

ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ



20^Η ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Αφιερωμένη στη μνήμη της Φυσικού Σύλβιας Γιασουμή

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (Επαναληπτικός Διαγωνισμός)

Κυριακή, 19 Μαρτίου, 2006

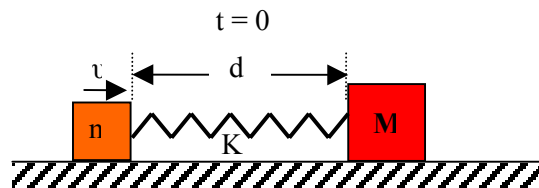
Ώρα: 10:30 - 13:30

Οδηγίες:

- 1) Το δοκίμιο αποτελείται από πέντε (5) θέματα.
- 2) Να απαντήσετε τα ερωτήματα όλων των θεμάτων.
- 3) Να εκφράζετε τις απαντήσεις σας, όπου χρειάζεται, με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων.
- 4) Όταν σε ένα θέμα δε δίνονται αριθμητικά δεδομένα, να εκφράζετε τις απαντήσεις σας ως συνάρτηση των μεγεθών που δίνονται στο αντίστοιχο θέμα ή ερώτημα.
- 5) Να χρησιμοποιείτε μόνο τις σταθερές που δίνονται σε κάθε ερώτημα.
- 6) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματισμένης υπολογιστικής μηχανής.
- 7) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.

ΘΕΜΑ 1 (10 μονάδες)

Δύο μάζες m και M συνδέονται με αβαρές ελατήριο σταθεράς K και φυσικού μήκους d (το μήκος όταν το ελατήριο δε δέχεται οποιαδήποτε δύναμη). Το σύστημα βρίσκεται σε οριζόντια επιφάνεια που δεν παρουσιάζει τριβές με τα σώματα. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ η μάζα m δέχεται ώθηση η οποία της προσδίδει ταχύτητα u με διεύθυνση οριζόντια και φορά προς την κατεύθυνση που βρίσκεται η μάζα M , όπως δείχνει το σχήμα.

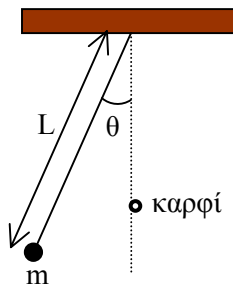


(α) Ποια θα είναι η ταχύτητα του κέντρου μάζας;

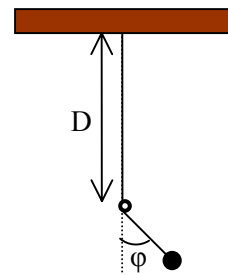
(β) Να βρείτε τη μικρότερη απόσταση μεταξύ των δύο μαζών κατά την κίνησή τους όπως και την αντίστοιχη χρονική στιγμή που συμβαίνει αυτό.

ΘΕΜΑ 2 (15 μονάδες)

Σφαιρίδιο μάζας m αιωρείται από μη ελαστικό νήμα μήκους L και αμελητέας μάζας. Το σφαιρίδιο αφήνεται από την ηρεμία όταν το νήμα σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο ($\theta \ll 1$), όπως δείχνει το σχήμα 1. Όταν το νήμα είναι κατακόρυφο συναντά μικρό καρφί (κάθετα στη σελίδα) σε απόσταση D από το πάνω άκρο του νήματος.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Θεωρείστε ότι δεν υπάρχουν απώλειες μηχανικής ενέργειας σε άλλες μορφές λόγω τριβών.

(α) Να βρείτε, σε σχέση με τα δεδομένα του προβλήματος, το μέγιστο ύψος, H , στο οποίο θα φτάσει η μάζα m στο σχήμα 2, σε σχέση με το χαμηλότερο σημείο που βρίσκεται το σώμα όταν το νήμα είναι κατακόρυφο.

(β) Να βρείτε τη μέγιστη τιμή της γωνίας, φ , ($\varphi \ll 1$), στο σχήμα 2.

(γ) Να βρείτε την περίοδο T , της ταλάντωσης της μάζας m , από τη θέση στο σχήμα 1 μέχρι τη θέση στο σχήμα 2 και ξανά πίσω στη θέση 1.

(δ) Να κάνετε τη γραφική παράσταση του ύψους h σε συνάρτηση με το χρόνο, $h = f(t)$, της μάζας m , σε σχέση με το χαμηλότερο σημείο που βρίσκεται όταν το νήμα είναι κατακόρυφο, για μια πλήρη περίοδο της κίνησης. Στη γραφική παράσταση να βρείτε τα σημεία τομής με τους δύο άξονες, συναρτήσει των δεδομένων του προβλήματος.

Αρχίστε τη γραφική παράσταση από τη θέση της μάζας στο σχήμα 1.

(ε) Έστω $e = \frac{L-D}{L}$. Για δεδομένη τιμή της γωνίας θ ($\ll 1$), προσδιορίστε

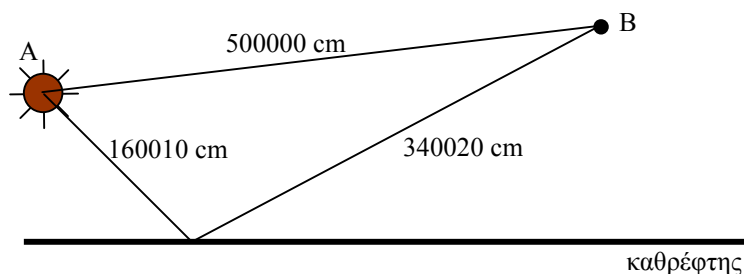
την ελάχιστη τιμή του e για την οποία θα έχουμε αρμονική ταλάντωση της μάζας m .

Θεωρήστε ότι για αρμονική ταλάντωση η γωνιακή μετατόπιση της μάζας m θα πρέπει να ικανοποιεί: $\theta \leq 0,1$ και $\varphi \leq 0,1$.

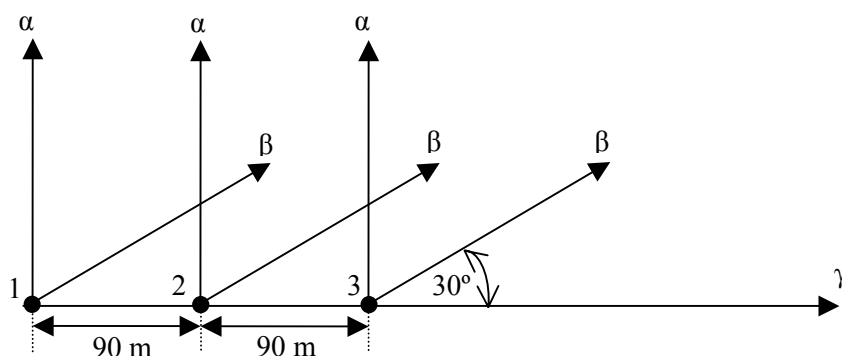
(Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την προσέγγιση, για $\theta \ll 1$, $\sin \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$).

ΘΕΜΑ 3 (20 μονάδες)

(Α) Μια πηγή τοποθετημένη στο σημείο Α, πάνω από την επιφάνεια ενός επίπεδου καθρέφτη, εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Ένα κύμα από την πηγή προς στο σημείο Β μπορεί να ακολουθήσει δύο δρόμους, όπως δείχνει το σχήμα. Προσδιορίστε τα δύο μεγαλύτερα μήκη κύματος που αντιστοιχούν σε ελάχιστη ένταση στο σημείο Β. (Λόγω ανάκλασης στον καθρέφτη υπάρχει μεταβολή φάσης του κύματος κατά π).



(Β) Τρεις κεραίες, (1), (2) και (3), ραδιοφωνικών κυμάτων τοποθετούνται σε μια ευθεία οριζόντια γραμμή, 90 m η μια από την επόμενη, όπως στο σχήμα. Οι κεραίες εκπέμπουν σε μήκος κύματος $\lambda = 180$ m, σε φάση, με το ίδιο πλάτος A_0 και ένταση I_0 , ανεξάρτητα της απόστασης από τις κεραίες. Να βρείτε το πλάτος και την ένταση του συνιστάμενου κύματος από τις τρεις κεραίες σε σημείο πολύ μακριά από αυτές για τις κατευθύνσεις (α), (β) και (γ).

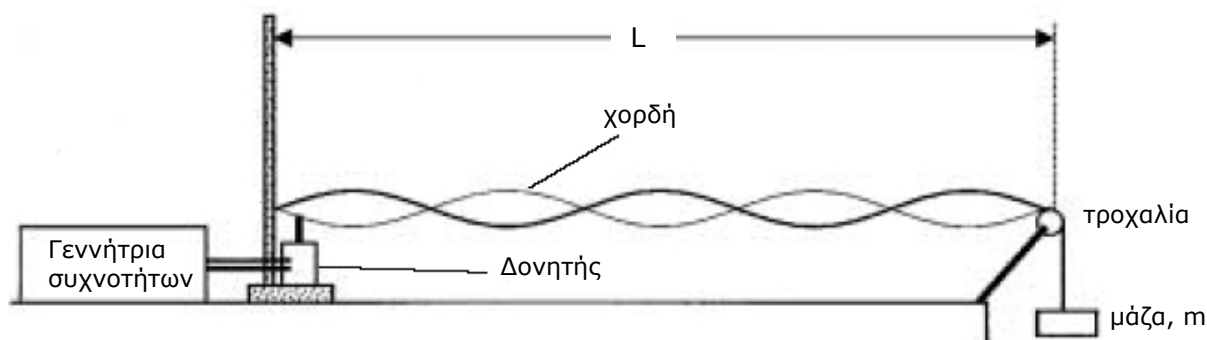


ΘΕΜΑ 4 (25 μονάδες)

Το σχήμα δείχνει πειραματική διάταξη για τη μελέτη στάσιμων κυμάτων σε τεντωμένη χορδή. Το μήκος της χορδής είναι $L = 1,25 \text{ m}$ και η γραμμική πυκνότητα $\mu = 5 \times 10^{-3} \text{ Kg/m}$.

Το στιγμιότυπο στο σχήμα εμφανίζεται όταν η συχνότητα της γεννήτριας είναι $f = 80 \text{ Hz}$.

Τόσο η τροχαλία όσο και το νήμα στο οποίο στηρίζεται η μάζα, είναι αβαρή.



(α) Υπολογίστε την ταχύτητα του κύματος που διαδίδεται κατά μήκος της χορδής.

(β) Υπολογίστε τη μάζα m . (Θεωρήστε $g = 10 \text{ m/s}^2$).

(γ) Μεταβάλλουμε τη συχνότητα ταλάντωσης f διατηρώντας τη μάζα m σταθερή, όπως βρέθηκε πιο πάνω.

(i) Εξηγήστε γιατί η χορδή δεν εκτελεί ταλαντώσεις για όλες τις τιμές της συχνότητας.

(ii) Υπολογίστε τη μικρότερη δυνατή συχνότητα ταλάντωσης της χορδής.

(δ) Μεταβάλλουμε τη μάζα m διατηρώντας τη συχνότητα σταθερή, 80 Hz . Υπολογίστε τη μέγιστη δυνατή μάζα ώστε η χορδή να εκτελεί ταλάντωση.

(ε) Με τη συχνότητα σταθερή στα 80 Hz βυθίζουμε τη μάζα m σε υγρό πυκνότητας ρ . Παρατηρείται ότι ο αριθμός των κοιλιών αυξάνεται από πέντε σε επτά.

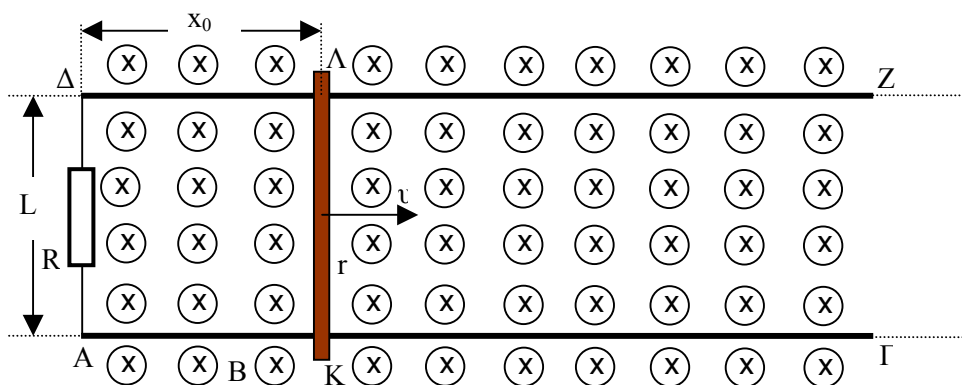
(i) Εξηγήστε την αύξηση του αριθμού των κοιλιών.

(ii) Υπολογίστε την πυκνότητα ρ του υγρού δεδομένου ότι ο όγκος της μάζας m μέσα στο υγρό είναι $1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$.

ΘΕΜΑ 5 (30 μονάδες)

Ένας μεταλλικός αγωγός ΚΛ, μάζας m και ωμικής αντίστασης r , ολισθαίνει χωρίς τριβή με σταθερή ταχύτητα $υ$, σε δύο παράλληλες μεταλλικές ράβδους ΑΓ και ΔΖ, αμελητέας ωμικής αντίστασης, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση L . Ο αγωγός κατά την κίνησή του παραμένει συνεχώς παράλληλος με τον εαυτό του. Οι ράβδοι συνδέονται στα άκρα τους Α και Δ με μια ωμική αντίσταση R έτσι ώστε να σχηματίζεται κλειστό κύκλωμα, όπως δείχνει το σχήμα. Το σύστημα βρίσκεται συνεχώς σε κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής B .

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται σε απόσταση x_0 από τα άκρα Α και Δ των δύο ράβδων. Η μαγνητική επαγωγή B έχει τιμή που εξαρτάται από το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $B = B_0 - Ct$, όπου C μια θετική σταθερά, ($C > 0$).



Να βρείτε:

(α) τη χρονική σχέση που δίνει τη δύναμη F που πρέπει να ασκείται στον αγωγό ΚΛ για να διατηρεί σταθερή την ταχύτητά του.

(β) τη σχέση που πρέπει να ικανοποιεί η σταθερά C ώστε η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος τη χρονική στιγμή $t = 0$ να είναι μηδέν.

Για τα επόμενα ερωτήματα να χρησιμοποιήσετε τη σχέση: $C = \frac{B_0 \upsilon}{x_0}$.

Να βρείτε:

(γ) το φορτίο που διέρχεται από την αντίσταση R , από τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t = \frac{x_0}{\upsilon}$.

(δ) τη μέγιστη τιμή της δύναμης F .

(ε) τη μέση τιμή της Η.Ε.Δ. από επαγωγή που δημιουργείται στα άκρα του αγωγού ΚΛ για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq \frac{x_0}{\upsilon}$.

(στ) την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στην αντίσταση R για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq \frac{x_0}{\upsilon}$.