο μόνο όσα ακολουθήσουν ευθύγραμμη και οριζόντια πορεία. Η είσοδος στο μαγνητικό πεδίο γίνεται από το μέσο O της πλευράς AZ . Στη συνέχεια τα φωτοηλεκτρόνια διαγράφουν τμήμα κυκλικών τροχιών και εξέρχονται από σημεία των (OZ) και $(Z\Delta)$.

Να υπολογίσετε:

4.1. το μέγιστο μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ώστε να έχουμε εξαγωγή φωτοηλεκτρονίων. Σε ποια περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται αυτό;

Μονάδες 8

4.2. την ελάχιστη απόσταση (OH) .

Μονάδες 8

4.3. Για ποια τιμή του μήκους κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας τα φωτοηλεκτρόνια βγαίνουν από την κορυφή Δ ; Σε ποια περιοχή του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας βρίσκεται αυτό;

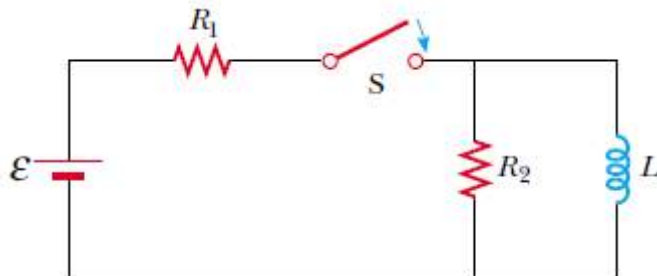
Μονάδες 9

Να θεωρήσετε ότι δεν έχουμε σχετικιστικά φαινόμενα.

Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

ΘΕΜΑ 4

Στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος η πηγή έχει Η.Ε.Δ. $\mathcal{E} = 12\text{ V}$ και αμελητέα εσωτερική αντίσταση, ενώ οι αντιστάτες έχουν αντίσταση $R_1 = 5\Omega$ και $R_2 = 1\Omega$. Το πηνίο είναι ιδανικό και έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L , ενώ οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση. Αρχικά ο διακόπτης S είναι ανοιχτός και το κύκλωμα δεν διαρρέεται από ρεύμα. Την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη.



4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη και μετά από αρκετό χρόνο, όταν θα έχουν αποκατασταθεί οι τελικές τιμές των ρευμάτων.

Μονάδες 6

4.2. Αφού αποκατασταθούν οι τελικές τιμές των ρευμάτων, ανοίγουμε το διακόπτη. Να καθορίσετε ποιοι κλάδοι του κυκλώματος εξακολουθούν να διαρρέονται από ρεύμα και να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος.

Μονάδες 6

4.3. Κάποια χρονική στιγμή t_1 μετά το άνοιγμα του διακόπτη, διαπιστώθηκε ότι το ρεύμα στον αντιστάτη R_2 είναι $i_1 = 0,3\text{ A}$ και το ρεύμα στο πηνίο μειώνεται με ρυθμό $\frac{di}{dt} = -10 \frac{\text{A}}{\text{s}}$. Να υπολογιστεί ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου και ο ρυθμός απώλειας ενέργειας του πηνίου την χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

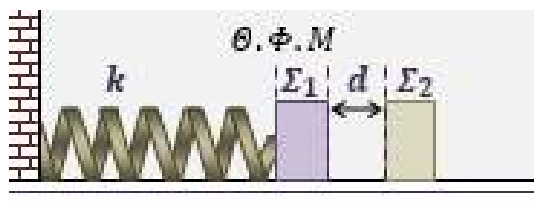
4.4. Αν το χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο είναι $\Delta t = 0,2\text{ s}$ να υπολογίσετε τη μέση θερμική ισχύ που θα παραχθεί στους ωμικούς αντιστάτες σε αυτό το χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα σώμα Σ_1 , αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m_1 = 500 \text{ g}$, είναι στερεωμένο στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου στηρίζεται σε ακλόνητο σημείο. Το σύστημα βρίσκεται πάνω σε οριζόντιο λείο δάπεδο και αρχικά ισορροπεί με το ελατήριο στο φυσικό του μήκος.

Πάνω στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και σε απόσταση $d = 0,1 \cdot \sqrt{3} \text{ m}$ από το Σ_1 , βρίσκεται ακίνητο δεύτερο σώμα Σ_2 επίσης αμελητέων διαστάσεων και μάζας $m_2 = 4 \text{ kg}$.



Εκτρέπουμε το σύστημα ελατηρίου-σώματος Σ_1 από τη θέση ισορροπίας του, μετατοπίζοντας το Σ_1 οριζόντια κατά $A = 0,2 \cdot \sqrt{3} \text{ m}$ πάνω στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου, έτσι ώστε το ελατήριο να συσπειρώνεται και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 θα συγκρουστούν με πλαστική κρούση ασήμαντης χρονικής διάρκειας.

Να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος Σ_1 ελάχιστα πριν την κρούση.

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_1 , ελάχιστα πριν την κρούση.

Μονάδες 6

4.3. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση.

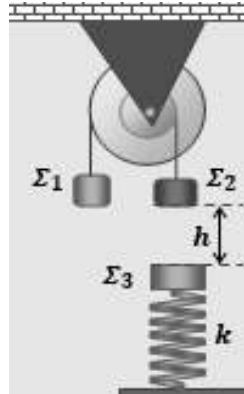
Μονάδες 7

4.4. Το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος, αμέσως μετά την πλαστική κρούση.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Η διπλή τροχαλία του σχήματος αποτελείται από δύο ομοαξονικές τροχαλίες με ακτίνες R_1 και R_2 , για τις οποίες ισχύει $R_1 = 2 \cdot R_2$. Οι δύο τροχαλίες αποτελούν ένα ενιαίο στερεό το οποίο μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον οριζόντιο άξονα στο κέντρο του. Στα αυλάκια της διπλής τροχαλίας έχουμε τυλίξει αβαρή νήματα και στο άκρο τους αντίστοιχα έχουμε δέσει τα σώματα Σ_1 μάζας m_1 και Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$. Αρχικά η διπλή τροχαλία και τα σώματα Σ_1 και Σ_2 ισορροπούν ακίνητα, όπως στο σχήμα.



Κάποια στιγμή το νήμα που κρατάει το σώμα Σ_2 κόπηκε και το σώμα αυτό, με ελεύθερη πτώση, πέφτει και συγκρούεται με άλλο σώμα Σ_3 , το κέντρο του οποίου βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη με το κέντρο του Σ_2 , σε απόσταση $h = 0,45 \text{ m}$ κάτω από αυτό. Το σώμα Σ_3 έχει μάζα $m_3 = 2 \text{ kg}$ και αρχικά ισορροπεί ακίνητο, δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στο δάπεδο, όπως στο σχήμα. Η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική, ασήμαντης χρονικής διάρκειας και το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί αμέσως μετά, κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση.

Να υπολογίσετε:

4.1. Τη μάζα m_1 του σώματος Σ_1 .

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της ταχύτητας του συσσωματώματος που δημιουργείται από τα σώματα Σ_2 και Σ_3 , αμέσως μετά την πλαστική κρούση μεταξύ τους.

Μονάδες 6

4.3. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος μετά την κρούση.

Μονάδες 7

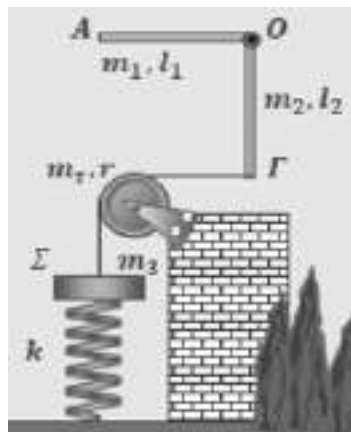
4.4. Το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος, αμέσως μετά την πλαστική κρούση.

Μονάδες 6

Να υποθέσετε ασήμαντες τις αντιστάσεις αέρα και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Δύο λεπτές, ισοπαχείς και ομογενείς ράβδοι (OA) και (OG), έχουν συγκολληθεί στο κοινό τους άκρο O , έτσι ώστε να κινούνται σαν ένα σώμα και να είναι κάθετες μεταξύ τους. Στο κοινό άκρο O των δύο ράβδων προσαρμόσαμε σταθερό άξονα, οριζόντιο και κάθετο στο επίπεδό τους, γύρω από τον οποίο μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα, χωρίς τριβές, όπως στο σχήμα. Οι δύο ράβδοι έχουν μάζες $m_{(OA)} = m_1 = 6 \text{ kg}$ και $m_{(OG)} = m_2 = 3 \text{ kg}$. Τα μήκη των δύο ράβδων είναι ίσα και δίνονται $l_1 = l_2 = l = 2,5 \text{ m}$. Στο άκρο Γ της ράβδου OG , δέσαμε το ένα άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος. Το νήμα τεντωμένο και οριζόντιο περνάει στο αυλάκι μιας τροχαλίας μάζας $m_\tau = 1 \text{ kg}$ και ακτίνας r , η οποία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα στο κέντρο της. Το νήμα μετά την τροχαλία τεντωμένο και κατακόρυφο, δένεται σε σώμα Σ , μάζας $m_3 = 3 \text{ kg}$, το οποίο είναι στερεωμένο στο πάνω άκρο ιδανικού, κατακόρυφου και αβαρούς ελατηρίου, σταθεράς $k = 300 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο, όπως στο σχήμα. Το κέντρο μάζας του Σ βρίσκεται στην κατακόρυφη ευθεία του άξονα του ελατηρίου.



Αρχικά η διάταξη ισορροπεί, με όλα τα σώματα ακίνητα και τα κέντρα τους στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.

4.1 Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης ($\vec{T}$) του νήματος, την οποία δέχεται η ράβδος (OG) στο άκρο Γ .

Μονάδες 6

4.2 Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης ($\vec{F}$), την οποία δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, κόψαμε το νήμα, με αποτέλεσμα το σώμα Σ να τεθεί σε κατακόρυφη ταλάντωση.

4.3 Να δείξετε ότι η ταλάντωση του σώματος Σ είναι απλή αρμονική και να υπολογίσετε την περίοδό της.

Μονάδες 6

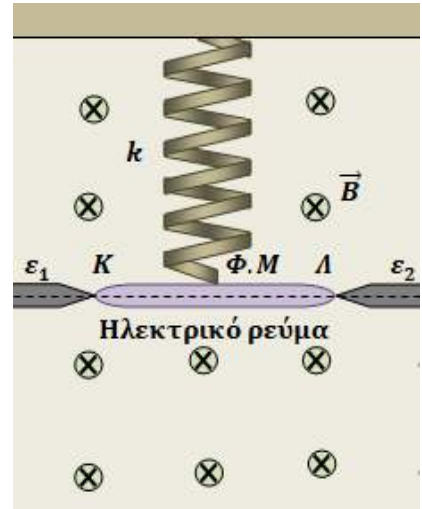
4.4 Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης και τη μέγιστη δυναμική ενέργεια του συστήματος εξαιτίας του παραμορφωμένου ελατηρίου.

Μονάδες 7

Οι αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας θεωρείται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

ΘΕΜΑ 4

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός $K\Lambda$, μήκους $l = 20 \text{ cm}$ και μάζας $m = 200 \text{ g}$, είναι στερεωμένος στο κάτω άκρο ιδανικού κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το πάνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οροφή, έτσι ώστε ο αγωγός να είναι πάντα οριζόντιος. Αρχικά τα άκρα του αγωγού $K\Lambda$ είναι σε αγωγή επαφή με δύο μεταλλικές επαφές $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ οι οποίες δεν ασκούν καμία δύναμη στήριξης στον αγωγό, απλά η επαφή μαζί τους έχει ως αποτέλεσμα αυτός να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης και φοράς. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ μέτρου $B = 4 \text{ T}$, με αποτέλεσμα ο αγωγός $K\Lambda$, να ισορροπεί ακίνητος και το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Στο σχήμα βλέπετε μια όψη αυτής της υποθετικής διάταξης, με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου να κατευθύνονται από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Να θεωρήσετε $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας.



4.1. Να προσδιορίσετε την ένταση και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό $K\Lambda$.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, με τη βοήθεια αυτοματισμού που υπάρχει στη διάταξη, απομακρύνονται ακαριαία οι δύο επαφές $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ με αποτέλεσμα ο αγωγός $K\Lambda$ να πάψει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να αρχίσει να ταλαντώνεται. Οι αντιστάσεις αέρα μπορούν να αγνοηθούν.

4.2. Να αποδείξετε ότι η ταλάντωση που εκτελεί ο αγωγός $K\Lambda$ είναι απλή αρμονική και να υπολογίσετε την κυκλική συχνότητά της.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ελατηρίου στη διάρκεια της ταλάντωσης του αγωγού $K\Lambda$.

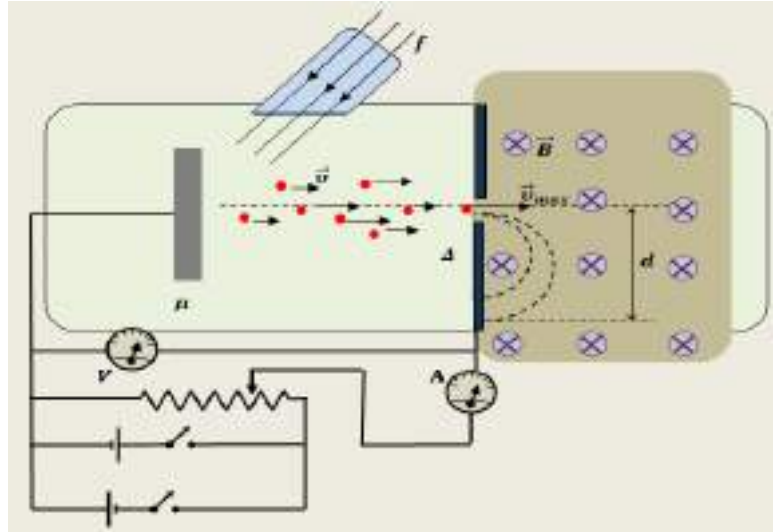
Μονάδες 6

4.4. Να εκφράσετε τη διαφορά δυναμικού $V_K - V_\Lambda$ που επάγεται στα άκρα του αγωγού $K\Lambda$, ως συνάρτηση του χρόνου από τη στιγμή που άρχισε η ταλάντωσή του.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Με τη βοήθεια μιας συσκευής παρατήρησης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, δημιουργήσαμε μια πειραματική διάταξη μέτρησης της σταθεράς δράσης του Planck (h), η οποία φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η κάθοδος αποτελείται από μέταλλο (μ), με άγνωστο έργο εξαγωγής (φ) και φωτίζεται κατάλληλα μέσω παραθύρου εισόδου του φωτός. Η άνοδος είναι μια μεταλλική επίπεδη επιφάνεια με οπή σε κατάλληλη θέση, ώστε να περνά μια δέσμη ηλεκτρονίων που κατευθύνονται προς αυτή από την κάθοδο, όταν συμβαίνει φωτοηλεκτρικό φαινόμενο. Στο χώρο πίσω από την κάθοδο μπορεί να ενεργοποιείται ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στη δέσμη των



ηλεκτρονίων, παράλληλο με την επιφάνεια της ανόδου, το οποίο δεν επηρεάζει την κίνηση των ηλεκτρονίων στο χώρο μεταξύ καθόδου και ανόδου, όταν ενεργοποιείται, όπως στο σχήμα. Επίσης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η κίνηση των ηλεκτρονίων, μέσα στο μαγνητικό πεδίο πίσω από την επιφάνεια της ανόδου, δεν επηρεάζεται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ ανόδου-καθόδου. Με τη βοήθεια της διάταξης, βρήκαμε ότι η συχνότητα κατωφλίου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Όταν η κάθοδος φωτίζεται με μονοχρωματικό υπεριώδες φως, συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, δημιουργείται δέσμη ηλεκτρονίων και αν ενεργοποιήσουμε το μαγνητικό πεδίο, χωρίς να εφαρμόσουμε εξωτερική τάση μεταξύ ανόδου-καθόδου, τα ηλεκτρόνια εκτελούν ημικυκλικές τροχιές στο χώρο του μαγνητικού πεδίου και αφήνουν στίγματα σε κατάλληλο υλικό το οποίο αποτελεί την πίσω επιφάνεια της ανόδου. Η μέγιστη διάμετρος που καταγράψαμε στη διάρκεια του πειράματος για τις τροχιές αυτές, είναι $d = 4 \text{ mm}$, όταν η ένταση του μαγνητικού πεδίου ήταν $B = 3 \text{ mT}$. Το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου είναι $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και η μάζα του $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

4.1. Να υπολογίσετε σε eV τη μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων ηλεκτρονίων για τη συχνότητα f του φωτός με το οποίο φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.

Μονάδες 6

4.2. Από τα δεδομένα του πειράματος να υπολογίσετε τη σταθερά του Planck σε μονάδες $\text{eV} \cdot \text{s}$, αλλά και $\text{J} \cdot \text{s}$.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής φ σε eV , από την επιφάνεια του μετάλλου της καθόδου, χρησιμοποιώντας για τη σταθερά του Planck, την τιμή που υπολογίσατε στο προηγούμενο ερώτημα.

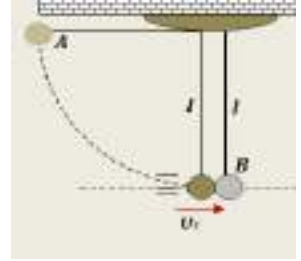
Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την τάση αποκοπής για την συχνότητα f με την οποία φωτίζεται το μέταλλο της καθόδου.

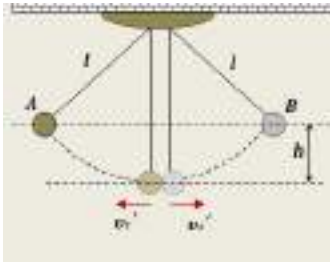
Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Δύο μικρές σφαίρες A και B , με ίσες ακτίνες και μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, έχουν δεθεί στα κάτω άκρα μη ελαστικών νημάτων ίσου μήκους l , τα πάνω άκρα των οποίων είναι δεμένα στην ίδια οροφή (σχήμα). Όταν οι δύο σφαίρες ισορροπούν ακίνητες, τα νήματα που τις κρατούν είναι κατακόρυφα, οι σφαίρες εφάπτονται και τα κέντρα τους είναι στην ίδια οριζόντια ευθεία. Εκτρέπουμε τη



σφαίρα A από την αρχική θέση ισορροπίας της και την φέρνουμε σε θέση, όπου το κέντρο της ανήκει στο αρχικό κατακόρυφο επίπεδο και το νήμα της είναι τεντωμένο και οριζόντιο. Από τη θέση αυτή την



αφήνουμε ελεύθερη να κινηθεί, οπότε συγκρούεται με τη B κεντρικά και ελαστικά. Οι αντιστάσεις αέρα αγνοούνται και διαπιστώσαμε ότι μετά την κρούση οι δύο σφαίρες κινούνται αντίθετα και φτάνουν ταυτόχρονα στο ίδιο ύψος ως προς το αρχικό οριζόντιο επίπεδο ηρεμίας τους (σχήμα).

Δίνεται ότι η μάζα της σφαίρας A είναι $m_1 = 300 \text{ g}$, το μήκος των νημάτων

$l = 0,8 \text{ m}$ και ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας μπορεί να θεωρηθεί $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Για διευκόλυνση πράξεων, δίνεται κατά προσέγγιση ότι ισχύει $\sqrt{7} \cong \frac{8}{3}$.

Να υπολογίσετε:

4.1. Τη μάζα m_2 της σφαίρας B .

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής της σφαίρας A ακριβώς πριν την σύγκρουσή της με την ακίνητη B , ενώ το νήμα της έχει γίνει κατακόρυφο.

Μονάδες 6

4.3. Το μέτρο του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας A , ως προς άξονα στο σημείο O γύρω από το οποίο περιστρέφεται, κατά την κίνησή της από το σημείο που την αφήσαμε ελεύθερη να κινηθεί, μέχρι την σύγκρουσή της με τη σφαίρα B .

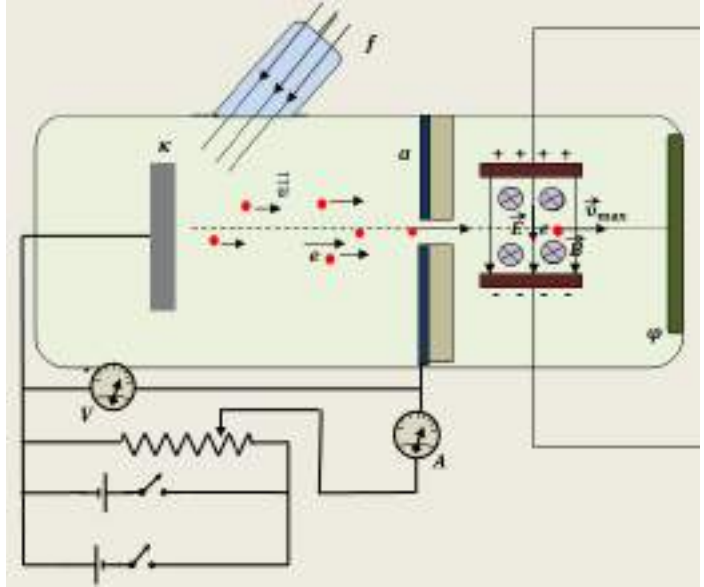
Μονάδες 6

4.4 Το μέτρο του μέγιστου ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας B , ως προς άξονα στο σημείο O' γύρω από το οποίο περιστρέφεται, κατά την κίνησή της μετά την κρούση των δύο σφαιρών.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Στο σωλήνα υψηλού κενού, μιας συσκευής μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, το μέταλλο της καθόδου (κ) φωτίζεται με ακτινοβολία από κατάλληλο παράθυρο. Η άνοδος (α), είναι μια επίπεδη μεταλλική επιφάνεια με κατάλληλη οπή στο κέντρο της από την οποία διέρχεται η δέσμη των ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόνια που περνούν στο χώρο πίσω από την άνοδο δεν επηρεάζονται καθόλου από το ηλεκτρικό πεδίο που επικρατεί μεταξύ ανόδου και καθόδου της συσκευής.



Η δέσμη των ηλεκτρονίων μετά την άνοδο, περνάει από την περιοχή μεταξύ δύο οριζόντιων φορτισμένων μεταλλικών πλακών (σχήμα) που παράγουν ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$, παράλληλο στην επιφάνεια της ανόδου και κάθετο στην διεύθυνση κίνησης της δέσμης των ηλεκτρονίων. Στην ίδια περιοχή έχουμε δημιουργήσει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, το μέτρο της οποίας μπορούμε να μεταβάλλουμε. Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετη στην δέσμη των ηλεκτρονίων αλλά και στην κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου, έτσι ώστε η δύναμη Lorentz ($\vec{F}_L$) που δέχονται τα ηλεκτρόνια από αυτό, να είναι αντίθετης κατεύθυνσης από την δύναμη ($\vec{F}_{\eta\lambda}$) που δέχονται από το ηλεκτρικό πεδίο. Τα δύο πεδία ισοδυναμούν με ένα «φίλτρο ταχυτήτων», αφού επιτρέπουν την ευθύγραμμη διάδοση μόνο εκείνων των ηλεκτρονίων που έχουν ορισμένη ταχύτητα. Στο δεξιό άκρο του αερόκενου σωλήνα, έχουμε στρώσει φωτογραφικό φιλμ (φ), στο οποίο τα ηλεκτρόνια αφήνουν ίχνος.

Φωτίσαμε το μέταλλο της καθόδου με ακτινοβολία συχνότητας $f = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz. Όταν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο φίλτρο ταχυτήτων έχει μέτρο $E = 3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, βρήκαμε ότι το ελάχιστο μέτρο της έντασης μαγνητικού πεδίου στην ίδια περιοχή, για την οποία ηλεκτρόνια περνούν ανεπηρέαστα προς τη φωτογραφική επιφάνεια φ , είναι $B_{\min} = 3 \text{ mT}$. Να θεωρήσετε ότι η μάζα του ηλεκτρονίου είναι $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

4.1 Να υπολογίσετε σε eV, τη μέγιστη κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων που εξέρχονται από το μέταλλο της καθόδου, για τη συγκεκριμένη συχνότητα ακτινοβολίας.

Μονάδες 7

4.2. Αν δίνεται ότι η συχνότητα κατωφλίου για το μέταλλο της καθόδου είναι $f_0 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, να υπολογίσετε τη σταθερά δράσης του Planck, όπως αυτή προσδιορίζεται από τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος.

Μονάδες 6

4.3. Χρησιμοποιώντας για τη σταθερά Planck, την τιμή που προσδιορίσατε στο προηγούμενο ερώτημα, να υπολογίσετε σε eV το έργο εξαγωγής φ του μετάλλου της καθόδου.

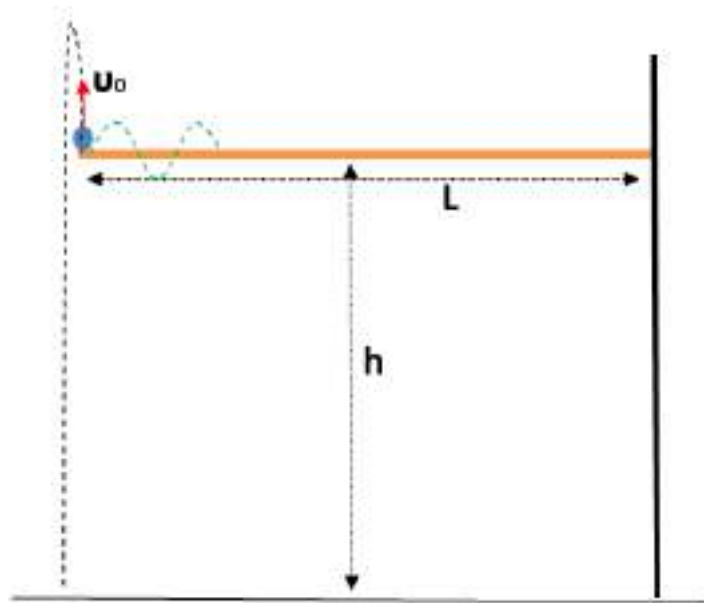
Μονάδες 6

4.4. Για τη συχνότητα ακτινοβολίας $f = 1,5 \cdot 10^{15}$ Hz, που χρησιμοποιήσαμε στο παραπάνω πείραμα, να υπολογίσετε την τάση αποκοπής.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Σημειακό σώμα πέφτει στο ακραίο σημείο οριζώντιου γραμμικού ελαστικού μέσου, μήκους $L = 6,125\text{m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο, σε ύψος $h = 15\text{m}$ από το έδαφος.



Το σώμα μετά την κρούση, αναγκάζει το άκρο του ελαστικού μέσου να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος $A = 0,4\text{m}$. Το χρονικό διάστημα για να ξαναπεράσει το άκρο του ελαστικού μέσου για πρώτη φορά από την θέση ισορροπίας του είναι $t = \frac{1}{50}\text{s}$. Εκείνη τη στιγμή το σώμα αποχωρίζεται από το ελαστικό μέσο και εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα $u_0 = 10\text{m/s}$. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) και θεωρούμε ότι δεν ασκούνται δυνάμεις αντίστασης σε κανένα σώμα.

4.1. Να υπολογίσετε σε πόσο χρόνο το σώμα θα φθάσει στο έδαφος.

Μονάδες 8

4.2. Από το ταλαντούμενο άκρο του ελαστικού μέσου ξεκινά να διαδίδεται εγκάρσιο κύμα με νέα συχνότητα διπλάσια από εκείνη που ταλαντώνονταν πριν εκτοξευτεί το σώμα. Αν η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι $v_\delta = 25\text{m/s}$, να γράψετε:

(i) την εξίσωση του τρέχοντος κύματος (πριν συμβεί ανάκλαση του κύματος στο ακλόνητο άκρο) και

(ii) την εξίσωση του στιγμιότυπου του κύματος την χρονική στιγμή $t' = 0,2\text{s}$

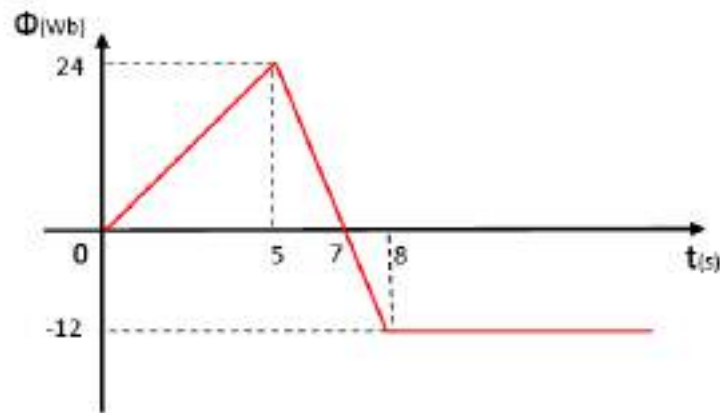
Μονάδες 8

4.3. Για το μήκος του ελαστικού μέσου ($L = 6,125\text{m}$) που δόθηκε, να εξετάσετε αν θα δημιουργηθεί στάσιμο κύμα και εφόσον δημιουργηθεί να προσδιορίσετε τον αριθμό των δεσμών και των κοιλιών του πάνω στο μέσο.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Το διάγραμμα περιγράφει την μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από ένα κλειστό τετραγωνικό πλαίσιο:



Το πλαίσιο πλευράς $a = 0,1\text{m}$ παρουσιάζει αντίσταση ανά μονάδας μήκους $R^* = 200 \Omega/\text{m}$.

4.1. Να αποδώσετε γραφικά την μεταβολή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος και της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο.

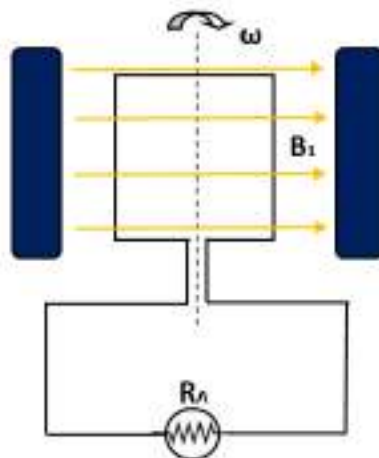
Μονάδες 8

Μετά την χρονική στιγμή $t = 8\text{s}$ καταργείται κάθε άλλο μαγνητικό πεδίο και το πλαίσιο κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v = 10\text{m/s}$ κάθετη σε μια πλευρά του και παράλληλη στην επιφάνειά του, αρχίζει να εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{T}$ που είναι κάθετο στην επιφάνεια του πλαισίου.

4.2. Να υπολογίσετε την χρονική διάρκεια εισόδου του πλαισίου στο νέο μαγνητικό πεδίο και την εξωτερική δύναμη που το κινεί.

Μονάδες 8

Αφού ολοκληρωθεί η είσοδος του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο, το ακινητοποιούμε. Συνδέουμε το πλαίσιο με λαμπτήρα που έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας (100V, 50W). Εφαρμόζουμε νέο μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1 = 10\sqrt{2} \text{ T}$, όπως φαίνεται στο σχήμα:



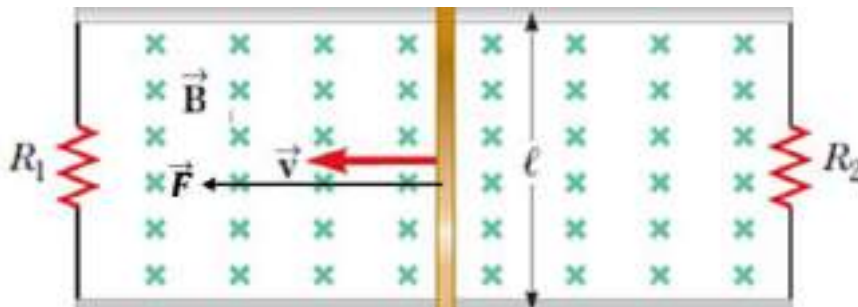
Αμέσως μετά περιστρέφουμε το πλαίσιο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα ω .

4.3. Θεωρώντας αμελητέα την αντίσταση των αγωγών σύνδεσης του λαμπτήρα στο πλαίσιο, να προσδιορίσετε την γωνιακή ταχύτητα ω , ώστε ο λαμπτήρας να λειτουργεί κανονικά.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Μια αγώγιμη ράβδος μήκους $\ell = 40 \text{ cm}$ μπορεί να ολισθαίνει ελεύθερα σε δύο παράλληλες αγώγιμες ράβδους. Οι παράλληλες ράβδοι και η ράβδος μήκους ℓ έχουν αμελητέα αντίσταση. Δύο αντιστάτες με αντίσταση $R_1 = 2 \Omega$ και $R_2 = 4 \Omega$ συνδέονται στα άκρα των παράλληλων ράβδων όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σύστημα βρίσκεται στο εσωτερικό ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $B = 2,5 \text{ T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές κατευθύνονται κάθετα προς τη σελίδα. Μία οριζόντια εξωτερική δύναμη F ασκείται κάθετα στην ράβδο και στο μαγνητικό πεδίο προς τα αριστερά με αποτέλεσμα η ράβδος να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Να απαντήσετε στα επόμενα ερωτήματα, τα οποία αναφέρονται στο χρονικό διάστημα της κίνησης της ράβδου με σταθερή ταχύτητα πριν φτάσει στην αντίσταση R_1 .

4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη.

Μονάδες 6

4.2. Να βρείτε την ενέργεια που καταναλώνει καθεμιά από τις αντιστάσεις R_1 και R_2 όταν η ράβδος μετατοπιστεί κατά $d = 2 \text{ m}$.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την εξωτερική δύναμη F που δέχεται η ράβδος.

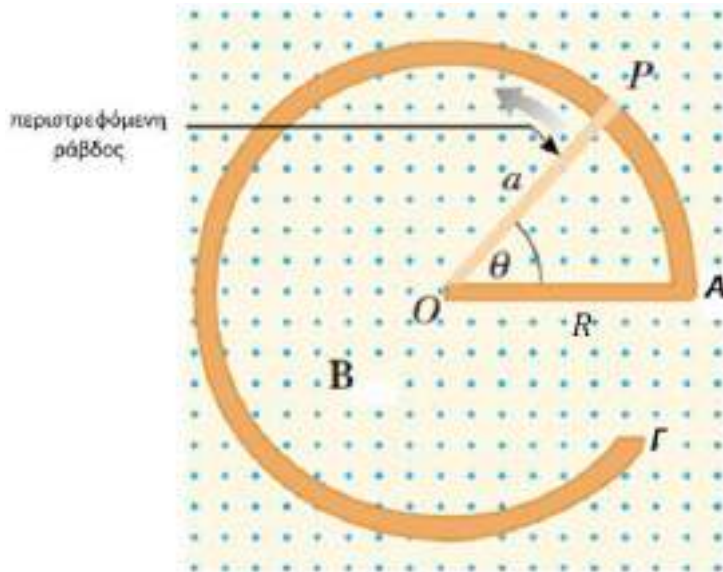
Μονάδες 6

4.4. Ποιο ποσοστό του προσφερόμενου ρυθμού ενέργειας από την δύναμη F στην ράβδο, καταναλώνεται στον αντιστάτη R_2 ;

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Το παρακάτω σχήμα δείχνει έναν ακίνητο αγωγό του οποίου το σχήμα είναι παρόμοιο με το αγγλικό γράμμα e. Η ακτίνα του κυκλικού τμήματος με κέντρο το O είναι $R = 50 \text{ cm}$. Τοποθετείται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,5 \text{ T}$ κάθετο στο επίπεδο του αγωγού και με κατεύθυνση προς τον αναγνώστη. Μια ευθύγραμμη αγωγίμη ράβδος, μήκους $a = 0,5 \text{ m}$ μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το άκρο της O. Την χρονική στιγμή $t = 0$ το άκρο P της ράβδου βρίσκεται στο σημείο A και η ράβδος κινείται αριστερόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Σε όλη την διάρκεια της κίνησης η ράβδος είναι σε επαφή με τον ακίνητο αγωγό. Το μήκος του μη κυρτού τόξου ΑΓ είναι $s_{AG} = 2,8 \text{ m}$.



4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του άκρου P και την επαγωγική τάση στα άκρα της ράβδου OP.

Μονάδες 6

4.2. Εάν όλο το αγωγίμο υλικό (ράβδος και ακίνητος αγωγός) έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \frac{\Omega}{\text{m}}$ ποιο είναι το επαγωγικό ρεύμα στον βρόχο POAP τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,25 \text{ s}$;

Μονάδες 6

4.3. Να απεικονίσετε γραφικά την επίκεντρη γωνία που διαγράφει η ράβδος OP ως συνάρτηση του χρόνου μέχρι το άκρο της P να φτάσει στο σημείο Γ.

Μονάδες 6

4.4. Να εκφράσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον βρόχο POAP ως συνάρτηση του χρόνου μέχρι το άκρο P να φτάσει στο σημείο Γ και να υπολογίσετε την ελάχιστη τιμή του.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Φορτισμένο σωματίο μάζας $m = 150\text{g}$ και φορτίου $q = +1,2\text{mC}$ κινείται αριστερόστροφα σε κατακόρυφη κυκλική τροχιά ακτίνας $R = \frac{0,1}{\pi} \text{ m}$ με ταχύτητα σταθερού μέτρου $v = 100 \text{ m/s}$. Να υπολογίσετε:

4.1. Την ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο της κυκλικής του τροχιάς.

Μονάδες 7

Κάποια στιγμή καταργούνται οι δυνάμεις που ανάγκαζαν το σωματίο να κινείται κυκλικά και ενώ αυτό βρισκόταν στην κατώτερη θέση της τροχιάς του. Το σωματίο αφού διάνυσε απόσταση $x = 82,5 \text{ cm}$ δεχόμενο μόνο μια σταθερή δύναμη αντίστασης $F = 0,9 \text{ KN}$ οριζόντια και αντίθετη στη φορά της ταχύτητάς του, εισέρχεται σε μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Την στιγμή εκείνη καταργείται η δύναμη αντίστασης. Αν η ένταση του μαγνητικού πεδίου, στο οποίο εισέρχεται το φορτίο, είναι $B = 20 \text{ T}$, να υπολογίσετε:

4.2. Την ακτίνα της νέας τροχιάς του σωματίου.

Μονάδες 7

4.3. Πόσο θα μεταβάλλονταν η περίοδος της κίνησής του αν:

- i] διπλασιάζαμε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία εισέρχονταν το σωματίο στο μαγνητικό πεδίο
- ii] διπλασιάζαμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο οποίο εισέρχονταν

Μονάδες 6

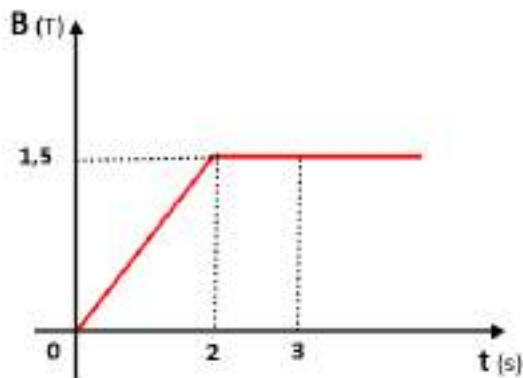
4.4. Ποια θα ήταν η ένταση ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που θα έπρεπε να εφαρμόσουμε κατάλληλα για να κινηθεί το σωματίο ευθύγραμμα και ομαλά.

Μονάδες 5

Να θεωρήσετε $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ 4

Κλειστός κυκλικός αγωγός αποτελείται από $N = 500$ σπείρες κάθε μία εκ των οποίων έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 0,2 \Omega$ και εμβαδό $A = 40\text{cm}^2$. Το πλαίσιο βρίσκεται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές Ομογενούς Μαγνητικού Πεδίου (Ο.Μ.Π.), του οποίου η ένταση μεταβάλλεται όπως στο διάγραμμα:



4.1. Να κάνετε το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο με τον χρόνο για το χρονικό διάστημα από 0 s έως 3 s.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ισχύ που αποδίδεται από το ηλεκτρικό ρεύμα τις χρονικές στιγμές $t_1 = 1,2$ s και $t_2 = 3$ s όπως και την συνολική θερμότητα που αποβάλλεται κατά το χρονικό διάστημα από 0 s έως 3 s.

Μονάδες 6

4.3. Μετά την χρονική στιγμή $t_2 = 3$ s, το πλαίσιο αρχίζει να περιστρέφεται με γωνιακή συχνότητα $\omega = 100\sqrt{2}\text{Hz}$. Κατά την περιστροφή αυτή, την θέτουμε ως $t' = 0$ μια κατάλληλη χρονική στιγμή έτσι ώστε η αρχική φάση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης να είναι μηδέν. Να γράψετε την χρονική εξίσωση της τάσης στα ανοικτά άκρα του πλαισίου.

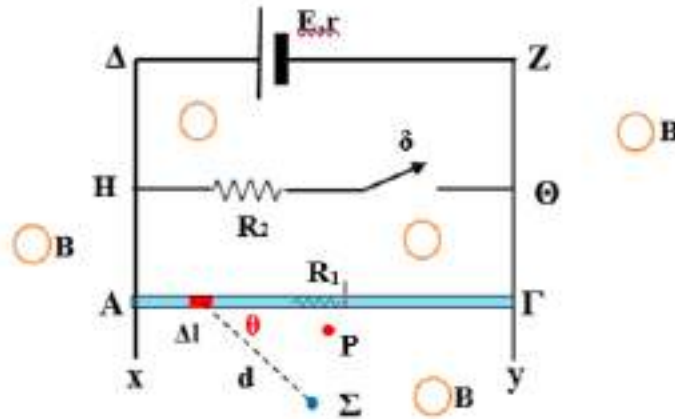
Μονάδες 6

4.4. Συνδέουμε στα ανοικτά άκρα του πλαισίου αντιστάτη με αντίσταση $R_2 = 50\Omega$. Να βρείτε την ενεργό ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Το κύκλωμα του σχήματος βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο με τον αγωγό ΑΓ, μάζας m , να μπορεί να κινηθεί κατακόρυφα, διατηρώντας τον οριζόντιο προσανατολισμό του και παραμένοντας σε επαφή με τους αγωγούς Δχ και Ζγ, που δεν παρουσιάζουν ωμικές αντιστάσεις.



Ο αγωγός ΑΓ έχει μήκος $L = 2\text{m}$ και αντίσταση $R_1 = 20\Omega$, ίση με αυτήν του αντιστάτη στον κλάδο ΗΘ ($R_2 = 20\Omega$). Για την πηγή που τροφοδοτεί το κύκλωμα, είναι $\mathcal{E} = 44\text{V}$ και $r = 2\Omega$. Το κύκλωμα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, έντασης $B = 1\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο κατακόρυφο επίπεδο του κυκλώματος. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.

4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα του αγωγού ΑΓ και την φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου B , ώστε ο αγωγός να αιωρείται ακίνητος.

Μονάδες 7

Κλείνουμε τον διακόπτη δ .

4.2. Θα κινηθεί ο αγωγός; Αν ναι, σε ποια κατεύθυνση θα κινηθεί;

Μονάδες 6

Ένα σημείο Σ απέχει απόσταση $d = 5\text{cm}$ από ένα στοιχειώδες τμήμα του αγωγού ΑΓ μήκους $\Delta l = 1\text{mm}$. Η γωνία θ μεταξύ των Δl και d δίνεται $\theta = 30^\circ$:

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το τμήμα Δl στο σημείο Σ , όταν ο διακόπτης είναι ανοικτός.

Μονάδες 7

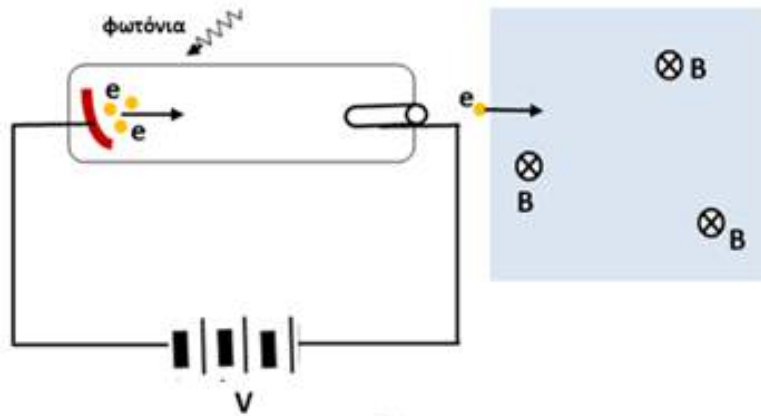
4.4. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε σημείο P το οποίο απέχει από τον αγωγό ΑΓ απόσταση $x = 0,02\text{mm}$ όπως φαίνεται στο σχήμα, αν θεωρήσουμε ότι ο αγωγός ΑΓ έχει πολύ μεγάλο μήκος σε σχέση με την απόσταση x .

Μονάδες 5

Δίνονται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ και $g = 10\text{m/s}^2$

ΘΕΜΑ 4

Σε μια πειραματική διάταξη για την μελέτη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, χρησιμοποιείται πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας που εκπέμπει φωτόνια συχνότητας $f = 10^{16} \text{ Hz}$. Τα ηλεκτρόνια που εξέρχονται από την κάθοδο κινούνται προς την άνοδο και φθάνουν σε αυτή με κινητική ενέργεια $K_2 = 101K_1$ ως προς αυτήν που είχαν κατά την έξοδό τους από την κάθοδο. Το έργο εξόδου είναι $\varphi = 1,4 \text{ eV}$.



Να υπολογίσετε:

4.1. Την τάση αποκοπής του φωτορεύματος στο κύκλωμα.

Μονάδες 5

4.2. Την διαφορά δυναμικού ανόδου-καθόδου που επιταχύνει τα ηλεκτρόνια.

Μονάδες 7

Τα ηλεκτρόνια που φθάνουν στην άνοδο διέρχονται από οπή και με την βοήθεια πετάσματος επιλέγονται μόνο εκείνα που κινούνται ευθύγραμμα και οριζόντια. Από εκεί οδηγούνται σε μαγνητικό πεδίο στις δυναμικές γραμμές του οποίου εισέρχονται κάθετα και εκτελούν κυκλική κίνηση με περίοδο $T = 10^{-7} \text{ s}$.

4.3. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τους τροχιάς.

Μονάδες 7

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που πρέπει να εφαρμόσουμε κατάλληλα ώστε τα ηλεκτρόνια να κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά.

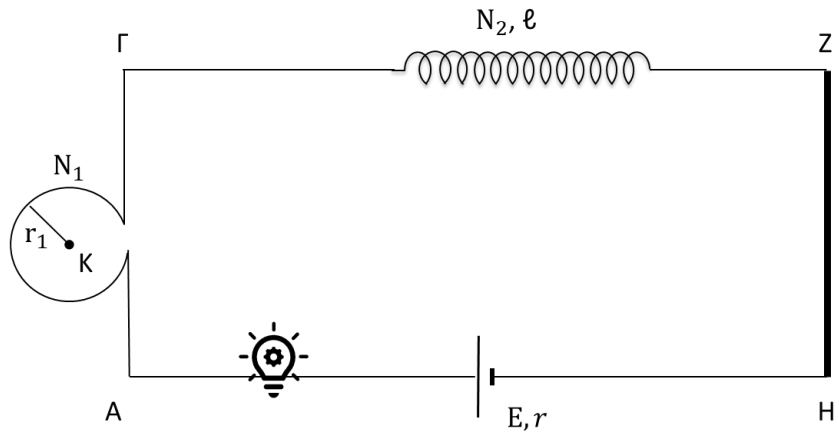
Μονάδες 6

$$\text{Δίνεται } \sqrt{1,42 \cdot 10^{15}} \simeq 37,7 \cdot 10^6$$

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται κατά την εξέταση.

ΘΕΜΑ 4

Στο κύκλωμα του σχήματος ο λαμπτήρας έχει ενδείξεις κανονικής λειτουργίας «20W, 10V», ο κυκλικός αγωγός έχει $N_1 = 10$ σπείρες, ακτίνα $r_1 = 10\text{cm}$ και αντίσταση $R_1 = 2\Omega$, το σωληνοειδές έχει $N_2 = 1000$ σπείρες,



με ακτίνα σπειρών $r_2 = 1\text{cm}$, μήκος $l = 20\text{cm}$ και αντίσταση $R_2 = 5\Omega$, ο ευθύγραμμος αγωγός ZH έχει αντίσταση $R_3 = 2\Omega$ και η ηλεκτρική πηγή έχει ΗΕΔ $E = 30\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση r . Η αντίσταση των υπόλοιπων καλωδίων είναι αμελητέα. Το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα έχει σταθερή ένταση και ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά. Να υπολογίσετε:

4.1. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, την αντίσταση του λαμπτήρα και την εσωτερική αντίσταση της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του κυκλικού αγωγού στο κέντρο του Κ, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς στο κέντρο του και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού σε σημείο που απέχει από το μέσο του Μ απόσταση $r_3 = 1\text{cm}$. Να θεωρήσετε ότι το μήκος του ευθύγραμμου αγωγού είναι πολύ μεγαλύτερο από r_3 και ότι κάθε ένα από τα πεδία των αγωγών δεν επηρεάζεται από τα υπόλοιπα.

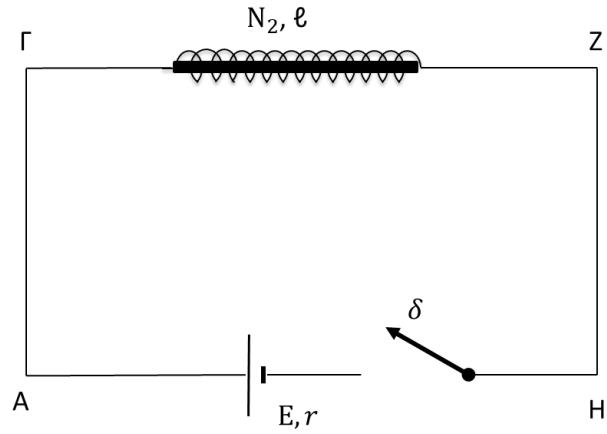
Μονάδες 6

4.3. Το συντελεστή αυτεπαγωγής του σωληνοειδούς και την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο μαγνητικό του πεδίο. Δίνεται ότι $\pi^2 = 10$.

Μονάδες 6

Δημιουργούμε ένα άλλο κύκλωμα που αποτελείται από την ηλεκτρική πηγή E, r και το σωληνοειδές στο εσωτερικό του οποίου έχουμε βάλει πυρήνα μαλακού σιδήρου με μαγνητική διαπερατότητα $\mu = 1000$. Μεταξύ τους έχουμε παρεμβάλλει ένα ανοικτό διακόπτη δ . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε το διακόπτη δ .

4.4. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα όταν σταθεροποιηθεί η τιμή του και το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα τη χρονική στιγμή που η ένταση του ρεύματος έχει τιμή $i = 2A$.

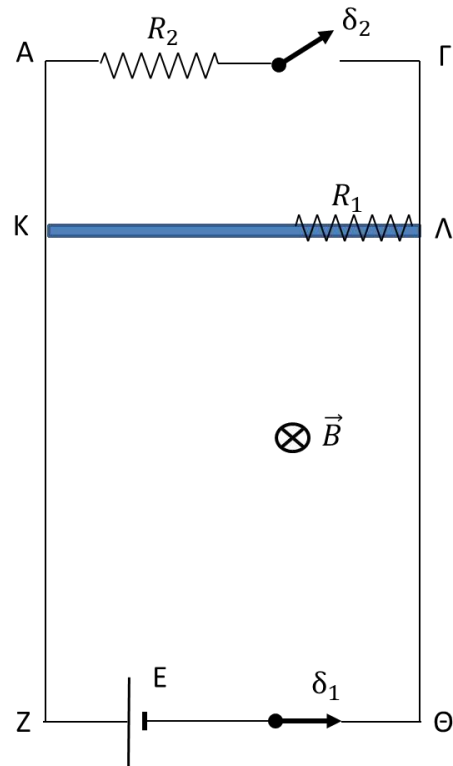


Μονάδες 7

Για τις τιμές των φυσικών σταθερών να συμβουλευτείτε το τυπολόγιο που σας δίνεται.

ΘΕΜΑ 4

Οι αγωγοί ΑΖ και ΓΘ της διάταξης του διπλανού σχήματος είναι κατακόρυφοι, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν απόσταση $\ell = 0,5m$. Μεταξύ των Α και Γ συνδέεται ωμική αντίσταση $R_2 = 1,5\Omega$ και διακόπτης δ_2 . Μεταξύ των Ζ και Θ συνδέεται ιδανική ηλεκτρική πηγή ($E, r = 0$) και διακόπτης δ_1 . Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος, έχει μήκος ℓ , μάζα $m = 0,1Kg$, ωμική αντίσταση $R_1 = 0,5\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς ΑΖ και ΓΘ παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Όλη η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ που έχει μέτρο $B = 2T$. Όταν ο διακόπτης δ_2 είναι ανοιχτός και ο διακόπτης δ_1 κλειστός, ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε το



διακόπτη δ_1 , κλείνουμε το διακόπτη δ_2 και εκτοξεύουμε τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα κάτω με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 4 \frac{m}{s}$. Ο αγωγός ΚΛ παραμένει συνεχώς σε επαφή με τους ΑΖ και ΓΘ και τη χρονική στιγμή t_1 αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{v}_{ορ}$. Με την ταχύτητα αυτή κινείται για χρονικό διάστημα $\Delta t = 2s$, οπότε φτάνει στο ΖΘ. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10 \frac{m}{s^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.2. Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 και να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας που αποκτά.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού ΚΛ και την τάση στα άκρα του τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ταχύτητά του έχει μέτρο $v = 3 \frac{m}{s}$.

Μονάδες 6

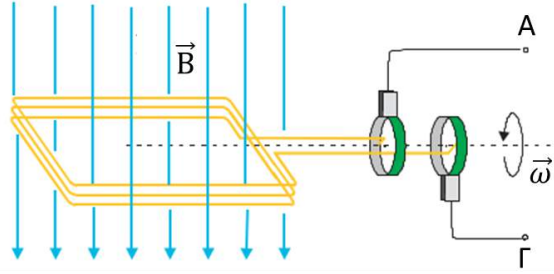
4.4. Για το χρονικό διάστημα $\Delta t = 2s$ που ο αγωγός κινείται με την οριακή ταχύτητα που απέκτησε να υπολογίσετε τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που διαπερνά το πλαίσιο ΚΛΓΑΚ, το

ηλεκτρικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα και τη θερμότητα που εκλύθηκε στις ωμικές αντιστάσεις του κυκλώματος.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η αρχή παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης. Το συρμάτινο πλαίσιο έχει $N = 1000$ σπείρες, αντίσταση $R_1 = 10\Omega$ και περιστρέφεται με συχνότητα $f = 50\text{Hz}$ με τον άξονά του κάθετο στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς



μαγνητικού πεδίου $B = 2,2 \cdot 10^{-3}\text{T}$. Κάθε σπείρα έχει εμβαδόν $A = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \text{m}^2$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Στους ακροδέκτες Α και Γ εμφανίζεται εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = V \cdot \eta\mu(\omega t)$ με την οποία τροφοδοτούμε αντιστάτη $R_2 = 100\Omega$.

4.1. Να υπολογίσετε τη μαγνητική ροή που διαπερνά κάθε σπείρα του πλαισίου σε κάθε μια από τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{1}{300}\text{s}$, $t_2 = \frac{1}{200}\text{s}$ και $t_3 = \frac{2}{300}\text{s}$. Δίνεται ότι: $2,2 \frac{\sqrt{2}}{\pi} = 1$

Μονάδες 6

4.2. Να γράψετε την εξίσωση της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης και την εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα συναρτήσει του χρόνου.

Μονάδες 6

4.3. Να γράψετε την εξίσωση της στιγμιαίας ηλεκτρικής ισχύος στο κύκλωμα και να υπολογίσετε την τιμή της τις χρονικές στιγμές t_1 , t_2 και t_3 . Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ, $\bar{P}$, που καταναλώνεται στο κύκλωμα και το ποσό θερμότητας που εκλύεται στην αντίσταση R_2 σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 2\text{min}$.

Μονάδες 8

4.4. Ένα πανομοιότυπο πλαίσιο στρέφεται με τον ίδιο τρόπο αλλά με συχνότητα $f' = 44\text{Hz}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο $\vec{B}'$ και οι ακροδέκτες του είναι συνδεδεμένοι με τον αντιστάτη R_2 . Διαπιστώνουμε ότι η μέση ισχύς, $\bar{P}'$, που καταναλώνεται στο κύκλωμα είναι ίση με την $\bar{P}$. Να υπολογίσετε το μέτρο B' της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Σε ένα πυρηνικό πείραμα, ένας πυρήνας Ηλίου (He) μάζας $m = 6,4 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 0,1 \text{ T}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας $R_1 = 6 \text{ cm}$. Κάποια στιγμή ο πυρήνας He διαπερνά ένα λεπτό φύλλο μολύβδου, οπότε χάνει ενέργεια. Αμέσως μετά συνεχίζει να κινείται μέσα στο ίδιο ομογενές μαγνητικό πεδίο αλλά σε κυκλική τροχιά ακτίνας $R_2 = 2 \text{ cm}$.

Να υπολογίσετε:

4.1. την περίοδο της κυκλικής κίνησης του πυρήνα He πριν περάσει το φύλλο του μολύβδου και αφού το διαπεράσει. Τι παρατηρείτε;

Μονάδες 6

4.2. το μήκος κύματος de Broglie που αντιστοιχεί στον πυρήνα He πριν διαπεράσει το φύλλο μολύβδου.

Μονάδες 7

4.3. το ποσοστό επί τοις εκατό της μεταβολής του μήκους κύματος de Broglie που αντιστοιχεί στον πυρήνα He αφού διαπεράσει το φύλλο μολύβδου.

Μονάδες 6

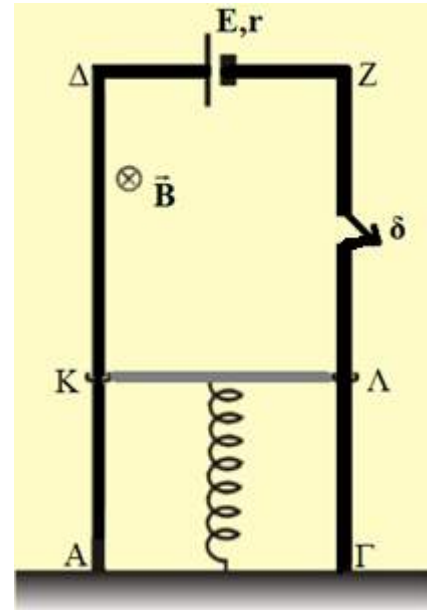
4.4. την απώλεια ενέργειας του πυρήνα He κατά το πέρασμά του μέσα από το φύλλο του μολύβδου.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε ότι η σταθερά του Planck έχει τιμή $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

ΘΕΜΑ 4

Η ομογενής ράβδος ΚΛ έχει μάζα m , μήκος $L = 0,5m$ και ωμική αντίσταση $R = 4\Omega$. Η ράβδος ΚΛ είναι δυνατόν να κινείται χωρίς τριβές σε επαφή με τους λείους κατακόρυφους αγωγούς ΑΔ και ΓΖ παραμένοντας συνεχώς κάθετη σε αυτούς. Οι αγωγοί ΑΔ και ΓΖ δεν παρουσιάζουν ωμική αντίσταση ενώ τα κάτω άκρα τους Α και Γ είναι στερεωμένα, μέσω μονωτικών επαφών στο έδαφος. Τα άκρα Δ και Ζ συνδέονται με ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ $E = 10V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1\Omega$. Στο χώρο του συστήματος υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2T$, με οριζόντιες δυναμικές γραμμές και φορά όπως στο σχήμα. Η ράβδος ΚΛ είναι προσδεμένη στο μέσο της σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 100N/m$ με το κάτω άκρο του ελατηρίου να είναι μονωμένο και στερεωμένο ακλόνητα στο έδαφος. Η ράβδος ΚΛ ισορροπεί ακίνητη στη θέση αυτή που φαίνεται στο σχήμα με το ελατήριο να είναι συμπιεσμένο κατά $\Delta l = 8\text{ cm}$ από το φυσικό του μήκος, ενώ ο διακόπτης δ είναι κλειστός.



4.1. Να υπολογίσετε τη μάζα m της ράβδου ΚΛ.

Μονάδες 8

4.2. Κάποια χρονική στιγμή που τη θεωρούμε $t = 0$ ανοίγουμε το διακόπτη δ, οπότε η ράβδος ΚΛ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να υπολογίσετε την απόσταση που θα διανύσει η ράβδος ΚΛ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{\pi}{10}\text{ s}$ από το άνοιγμα του διακόπτη δ.

Μονάδες 8

4.3. Να γράψετε τη σχέση της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα της ράβδου ΚΛ σε συνάρτηση με το χρόνο.

Μονάδες 9

Να θεωρήσετε ως θετική φορά της ταλάντωσης της ράβδου ΚΛ, τη φορά προς τα πάνω.

Να ληφθεί υπόψη ότι η επιτάχυνση βαρύτητας έχει τιμή $g = 10m/s^2$.

ΘΕΜΑ 4

Μια μεταλλική επιφάνεια φωτίζεται με φως μήκους κύματος $\lambda_1 = 331,5 \text{ nm}$ και εκπέμπει φωτοηλεκτρόνια για τα οποία η τάση αποκοπής είναι $V_1 = 0,75 \text{ V}$.

Δίνονται: η σταθερά του Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, η ταχύτητα του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ και $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

4.1. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια με την οποία εγκαταλείπουν το μέταλλο τα φωτοηλεκτρόνια και το έργο εξαγωγής του μετάλλου.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε τη συχνότητα κατωφλίου f_0 . Αν πέσει στη μεταλλική επιφάνεια φως μήκους κύματος $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ θα εξέλθουν φωτοηλεκτρόνια από το μέταλλο;

Μονάδες 6

Ακτίνες X με μήκος κύματος $\lambda = \frac{\lambda_2}{3 \cdot 10^3}$ σκεδάζονται από τα ηλεκτρόνια ενός στόχου από άνθρακα.

4.3. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των φωτονίων που σκεδάζονται κατά γωνία $\varphi = 60^\circ$ σε σχέση με την αρχική τους διεύθυνση.

Μονάδες 6

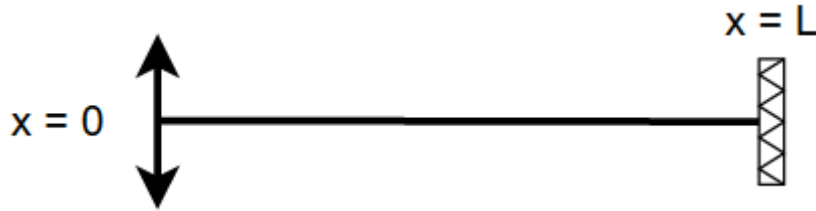
4.4. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια, το μέτρο της ορμής και το μήκος κύματος de Broglie του ηλεκτρονίου μετά τη σκέδαση. Να μην λάβετε υπόψη σχετικιστικά φαινόμενα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Λεπτή ατσάλινη χορδή έχει μήκος $L = \frac{7}{4} m$ και έχει τη διεύθυνση του οριζόντιου άξονα x .

Η χορδή διεγείρεται με κατάλληλη διάταξη σε ταλάντωση με το ένα της άκρο σταθερό στο σημείο $x = L$ ενώ το άλλο άκρο είναι ελεύθερο στο $x = 0$.



4.1. Να δείξετε ότι οι συχνότητες των τρόπων ταλάντωσης της χορδής που μπορούμε να πετύχουμε με την κατάλληλη διάταξη κάθε φορά για να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα είναι:

$$f = \frac{v}{4L} (2n + 1)$$

Όπου v είναι η ταχύτητα διάδοσης των εγκαρσίων κυμάτων στη χορδή, και n ακέραιος αριθμός. Δηλαδή οι τιμές των συχνοτήτων θα είναι:

$$f_1, 3 \cdot f_1, 5 \cdot f_1, 7 \cdot f_1, \dots \text{ όπου } f_1 = \frac{v}{4L}$$

Μονάδες 7

4.2. Αν δίνεται ότι $f_1 = 50 \text{ Hz}$, να βρείτε το αντίστοιχο μήκος κύματος λ_1 του εγκάρσιου κύματος το οποίο όταν διαδίδεται στην χορδή, δημιουργεί, λόγω της ανάκλασής του στο δεσμευμένο άκρο, στάσιμο κύμα.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε την σταθερή ταχύτητα διάδοσης των εγκαρσίων κυμάτων στα οποία οφείλεται το στάσιμο κύμα.

Μονάδες 6

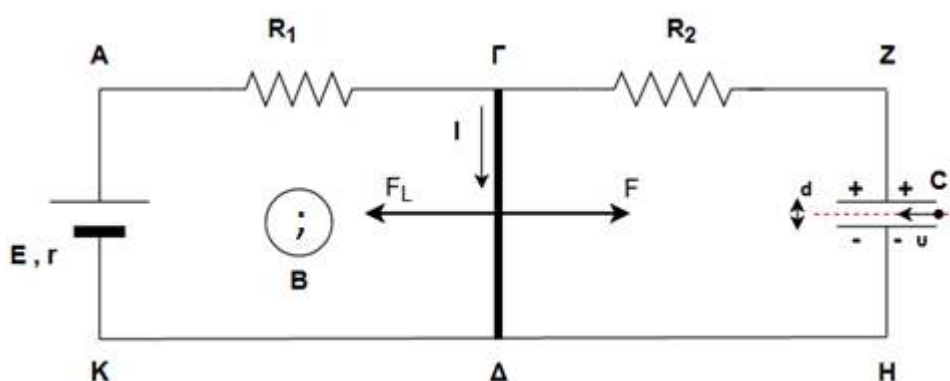
Στη συνέχεια, με την κατάλληλη διάταξη, στην χορδή διαδίδεται κύμα με συχνότητα $f_7 = 7 \cdot f_1 = 350 \text{ Hz}$.

4.4. Να γράψετε (στο *S.I.*) την εξίσωση του στάσιμου κύματος για συχνότητα πηγής ίση με f_7 . Δίνεται ότι η μέγιστη απομάκρυνση ενός σημείου της χορδής που βρίσκεται στη θέση $x = \frac{\lambda}{8}$ είναι $2\sqrt{2} \text{ cm}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 4

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί AZ και KH απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{ m}$. Το τμήμα AG έχει αντίσταση $R_1 = 32\ \Omega$ και το τμήμα GZ έχει αντίσταση R_2 . Τα άκρα A και K συνδέονται με ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E και εσωτερικής αντίστασης $r = 3\ \Omega$ ενώ τα άκρα Z και H συνδέονται με πυκνωτή χωρητικότητας $C = 2\ \mu\text{F}$. Ένας άλλος αγωγός $\Gamma\Delta$, με μήκος $L = 1\text{ m}$ έχει αντίσταση $R_{\Gamma\Delta} = 80\ \Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας κάθετος και σε επαφή στα σημεία Γ και Δ με τους οριζόντιους αγωγούς AZ και KH . Ο αγωγός $\Gamma\Delta$ ισορροπεί καθώς ασκούμε στο μέσο του αγωγού σταθερή δύναμη μέτρου F η οποία είναι κάθετη στον αγωγό και η διεύθυνσή της ανήκει στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί AZ και KH . Αυτό συμβαίνει αφού έχει σταθεροποιηθεί η τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα μετά από αρκετό χρόνο. Το ηλεκτρικό φορτίο που έχει αποθηκευτεί τότε στον πυκνωτή είναι $Q = 160\ \mu\text{C}$. Η όλη διάταξη βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Το μέτρο της έντασης είναι $B = 0,5\text{ T}$.



4.1. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή στα άκρα του αγωγού $\Gamma\Delta$.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογιστεί η ηλεκτρεγερτική δύναμη E της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 6

4.3. Να βρεθεί η φορά των δυναμικών γραμμών του ομογενούς μαγνητικού πεδίου και το μέτρο της εξωτερικής δύναμης F για να διατηρείται ακίνητη η ράβδος.

Μονάδες 7

Στη συνέχεια ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε θέση όπου συνυπάρχουν το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή και το ομογενές μαγνητικό πεδίο όπως φαίνεται στο

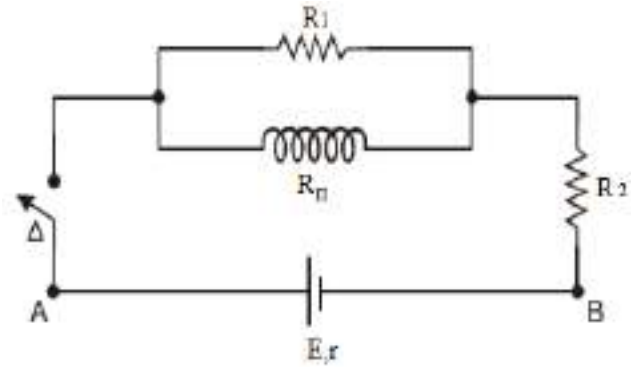
παραπάνω σχήμα. Η ταχύτητά του $\vec{v}$ είναι οριζόντια και κάθετη στις δυναμικές γραμμές και των δύο πεδίων. Το μέτρο της ταχύτητας είναι: $v = 10^4 \frac{m}{s}$.

4.4. Ποιο πρέπει να είναι το είδος του ηλεκτρικού φορτίου του σωματιδίου που εισέρχεται στην περιοχή των δύο μεταλλικών πλακών (πυκνωτής), έτσι ώστε να διέρχεται ανεπηρέαστα από αυτές; Να υπολογίσετε την κατακόρυφη απόσταση d μεταξύ των μεταλλικών πλακών του πυκνωτή για να συμβαίνει αυτό.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από μια πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 120\text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 5\ \Omega$, δύο αντιστάτες με ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 60\ \Omega$ και $R_2 = 10\ \Omega$, πηνίο με ωμική αντίσταση $R_{\Pi} = 20\ \Omega$, αριθμό σπειρών $N = 1000$, μήκος $l = 1\text{ m}$, διάμετρο της κάθε σπείρας $\delta = 2\text{ cm}$ και ένα διακόπτη Δ .



4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου.

Μονάδες 5

Κάποια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη Δ . Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποκαθίστανται οι τελικές τιμές των ρευμάτων στο κύκλωμα.

4.2. Να υπολογίσετε την τελική τιμή του ρεύματος που διαρρέει την πηγή και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου.

Μονάδες 9

Κάποια στιγμή ανοίγουμε το διακόπτη Δ . Να υπολογίσετε:

4.3. το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος τη στιγμή κατά την οποία η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται από αυτεπαγωγή στο κύκλωμα είναι $E_{\text{αυτ}} = 10\text{ V}$.

Μονάδες 5

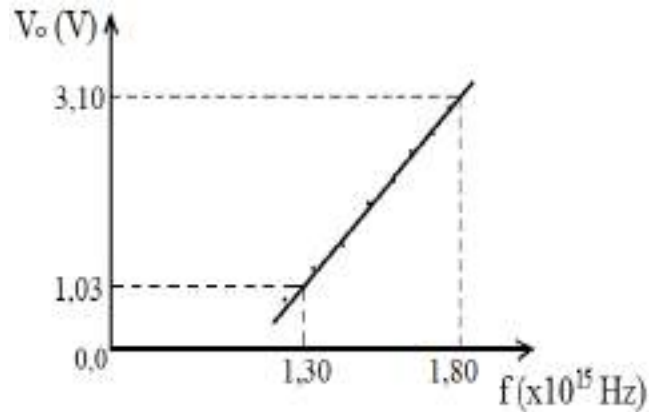
4.4. την θερμότητα που θα παραχθεί συνολικά από την αντίσταση R_1 και το πηνίο από τη στιγμή που ανοίγουμε το διακόπτη Δ μέχρι να μηδενιστεί το ρεύμα στο πηνίο.

Μονάδες 6

Δίνονται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ T} \cdot \text{m/A}$. Να θεωρήσετε ότι $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ 4

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, πήραμε τη γραφική παράσταση της τάσης αποκοπής V_0 σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f που προσπίπτει στην κάθοδο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



4.1. Από τη μελέτη του διαγράμματος να γράψετε την εξίσωση της τάσης αποκοπής V_0 σε συνάρτηση με τη συχνότητα της ακτινοβολίας f . Ακολουθώντας, να

αποδείξετε ότι η τιμή της σταθεράς του Planck είναι $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Μονάδες 7

4.2. Να υπολογίσετε το έργο εξαγωγής του μετάλλου της επιστρώσης της επιφάνειας της καθόδου και τη συχνότητα κατωφλίου.

Μονάδες 6

Δέσμη φωτονίων μονοχρωματικής ακτινοβολίας μήκους κύματος λ , προσπίπτει σε στόχο από γραφίτη και σκεδάζεται. Ανιχνεύοντας τα φωτόνια που σκεδάζονται υπό γωνία $\varphi = 120^\circ$ σε σχέση με την αρχική κατεύθυνση κίνησης της δέσμης, διαπιστώνουμε ότι το μήκος κύματός τους έχει μεταβληθεί κατά 20%.

Να υπολογίσετε:

4.3. το μήκος κύματος λ της προσπίπτουσας δέσμης φωτονίων.

Μονάδες 6

4.4. την κινητική ενέργεια του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου.

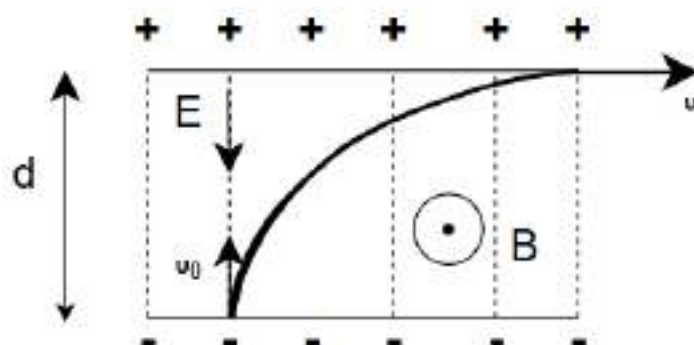
Μονάδες 6

Δίνονται: η ταχύτητα διάδοσης του φωτός $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. $\sin 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Τα αριθμητικά αποτελέσματα της άσκησης να υπολογιστούν με προσέγγιση δύο δεκαδικών ψηφίων.

ΘΕΜΑ 4

Τα ομογενή πεδία $\vec{E}$ και $\vec{B}$ απεικονίζονται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και συνυπάρχουν στην ίδια περιοχή. Είναι κάθετα μεταξύ τους. Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-11} \text{ Kg}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = 10^{-6} \text{ C}$ μπαίνει από την αρνητική πλάκα με ταχύτητα $v_0 = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ η οποία είναι κάθετη στην ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ και ταυτόχρονα παράλληλη με την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μέτρου $E = 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}$. Η κίνηση του σωματιδίου πραγματοποιείται στον χώρο των πεδίων και τελικά βγαίνει από το χώρο αυτό σε θέση όπου εφάπτεται οριζόντια η ταχύτητά του $\vec{v}$ στη θετική πλάκα. Δίνεται ότι η απόσταση μεταξύ των πλακών είναι: $d = 6 \text{ cm}$.



4.1. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που οφείλονται στο ηλεκτρικό αλλά και στο μαγνητικό πεδίο σε μια ενδιάμεση θέση της τροχιάς που ακολουθεί το φορτίο.

Μονάδες 4

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του φορτισμένου σωματιδίου τη στιγμή που εξέρχεται από το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τότε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του από τη θέση που εισέρχεται έως και τη θέση εξόδου του φορτισμένου σωματιδίου.

Μονάδες 7

4.4. Γιατί η τροχιά του σωματιδίου δεν είναι παραβολική ; Να θεωρηθεί ότι είναι γνωστό, ότι για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει η συνολική δύναμη $\sum \vec{F}$ να είναι σταθερή κατά μέτρο και διεύθυνση και κάθετη στην αρχική ταχύτητα του σώματος.

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής πειράματος το δέρμα των επιστημόνων εκτίθεται σε ανεπιθύμητη υπεριώδη ακτινοβολία συνολικής ενέργειας 200 J. Για να μην υποστεί το δέρμα τους έγκαυμα πρέπει η απορροφούμενη από αυτό ενέργεια να μην υπερβαίνει το 21% της συνολικής ενέργειας της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Το μήκος κύματος της ανεπιθύμητης προσπίπτουσας υπεριώδους ακτινοβολίας είναι $6,63 \text{ nm}$. Τότε:

4.1. Να υπολογίσετε τον μέγιστο αριθμό των φωτονίων n που μπορεί να απορροφήσει η επιφάνεια για να αποφύγουμε το έγκαυμα.

Μονάδες 5

Στη συνέχεια αν ο ρυθμός απορρόφησης της ενέργειας από την επιφάνεια του δέρματος θεωρηθεί σταθερός και απορροφηθούν $N = 10^3$ φωτόνια σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = 10^{-12} \text{ s}$,

4.2. να υπολογίσετε την ισχύ της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την ολική απορροφούμενη ενέργεια σε χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = 2 \text{ min}$.

Μονάδες 6

4.3. Για ποιο χρονικό διάστημα πρέπει να είμαστε εκτεθειμένοι στην ακτινοβολία αυτή για να μην προκληθεί ο παραπάνω τραυματισμός (έγκαυμα);

Μονάδες 7

4.4. Εάν η απορρόφηση της ακτινοβολίας, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του δέρματος κατά 2°C ανά 4 J να βρεθεί η αύξηση της θερμοκρασίας του όταν προσληφθεί ο μέγιστος αριθμός φωτονίων.

Μονάδες 7

Δίνεται: Δίνεται η σταθερά του Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

και η ταχύτητα του φωτός στον αέρα: $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ΘΕΜΑ 4

Στο εργαστήριο φυσικής πραγματοποιείται η ακόλουθη πειραματική διαδικασία:

Ένα συρμάτινο τετράγωνο πλαίσιο που το μήκος της πλευράς του είναι $a = 10\text{ cm}$ έχει συνολική αντίσταση $R = 20\ \Omega$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το πλαίσιο τοποθετείται σε χώρο ομογενούς αλλά χρονικά μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου, με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές. Αν ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου B είναι: $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 200 \cdot t\ (S.I.)$ και το βάρος του πλαισίου αμελητέο,

4.1. να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή $E_{επ}$ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σε σχέση με το χρόνο t

Μονάδες 5

4.2. να υπολογίσετε την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t = 10\text{ s}$.

Μονάδες 5

4.3. να κάνετε την γραφική παράσταση της τιμής της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο σε σχέση με τον χρόνο από τη στιγμή $t_0 = 0\text{ s}$ έως την χρονική στιγμή $t = 10\text{ s}$ (Μονάδες 3) και να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που θα περάσει από μια διατομή του αγωγού στο παραπάνω χρονικό διάστημα (Μονάδες 4).

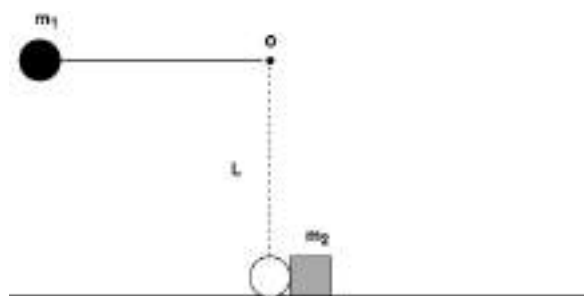
Μονάδες 7

4.4. να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ενεργούν στο πλαίσιο κατά την εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας. Ποια είναι τότε η κινητική κατάσταση του πλαισίου;

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ 4

Μια ατσάλινη σφαίρα μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$ είναι δεμένη σε ένα νήμα μήκους $L = 1,8 \text{ m}$ που δεν έχει βάρος και δεν είναι ελαστικό.



Αρχικά η σφαίρα ανυψώνεται ώστε το νήμα να είναι τεντωμένο σε οριζόντια διεύθυνση. Στη συνέχεια η σφαίρα ελευθερώνεται. Στο χαμηλότερο σημείο της τροχιάς της η σφαίρα συγκρούεται με ένα χαλύβδινο σώμα μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ που αρχικά ισορροπεί και μπορεί να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο. Η σύγκρουση είναι μετωπική και ελαστική. Αν ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του σώματος και του επιπέδου είναι $\mu = 0,2$ να υπολογίσετε:

4.1. τις ταχύτητες των σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

4.2. το ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας που μεταφέρθηκε στο χαλύβδινο σώμα κατά την κρούση.

Μονάδες 6

4.3. το διάστημα που θα διανύσει το χαλύβδινο σώμα μέχρι να σταματήσει και η μέγιστη γωνία ($\sigma\upsilon\nu\varphi$) που σχηματίζει το νήμα με την κατακόρυφη μετά την κρούση.

Μονάδες 6

Στην πραγματικότητα η κρούση δεν είναι ελαστική, αλλά το ένα τρίτο ($\frac{1}{3}$) της αρχικής μηχανικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα και ηχητική ενέργεια.

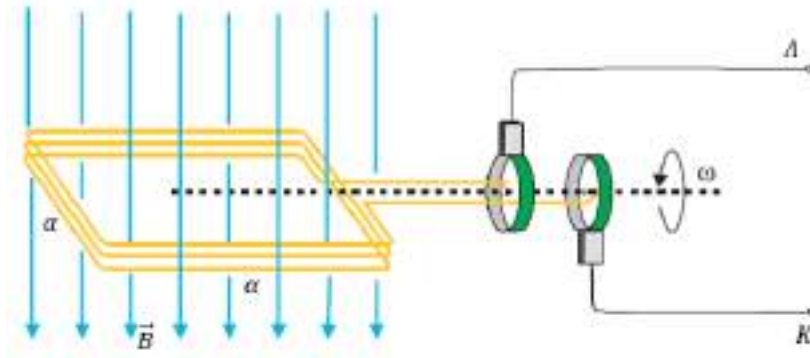
4.4. Να υπολογίσετε τις νέες ταχύτητες των σωμάτων αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 8

Η διάρκεια της κρούσης να θεωρηθεί ότι είναι πολύ μικρή.

ΘΕΜΑ 4

Ο περιστρεφόμενος βρόχος σε μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ένα τετράγωνο πλαίσιο με πλευρά $\alpha = 10\text{cm}$, το οποίο αποτελείται από $N = 3$ σπείρες. Περιστρέφεται με συχνότητα $f = \frac{200}{\pi} \text{ Hz}$ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 0,8 \text{ T}$, γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και βρίσκεται στο επίπεδό του. Την χρονική στιγμή $t = 0$ το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στην ένταση του μαγνητικού πεδίου.



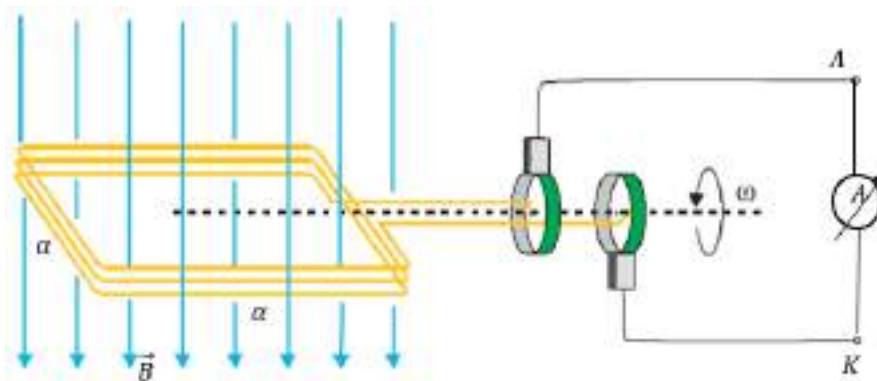
4.1. Να υπολογίσετε την μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου, ως συνάρτηση του χρόνου.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της εναλλασσόμενης τάσης που εμφανίζεται στα άκρα K και L του παραπάνω σχήματος.

Μονάδες 6

4.3. Στα άκρα K και L συνδέεται αμπερόμετρο με αντίσταση $R = 0,4\Omega$. Το πλαίσιο και οι αγωγοί σύνδεσης έχουν αμελητέα αντίσταση.



Να βρεθεί η ένδειξη του αμπερομέτρου και να σχεδιαστεί η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο ως συνάρτηση του χρόνου για χρονικό διάστημα μίας περιόδου.

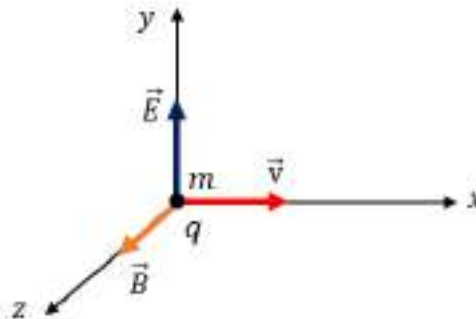
Μονάδες 6

4.4. Να βρεθεί το ποσοστό μεταβολής της ισχύος που καταναλώνει το αμπερόμετρο, αν το πλαίσιο περιστραφεί με συχνότητα $f' = \frac{300}{\pi} \text{ Hz}$.

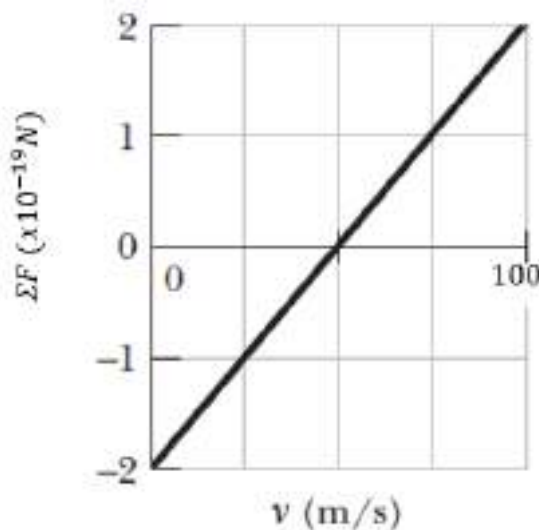
Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Ένα ιόν με φορτίο $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ και μάζα $m = 6 \cdot 10^{-24} \text{kg}$ εκτοξεύεται με ταχύτητα $\vec{v}$ στην θετική κατεύθυνση του άξονα $x'x$. Στον χώρο υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$ έχει την κατεύθυνση του θετικού άξονα $y'y$. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$ είναι κάθετη στην ταχύτητα και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (επόμενο σχήμα).



Η παρακάτω γραφική παράσταση απεικονίζει τη συνολική δύναμη ΣF που ασκείται στο ιόν ως συνάρτηση του μέτρου της ταχύτητας εκτόξευσης v . Να θεωρήσετε ότι στο ιόν ασκούνται μόνο δύο δυνάμεις, η ηλεκτρική και η μαγνητική. Να υπολογίσετε



4.1. το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου,

Μονάδες 6

4.2. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου,

Μονάδες 6

4.3. την απόσταση που διανύει το ιόν σε χρονικό διάστημα ίσο με $\Delta t = 10^{-3} \text{s}$ αν εκτοξευτεί με ταχύτητά $v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

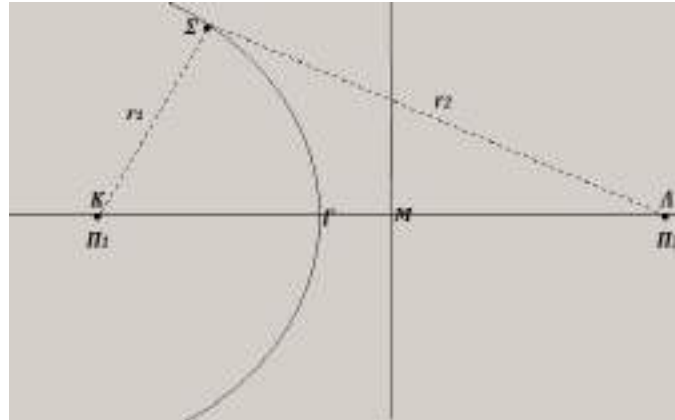
Μονάδες 6

4.4. Κάποια χρονική στιγμή καταργείται το ηλεκτρικό πεδίο. Το ιόν εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου v_2 και αποκτά στροφορμή με μέτρο $L = 9 \cdot 10^{-23} \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$. Να υπολογίσετε την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το ιόν και το μέτρο της ταχύτητας εκτόξευσης.

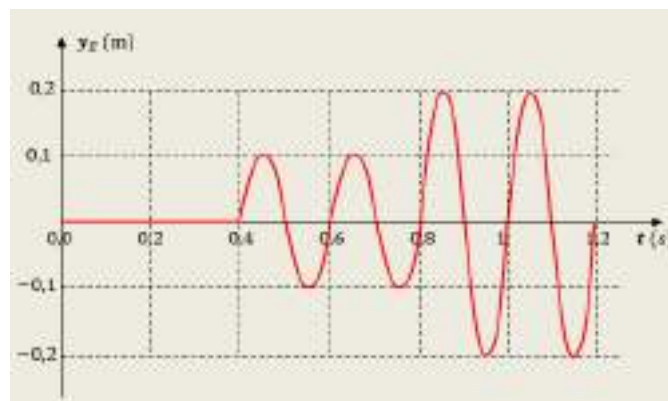
Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 , εκτελούν αρμονικές ταλαντώσεις ίδιου πλάτους και παράγουν εγκάρσια κύματα στην ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού. Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού, δίνεται $v_\delta = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ένα υλικό σημείο Σ , της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού, απέχει αποστάσεις r_1, r_2 αντίστοιχα, από τις δύο πηγές, για τις οποίες ισχύει $r_2 > r_1$, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Οι δύο πηγές ξεκινούν ταυτόχρονα τις αρμονικές ταλαντώσεις τους, τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και η απομάκρυνση του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας του, μεταβάλλεται με το χρόνο όπως φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα.



Να υποθέσετε ότι για τις διαστάσεις αυτού του πειράματος, τα κύματα από τις δύο πηγές φτάνουν στο Σ με ίσα πλάτη.

Να υπολογίσετε:

4.1. το μήκος κύματος, των κυμάτων που παράγουν οι δύο πηγές, στην επιφάνεια του υγρού,

Μονάδες 6

4.2. τις αποστάσεις r_1 και r_2 αντίστοιχα, των δύο πηγών, από το σημείο Σ .

Μονάδες 6

Το σημείο Σ , ανήκει σε μια ενισχυτική υπερβολή, της οποίας όλα τα σημεία απέχουν από τις δύο πηγές αποστάσεις με την ίδια διαφορά, η οποία τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα $K\Lambda$ στο σημείο Γ .

4.3. Να υπολογίσετε την απόσταση ΓM , του σημείου αυτού, από το μέσον M του $K\Lambda$.

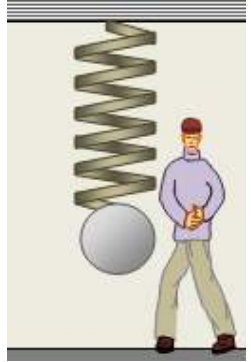
Μονάδες 6

4.4. Αν δίνεται ότι τα ευθύγραμμα τμήματα $K\Sigma$ και $\Lambda\Sigma$ είναι κάθετα μεταξύ τους, να βρείτε πόσα υλικά σημεία της επιφάνειας του υγρού, των οποίων οι θέσεις ισορροπίας ανήκουν στο ευθύγραμμο τμήμα $K\Lambda$, ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος και είναι σημεία ενισχυτικής συμβολής.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Μικρή σφαίρα μάζας $m = 200 \text{ g}$, κρέμεται στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το πάνω άκρο του οποίου έχει στερεωθεί σε ακλόνητο σημείο-οροφή, όπως στο σχήμα και το σύστημα αρχικά ισορροπεί ακίνητο. Εκτρέπουμε το σύστημα από την αρχική θέση ισορροπίας του, μετατοπίζοντας αργά τη σφαίρα, κατακόρυφα προς τα κάτω κατά 20 cm και από τη θέση αυτή την αφήνουμε ελεύθερη τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί ταλαντώσεις.



4.1. Αν υποθέσουμε ότι κατά την κίνηση της σφαίρας θα μπορούσαμε να αγνοήσουμε τις δυνάμεις αντίστασης του αέρα πάνω της, να αποδείξετε ότι θα εκτελούσε απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε την περίοδο και την ενέργεια ταλάντωσης.

Μονάδες 6

Ως πιο ρεαλιστική προσέγγιση, μελετάμε την κίνηση της σφαίρας συνυπολογίζοντας την αντίσταση του αέρα, που είναι της μορφής $F_{αντ} = -b \cdot v$, όπου b η σταθερά απόσβεσης και v η στιγμιαία ταχύτητα της σφαίρας. Έτσι η σφαίρα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με πλάτος που μειώνεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 \cdot e^{-\Lambda t}$. Επειδή η σταθερά απόσβεσης b είναι αρκετά μικρή, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η θέση ισορροπίας του συστήματος είναι σταθερή και συμπίπτει με την αρχική του θέση ισορροπίας, ότι η περίοδος της φθίνουσας είναι ίση με την περίοδο της αμείωτης ταλάντωσης που θα εκτελούσε το σύστημα, αν δεν υπήρχαν αντιστάσεις αέρα και ότι η ενέργεια ταλάντωσης μπορεί να υπολογίζεται από τη σχέση $E_{ταλ} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot A^2$, όπου A το πλάτος της. Δίνεται επίσης ότι για τη σταθερά Λ και τη σταθερά απόσβεσης b , ισχύει η σχέση $\Lambda = \frac{b}{2 \cdot m}$. Μετρήσαμε ότι το πλάτος της φθίνουσας ταλάντωσης, έγινε ίσο με το μισό του αρχικού της πλάτους, τη χρονική στιγμή $t = 14 \text{ s}$.

4.2. Να υπολογίσετε τη σταθερά απόσβεσης b .

Μονάδες 6

Αν υποθέσουμε ότι το σύστημα αυτό αποτελεί ένα κβαντικό ταλαντωτή (ταλαντωτή που η ενέργειά του μπορεί να πάρει μόνο διακριτές τιμές), να υπολογίσετε:

4.3. το κβάντο ενέργειας αυτού του ταλαντωτή (το ενεργειακό διάστημα, μεταξύ δύο διαδοχικών επιτρεπόμενων ενεργειακών σταθμών του).

Μονάδες 6

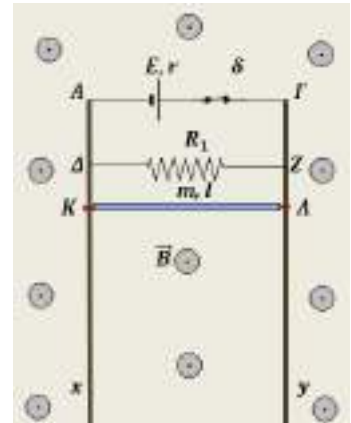
4.4. το πλήθος των ενεργειακών κβάντων που απέβαλε το σύστημα από την έναρξη των ταλαντώσεων, μέχρι τη στιγμή $t = 14 \text{ s}$. Με βάση τα αποτελέσματά σας, πιστεύετε ότι μπορούμε να εφαρμόσουμε την κβαντική θεωρία στο μακρόκοσμο;

Μονάδες 7

Να υποθέσετε κατά προσέγγιση ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g \cong 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, ότι ισχύει $\ln 2 \cong 0,7$ και ότι η σταθερά του Planck είναι $h \cong 2 \cdot \pi \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

ΘΕΜΑ 4

Δύο κατακόρυφες μεταλλικές ράβδοι $Ax, \Gamma y$, μεγάλου μήκους και ασήμαντης ηλεκτρικής αντίστασης, είναι ακλόνητες και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 1 \text{ m}$. Τα άκρα A και Γ των δύο ράβδων συνδέονται στους πόλους ηλεκτρικής πηγής σταθερής πολικότητας, ηλεκτρεγερτικής δύναμης $\mathcal{E} = 9 \text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \Omega$, μέσω διακόπτη δ , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Στα σημεία Δ και Z των δύο ράβδων, έχουμε συνδέσει τα άκρα αντιστάτη, αντίστασης $R_1 = 6 \Omega$, ενώ στην περιοχή υπάρχει οριζόντιο και ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο που ορίζουν οι δύο κατακόρυφοι αγωγοί. Μεταλλική ράβδος $K\Lambda$, μήκους $l = 1 \text{ m}$, μάζας $m = 400 \text{ g}$ και αντίστασης $R_2 = 3 \Omega$, μπορεί να κινείται κατακόρυφα με κατάλληλους συνδέσμους στα άκρα της K και Λ , ολισθαίνοντας χωρίς τριβές κατά μήκος των κατακόρυφων ράβδων, έτσι ώστε, να διατηρείται οριζόντια καθώς κινείται. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι κλειστός και η ράβδος $K\Lambda$ ισορροπεί ακίνητη, με την επίδραση του βάρους της και της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο. Να θεωρήσετε ότι το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι κατά προσέγγιση $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 6

Κάποια στιγμή, ανοίξαμε το διακόπτη δ , με αποτέλεσμα η ράβδος $K\Lambda$ να αρχίσει να κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω, εξαιτίας του βάρους της.

4.2. Να δείξετε ότι η ράβδος εκτελεί αρχικά επιταχυνόμενη κίνηση, αλλά τελικά θα αποκτήσει σταθερή (οριακή) ταχύτητα και να υπολογίσετε το μέτρο (v_{op}) , της ταχύτητας αυτής.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης της ράβδου $K\Lambda$, κατά την πτώση της, κάποια χρονική στιγμή κατά την οποία, το μέτρο της ταχύτητάς της είναι ίσο με το μισό του μέτρου της τελικής της ταχύτητας, δηλαδή ισχύει $v = \frac{v_{op}}{2}$.

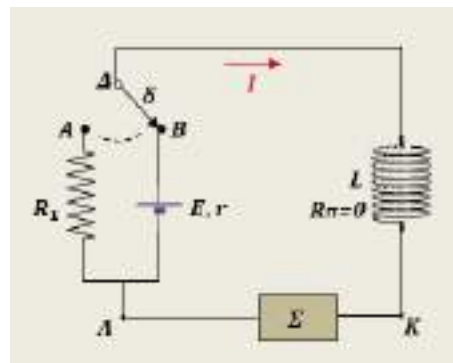
Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την τιμή του κλάσματος $\frac{(V_A - V_K)_{apx.}}{(V_A - V_K)_{τελ.}}$, της διαφοράς δυναμικού $V_A - V_K$ πριν ανοίξουμε το διακόπτη δ , προς τη διαφορά δυναμικού $V_A - V_K$ τελικά, όταν η ράβδος $K\Lambda$ κατά την πτώση της απέκτησε την τελική, οριακή της ταχύτητα.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, μια θερμική συσκευή Σ και ένα ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής L , έχουν συνδεθεί κατά σειρά και τα άκρα του συστήματος αυτού, συνδέονται μέσω διακόπτη δ , στους πόλους ηλεκτρικής πηγής σταθερής πολικότητας, η οποία έχει ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 12\text{ V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1\ \Omega$. Ο διακόπτης δ είναι διπλής επαφής και αρχικά το κινητό άκρο του βρίσκεται σε επαφή με το



σημείο B , με αποτέλεσμα να δημιουργείται κλειστό κύκλωμα για την πηγή, τη συσκευή και το πηνίο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Είναι όμως δυνατόν, το κινητό άκρο του διακόπτη δ να μετακινηθεί στην επαφή A , με αποτέλεσμα η ηλεκτρική πηγή να βρεθεί εκτός κυκλώματος και να δημιουργείται τότε κλειστό κύκλωμα για τη συσκευή Σ , το πηνίο και έναν αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 15\ \Omega$. Τα χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας της θερμικής συσκευής Σ είναι $10\text{ V}, 20\text{ W}$ και το πηνίο έχει $N = 10.000$ σπείρες, μήκος $l = 16 \cdot \pi\text{ cm}$ και εμβαδό σπειρών $A = 20\text{ cm}^2$. Στο εσωτερικό του πηνίου υπάρχει αέρας και δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του αέρα $\mu = 1$ και του κενού $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε το συντελεστή αυτεπαγωγής L του πηνίου.

Μονάδες 6

4.2. Να ελέγξετε αν η συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά στο αρχικό κύκλωμα.

Μονάδες 6

Κάποια χρονική στιγμή μεταφέρεται ακαριαία το ελεύθερο άκρο του διακόπτη δ , από την επαφή B στην A , χωρίς να παρατηρηθεί σπινθήρας. Στο νέο κύκλωμα, η ένταση του ρεύματος τελικά μηδενίζεται αλλά αυτό δεν συμβαίνει ακαριαία, εξαιτίας του φαινομένου της αυτεπαγωγής στο πηνίο.

4.3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα, μια χρονική στιγμή μετά την μεταφορά του διακόπτη στην επαφή A , κατά την οποία η ένταση ρεύματος, είναι $i = 1\text{ A}$.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στη συσκευή Σ , από τη στιγμή που μεταφέραμε το διακόπτη στην επαφή A , μέχρι να μηδενιστεί η ένταση ρεύματος στο κύκλωμα.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Το άκρο Λ οριζόντιου σχοινιού είναι ακλόνητα στερεωμένο, ενώ το άκρο K ταλαντώνεται αρμονικά με εξίσωση $y = 0,2 \eta\mu 5\pi t$ (SI), σε διεύθυνση κάθετη στο μήκος του σχοινιού. Το μήκος του σχοινιού είναι $5,2 \text{ m}$ και η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων σε αυτό είναι 4 m/s .

4.1. Να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης του κύματος που δημιουργείται από την ταλάντωση του σημείου K , θεωρώντας ως θετική τη φορά από το K προς το Λ .

Μονάδες 5

4.2. Να περιγράψετε τη δημιουργία στάσιμου κύματος στο σχοινί και να αποδείξετε πως πράγματι μπορεί αυτό το στάσιμο κύμα να δημιουργηθεί.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης που θα μπορεί να έχει κάποιο σημείο (στοιχειώδης μάζα) του σχοινιού.

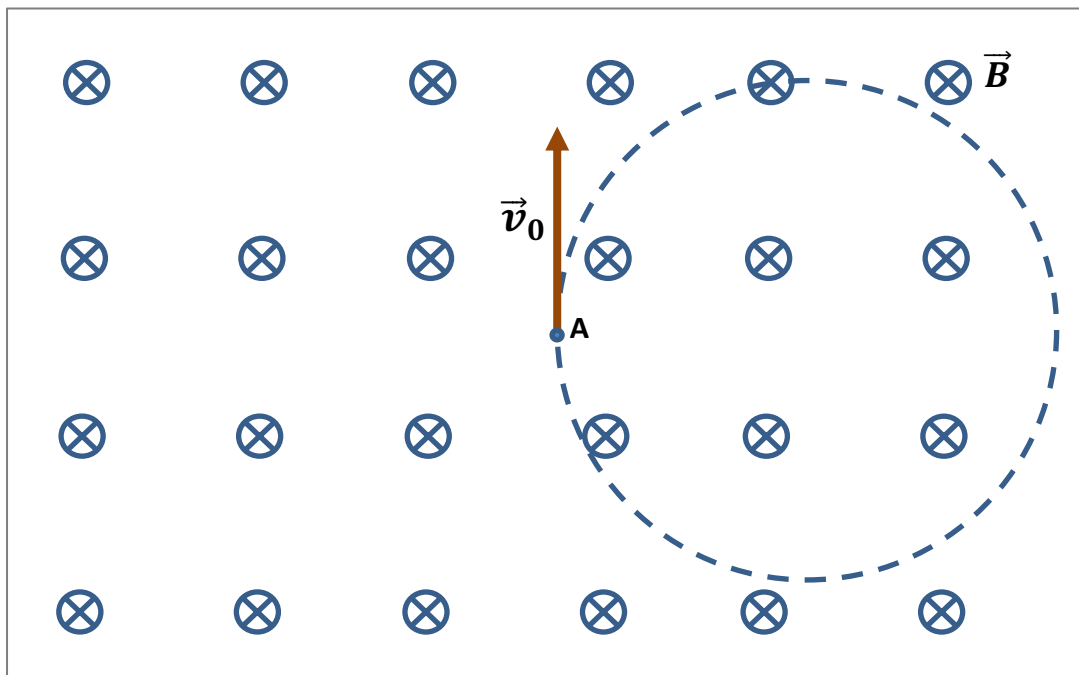
Μονάδες 7

4.4. Η συχνότητα της ταλάντωσης του σημείου K υποδιπλασιάζεται. Να διερευνήσετε αν μπορεί να σχηματιστεί στάσιμο κύμα στο σχοινί.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Φορτισμένο σωματίδιο μάζας 10^{-10} kg εκτοξεύεται από το σημείο A μαγνητικού πεδίου με αρχική ταχύτητα $5 \times 10^4 \text{ m/s}$ κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση όπως στο σχήμα.



4.1. Να εξετάσετε αν το σωματίδιο έχει θετικό ή αρνητικό φορτίο.

Μονάδες 5

4.2. Αν $B = 1 \text{ T}$, και η ακτίνα της τροχιάς είναι $0,2 \text{ m}$, να υπολογίσετε το φορτίο του σωματιδίου.

Μονάδες 5

4.3. Αφού αντιγράψετε το σχήμα στο γραπτό σας, να σχεδιάσετε σε αυτό την τροχιά που θα ακολουθούσε ίδιο σωματίδιο, το οποίο θα εκτοξευόταν από το σημείο A με την μισή αρχική ταχύτητα και σε αντίθετη κατεύθυνση (προς τα κάτω).

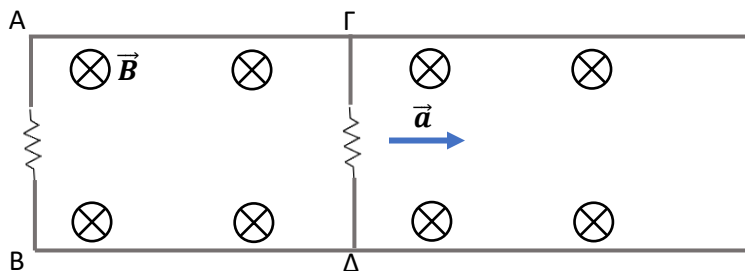
Μονάδες 6

4.4. Για το αρχικό σωματίδιο, να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται, από τη στιγμή της εκτόξευσής του, για να διαγράψει ένα τεταρτοκύκλιο, και τη μέση δύναμη που του ασκείται στο ίδιο χρονικό διάστημα από το μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ 4

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι μεταλλικοί οδηγοί μεγάλου μήκους, με αμελητέα αντίσταση, βρίσκονται σε απόσταση 1 m . Τα άκρα τους Α και Β συνδέονται με αντίσταση $1\ \Omega$. Ευθύγραμμος αγωγός ΓΔ με αντίσταση $1\ \Omega$, μήκος 1 m και μάζα 1 kg , μπορεί να κινείται στο επίπεδο που ορίζουν οι οδηγοί, μένοντας διαρκώς κάθετος σε αυτούς και σε επαφή μαζί τους, χωρίς τριβές και αντιστάσεις του αέρα. Ολόκληρο το σύστημα βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, του οποίου η ένταση είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν οι οδηγοί και έχει μέτρο 1 T . Ο αγωγός κινείται προς τα δεξιά (βλ. σχήμα) με σταθερή επιτάχυνση $\vec{a}$ μέτρου 2 m/s^2 , ξεκινώντας από την ηρεμία.



4.1. Να γράψετε τύπο που δίνει την εξωτερική δύναμη η οποία πρέπει να ασκείται στον αγωγό ΓΔ ώστε να επιτευχθεί η κίνησή του όπως περιγράφεται παραπάνω και να σχεδιάσετε την γραφική παράσταση της δύναμης συναρτήσει του χρόνου για τα πρώτα 3 s της κίνησης.

Μονάδες 7

4.2. Κατά τα πρώτα 3 s το έργο της εξωτερική δύναμη είναι 36 J . Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που εκλύεται στις αντιστάσεις στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΓΔ τη χρονική στιγμή $t_1 = 3\text{ s}$, καθώς και ο ρυθμός προσφοράς ενέργειας από τη δύναμη F την ίδια χρονική στιγμή.

Μονάδες 5

4.4. Να υπολογιστεί ο μέσος ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΓΔ στο χρονικό διάστημα ανάμεσα στη χρονική στιγμή $t = 0$ και στη χρονική στιγμή $t_1 = 3\text{ s}$. Να εξηγήσετε γιατί οι απαντήσεις για τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας στα ερωτήματα 4.3 και 4.4 είναι διαφορετικές.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός (1) μεγάλου μήκους διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I_1 = 2 \text{ A}$.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο και προσδιορίστε την κατεύθυνση της έντασης $\Delta \vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο σημείο Γ του σχήματος εξαιτίας του στοιχειώδους τμήματος $\Delta l = 0,02 \text{ m}$.

Μονάδες 6

Παράλληλα προς τον αγωγό (1) και σε απόσταση $0,4 \text{ m}$ από αυτόν, τοποθετούμε άλλον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό (2) μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από αντίρροπο συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης $I_2 = 4 \text{ A}$.

4.2 Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσο Μ της απόστασης ανάμεσα στους δύο αγωγούς.

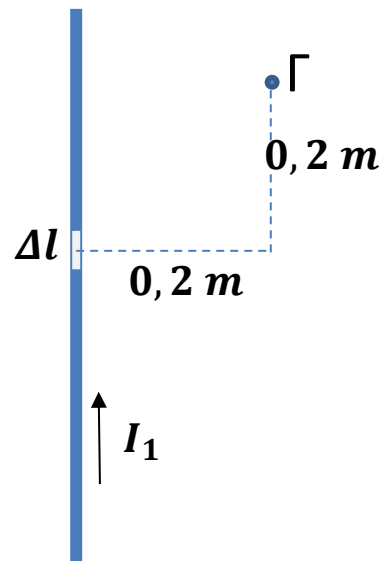
Μονάδες 7

4.3. Να βρείτε που πρέπει να τοποθετηθεί τρίτος ρευματοφόρος αγωγός παράλληλα στους (1) και (2) ώστε να μην δέχεται μαγνητική δύναμη Laplace από αυτούς.

Μονάδες 7

4.4 Η αμπεροτσιμπίδα είναι μία συσκευή για μέτρηση ρεύματος σε αγωγό. Η τσιμπίδα της τοποθετείται **σε σταθερή θέση ώστε να περικλείει τον αγωγό** και μετράει την ένταση του ρεύματος σε αυτόν, χρησιμοποιώντας την **επαγόμενη ΗΕΔ**. Να εξηγήσετε γιατί η αμπεροτσιμπίδα δεν θα έδειχνε σωστή ένδειξη στην περίπτωση των αγωγών που περιγράφονται στην άσκηση αυτή.

Μονάδες 5



Αμπεροτσιμπίδα.
Πηγή εικόνας:
Wikimedia

ΘΕΜΑ 4

Σκάλα μήκους $L = 2\text{ m}$ είναι τοποθετημένη πλάγια σε τοίχο όπως φαίνεται στο σχήμα. Η γωνία που σχηματίζει με τον τοίχο είναι $\theta = 30^\circ$. Το βάρος της σκάλας είναι 40 N . Θεωρήστε πως η τριβή ανάμεσα στον τοίχο και την σκάλα είναι αμελητέα.

4.1. Αφού μεταφέρετε το σχήμα στο γραπτό σας, να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σκάλα και να γράψετε τις συνθήκες ισορροπίας (μεταφορικής για κάθε άξονα και στροφικής) για τη σκάλα.

Μονάδες 7

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της απαιτούμενης τριβής ανάμεσα στο έδαφος και στη σκάλα ώστε η τελευταία να ισορροπεί.

Μονάδες 6

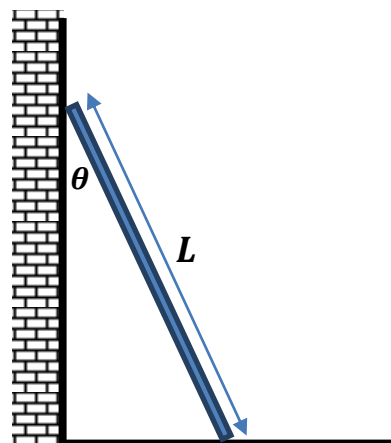
Ο συντελεστής στατικής τριβής ανάμεσα στο έδαφος και στη σκάλα είναι $\mu = 0,20$.

4.3. Να βρείτε αν η σκάλα ολισθαίνει.

Μονάδες 6

4.4. Να βρείτε τη συνθήκη που πρέπει να ικανοποιεί η γωνία θ ώστε η σκάλα να μην ολισθαίνει.

Μονάδες 6



ΘΕΜΑ 4

Απλός εναλλακτήρας δημιουργεί εναλλασσόμενη τάση με την περιστροφή αγωγίμου ορθογώνιου πλαισίου διαστάσεων $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ και 1000 σπειρών, με συχνότητα περιστροφής 50 Hz , μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $4,5 \times 10^{-3}\text{ T}$. Η συνολική αντίσταση του εναλλακτήρα είναι $r = 5\ \Omega$.

4.1. Να υπολογίσετε την ενεργό τιμή της επαγόμενης ΗΕΔ. Να λάβετε υπόψη πως $0,45 \cong \frac{\sqrt{2}}{\pi}$.

Μονάδες 7

Δύο λαμπτήρες πυρακτώσεως οι οποίοι έχουν χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $40\text{ W}, 20\text{ V}$, συνδέονται παράλληλα στα άκρα του εναλλακτήρα.

4.2 Να ελέγξετε αν οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά.

Μονάδες 6

Θεωρώντας πως οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται ως ωμικοί αντιστάτες:

4.3. να υπολογίσετε τον μέσο ρυθμό παροχής ενέργειας από τον εναλλακτήρα στο κύκλωμα (αγνοώντας τριβές κατά την περιστροφή του πλαισίου).

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε τον μέσο ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας στους δύο λαμπτήρες.

Μονάδες 6