

# ΕΝΩΣΗ ΚΥΠΡΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

23<sup>Η</sup> ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ (Επαναληπτικός Διαγωνισμός)

Κυριακή, 05 Απριλίου, 2009,

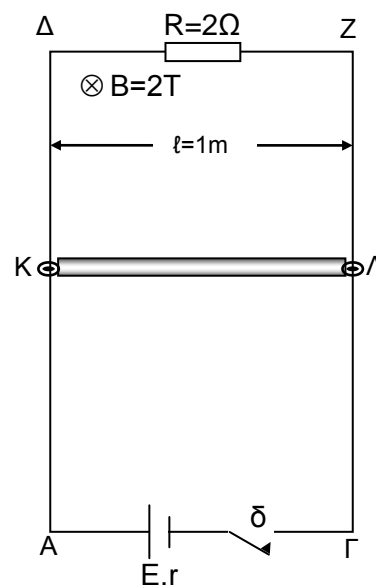
Ώρα: 10.00 - 13.00

## Οδηγίες:

- 1) Το δοκίμιο αποτελείται από πέντε (5) θέματα.
- 2) Να απαντήσετε σε όλα τα θέματα.
- 3) Επιτρέπεται η χρήση μόνο μη προγραμματισμένης υπολογιστικής μηχανής.
- 4) Δεν επιτρέπεται η χρήση διορθωτικού υγρού.
- 5) Επιτρέπεται η χρήση μπλε ή μαύρου μελανιού μόνο.

## ΘΕΜΑ 1 ( 20 μονάδες)

Οι παράλληλοι και κατακόρυφοι αγωγοί ΑΔ και ΓΖ έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους κατά  $\ell=1\text{m}$ . Τα άκρα Α,Γ ενώνονται μέσω του διακόπτη δ και της πηγής  $E=28\text{V}$  με εσωτερική αντίσταση  $r=1\Omega$ , ενώ τα άκρα Δ,Ζ ενώνονται μέσω της αντίστασης  $R=2\Omega$ . Ο ακίνητος αγωγός ΚΛ παρουσιάζει αντίσταση  $R_1=2\Omega$ , μάζα  $m=2\text{kg}$  και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς. Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο μαγνητικής επαγωγής  $B=2\text{T}$ , κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή  $t=0\text{s}$  κλείνουμε το διακόπτη και αφήνουμε ελεύθερη τη ράβδο. Δίνεται:  $g=10\text{m/s}^2$



Ζητούνται:

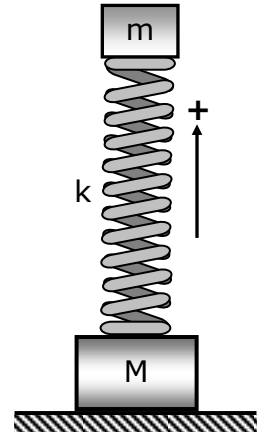
- α. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης της ράβδου μέχρι να αποκτήσει οριακή ταχύτητα.
- β. Η οριακή ταχύτητα  $u_{op}$  που θα αποκτήσει η ράβδος.
- γ. Να επιβεβαιώσετε την αρχή διατήρησης της ενέργειας όταν η ράβδος θα έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα.

### ΘΕΜΑ 2 ( 20 μονάδες)

Κατακόρυφο ελατήριο, σταθεράς  $K=200\text{N/m}$ , έχει στο κάτω άκρο του στερεωμένο σώμα μάζας  $M=5\text{kg}$  και στο άνω άκρο του ισορροπεί επίσης στερεωμένο, άλλο σώμα μάζας  $m=3\text{kg}$ . Το σώμα μάζας  $M$  είναι τοποθετημένο σε οριζόντιο δάπεδο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Κάποια στιγμή, το σώμα μάζας  $m$ , εκρήγνυται και διασπάται σε δύο τμήματα  $A$  και  $B$ , με μάζες  $m_A=2m_B$ . Το τμήμα  $A$  αμέσως μετά τη διάσπαση, παραμένει δεμένο στο ελατήριο και κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω, συσπειρώνοντας το ελατήριο κατά  $10\text{cm}$  επιπλέον της αρχικής του συσπείρωσης. Οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες. Δίνεται:  $g=10\text{m/s}^2$

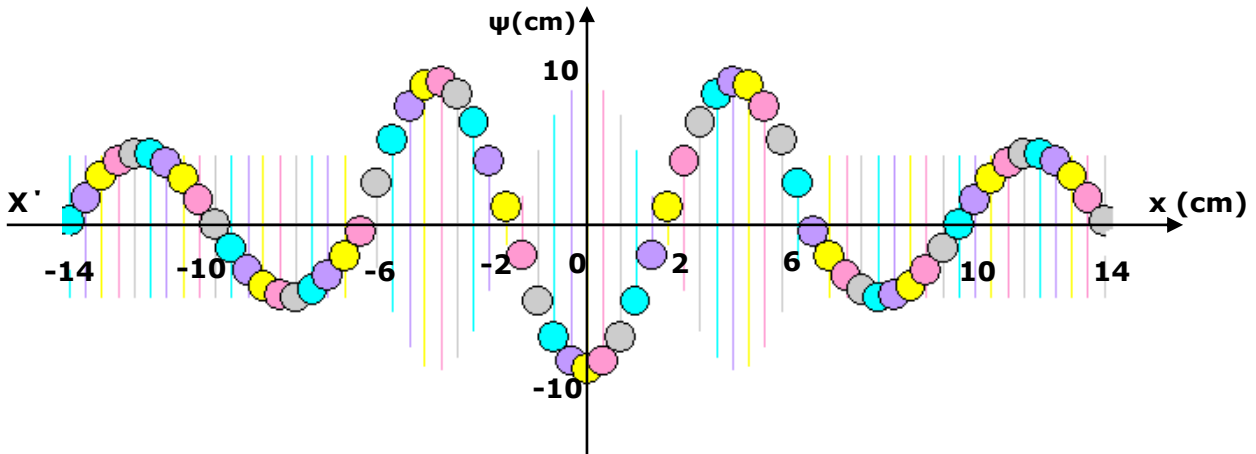
Ζητούνται:

- Η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης του σώματος  $m_A$ .
- Να διερευνηθεί αν το σώμα μάζας  $M$  θα χάσει την επαφή του με το δάπεδο κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του σώματος  $m_A$ .
- Το μέγιστο ύψος πάνω από την αρχική θέση ισορροπίας του σώματος μάζας  $m$ , στο οποίο θα φτάσει το σώμα  $m_B$ .



### ΘΕΜΑ 3 ( 20 μονάδες)

Στο παρακάτω σχήμα παριστάνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος που δημιουργείται κατά μήκος ομογενούς ελαστικής χορδής απείρου μήκους,  $x'Ox$ :



Το στάσιμο κύμα δημιουργείται από τη συμβολή δύο γραμμικών, αρμονικών κυμάτων, ίδιου πλάτους και συχνότητας, που διαδίδονται σε αντίθετες κατευθύνσεις πάνω στον άξονα  $x'Ox$ . Η συμβολή των δύο κυμάτων ξεκίνησε τη στιγμή  $t=0\text{s}$ , κατά την οποία τα δύο κύματα έφτασαν ταυτόχρονα στην αρχή  $x=0$  του άξονα  $x'Ox$ , και το παραπάνω στιγμιότυπο αναφέρεται στη χρονική στιγμή  $t_1=3\text{s}$ .

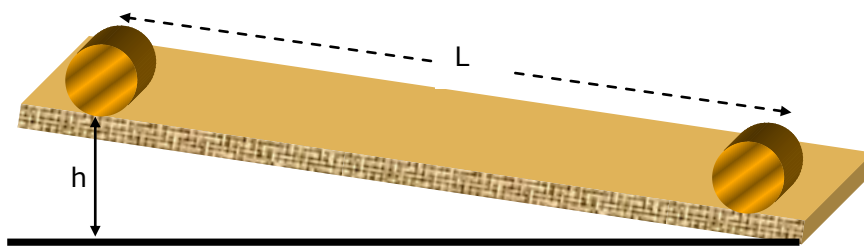
Ζητούνται:

- Η εξίσωση του στάσιμου κύματος καθώς και των κυμάτων που το δημιουργούν, αν είναι γνωστό ότι οι πηγές άρχισαν την ταλάντωσή τους με φορά προς τα πάνω.
- Η ολική ενέργεια της ταλάντωσης ενός υλικού σημείου, μάζας  $m=2\text{g}$ , που βρίσκεται στη θέση  $x=7\text{cm}$ , τις χρονικές στιγμές  $t_1=3\text{s}$  και  $t_2=6\text{s}$ .
- Η διαφορά φάσης δύο σημείων  $A$  και  $B$  στις θέσεις  $x_A=11\text{cm}$  και  $x_B=8\text{cm}$  τις χρονικές στιγμές του ερωτήματος (β).
- Η γραφική παράσταση απομάκρυνσης-χρόνου  $\Psi=f(t)$ , σε βαθμολογημένους άξονες, του σημείου  $x=6\text{cm}$  για το χρονικό διάστημα  $0\text{s} \leq t \leq 5\text{s}$ .
- Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t_3=5\text{s}$ .

### ΘΕΜΑ 4 ( 20 μονάδες)

Για τη μέτρηση της ροπής αδράνειας ομογενούς κυλίνδρου στο εργαστήριο χρησιμοποιούμε κεκλιμένο επίπεδο με δυνατότητα μεταβολής της κλίσης του, χάρακα, χρονόμετρο, μεταλλικό κύλινδρο και ζυγό. Θεωρούμε ότι κατά τη κίνησή του, ο κύλινδρος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει, εκτελεί ομαλή επιταχυνόμενη κίνηση και δεν έχει απώλειες ενέργειας.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η πειραματική μας διάταξη.



#### Δίνονται:

Το μήκος του κεκλιμένου επιπέδου,  $L=1\text{m}$ , η μάζα του κυλίνδρου  $m=1\text{ kg}$ , η ακτίνα του  $R=0,025\text{m}$  και η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=9,8\text{ m/s}^2$ .

#### Εκτέλεση του πειράματος - Μετρήσεις

1. Μετρούμε το ύψος  $h$ .
2. Αφήνουμε ελεύθερο τον κύλινδρο να κινηθεί και μετρούμε το χρόνο που χρειάζεται για να διανύσει το μήκος  $L$  του κεκλιμένου επιπέδου.
3. Επαναλαμβάνουμε την προηγούμενη διαδικασία για διάφορες τιμές του ύψους  $h$ .

Από τις μετρήσεις συμπληρώσαμε τον πιο κάτω πίνακα τιμών.

$h$ (m)	$t$ (s)	$a$ ( $\text{m/s}^2$ )
0,02	4,47	
0,05	2,58	
0,07	2,23	
0,08	2,00	

#### Ζητούνται:

**α.** Να υπολογίσετε τις τιμές της επιτάχυνσης  $a$ , του κέντρου μάζας του κυλίνδρου και να συμπληρώσετε τον πίνακα μετρήσεων.

**β.** Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση  $a=f(h)$  με βάση τις τιμές του πίνακα.

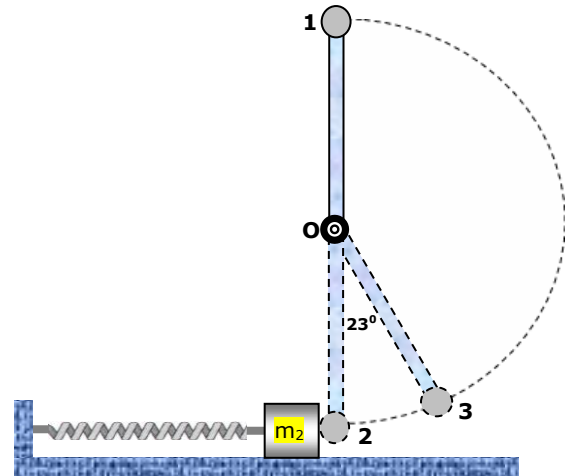
Να προτείνετε μέθοδο υπολογισμού της ροπής αδράνειας του κυλίνδρου, με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης και της μαθηματικής σχέσης που συνδέει την επιτάχυνση με το ύψος.

**γ.** Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του κυλίνδρου θεωρητικά, με τη βοήθεια της σχέσης  $I_0 = \frac{1}{2} mR^2$  και το επί τοις εκατό (%) σφάλμα της τιμής που βρέθηκε πειραματικά.

### ΘΕΜΑ 5 (20 μονάδες)

Η ομογενής ράβδος μήκους  $L=2\text{m}$  και μάζας  $M=6\text{kg}$  του σχήματος, μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο, γύρω από οριζόντιο άξονα που είναι κάθετος στη ράβδο και περνά από το ένα άκρο της  $O$ . Στο άλλο άκρο της ράβδου είναι προσκολλημένη μάζα  $m=2\text{kg}$ . Αρχικά η ράβδος βρίσκεται στη κατακόρυφη θέση (1) και αφήνεται ελεύθερη να κινηθεί.

Όταν το σύστημα φτάσει στην κάτω κατακόρυφη θέση του (2), συγκρούεται με σώμα μάζας  $m_2=9,6\text{kg}$  και γυρνά προς τα πίσω φτάνοντας σε μια ακραία θέση (3) όπου σχηματίζει γωνία  $23^\circ$  με την κατακόρυφο. Η μάζα  $m_2$  είναι στερεωμένη στην άκρη οριζώντιου ελατηρίου σταθεράς  $K=960\text{ N/m}$  που βρίσκεται στο φυσικό του μήκος.



Δίνονται:  $\sin 23^\circ = 0,92$ ,  $g = 10\text{m/s}^2$ , ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς το  $O$ :  $I = \frac{1}{3}ML^2$

Ζητούνται:

- α.** Η ροπή αδράνειας του συστήματος (ράβδος – μάζα  $m$ ) ως προς τον άξονα  $O$ .
- β.** Η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος στην κατώτερη θέση (2) πριν τη σύγκρουση.
- γ.** Το ποσοστό της μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συστήματος (ράβδος – μάζα  $m$ ) κατά τη διάρκεια της κρούσης.
- δ.** Το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα μάζας  $m_2$ .
- ε.** Ο χρόνος μετά την κρούση, που το ελατήριο θα ξαναβρεθεί για πρώτη φορά στο φυσικό του μήκος, θεωρώντας ότι η ράβδος δεν συγκρούεται ξανά στο σώμα  $m_2$ .
- στ.** Η γραφική παράσταση απομάκρυνσης-χρόνου  $\psi=f(t)$  της μάζας  $m_2$  για χρόνο μιας περιόδου της ταλάντωσης.