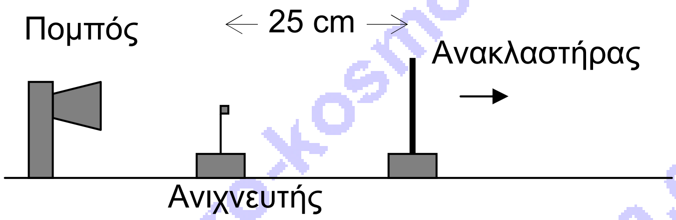
# Γ΄ Λυκείου

**19 Μαρτίου 2005**

## Θεωρητικό Μέρος

### Θέμα 1ο




**Α.** Σε πείραμα με μικροκύματα που εκπέμπονται από τον πομπό, αυτά ανακλώνται από μεταλλική πλάκα (ανακλαστήρας) και συμβάλλουν στον ανιχνευτή. Καθώς ο ανακλαστήρας απομακρύνεται αργά από τον ανιχνευτή, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, μια σειρά μέγιστων και ελάχιστων καταγράφεται στον ανιχνευτή. Ένα μέγιστο καταγράφεται όταν ο ανακλαστήρας απέχει 25 cm από τον ανιχνευτή. Οκτώ ακόμα μέγιστα καταγράφονται καθώς απομακρύνεται ο ανακλαστήρας, με το όγδοο τη στιγμή που αυτός απέχει 37,8 cm από τον ανιχνευτή. Βρείτε το μήκος κύματος και τη συχνότητα των μικροκυμάτων. Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στον αέρα $c=3\cdot10^8$ m/s.

(Μονάδες 8)

**Β.** Σε μια περιοχή της Μεσοποταμίας βρέθηκε ένα παλαιό τεμάχιο από ξύλο, που περιείχε $25\cdot10^9$ πυρήνες ραδιενεργού ${}^{14}_{6}C$. Στην ίδια περιοχή ένα τεμάχιο από ξύλο που κόπηκε πρόσφατα, ίσης μάζας με το παλαιό, έχει ενεργότητα (που οφείλεται στον ${}^{14}_{6}C$ ) ίση με 0,8 Bq. Να βρεθούν:

**α.** η σταθερά διάσπασης του ${}^{14}_{6}C$.

**β.** η ενεργότητα του παλαιού τεμαχίου.

**γ.** το πλήθος των πυρήνων ${}^{14}_{6}C$ που υπάρχουν στο τεμάχιο του πρόσφατα κομμένου ξύλου.

**δ.** Να ερευνήσετε αν το παλαιό τεμάχιο μπορεί να ήταν τμήμα της Κιβωτού του Νώε.

Δίνεται ότι: ln2=0,7,

1 έτος=$3{,}1\cdot10^7$ s,

ο ${}^{14}_{6}C$ έχει χρόνο υποδιπλασιασμού $1{,}75\cdot10^{11}$ s.

Θεωρούμε ότι η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε ${}^{14}_{6}C$ δε μεταβάλλεται με το χρόνο και ότι ο κατακλυσμός έγινε πριν από περίπου 17000 έτη. (Μονάδες 8)

**Γ.** Πάνω στην ήρεμη επιφάνεια μιας λίμνης επιπλέει ένας ξύλινος δίσκος μάζας *M*=1 kg και ακτίνας *R*=1 m. Ο δίσκος εξαιτίας ενός ανεμοστρόβιλου που προηγήθηκε, περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που περνά από το κέντρο του με συχνότητα $f=\frac{1}{3}$ Hz . Πάνω στο δίσκο και στα άκρα μιας διαμέτρου του κάθονται, αρχικά ακίνητα ως προς το δίσκο, δυο χελωνάκια μάζας *m*=0,2 kg το καθένα, τα οποία κάποια χρονική στιγμή ξεκινούν προκειμένου να συναντηθούν κινούμενα κατά μήκος της διαμέτρου με ταχύτητες ίσου μέτρου.

Αν γνωρίζουμε ότι τα χελωνάκια ζαλίζονται και αποκοιμούνται όταν η συχνότητα με την οποία περιστρέφονται γίνει $f_{max}$=0,5 Hz, να βρεθούν:

**α.** η μεταξύ τους απόσταση τη στιγμή που αποκοιμούνται.

**β.** η ενέργεια που δαπάνησε το κάθε ένα κατά τη μετακίνησή του.

Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του, δίνεται από τη σχέση: $I_δ=MR^2/2$.

Οι τριβές που συναντά ο δίσκος κατά την κίνησή του στο νερό θεωρούνται ασήμαντες.

Τα χελωνάκια θεωρούνται υλικά σημεία. Δίνεται επίσης $π^2=10$. (Μονάδες 9)

**Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:**

**Α.** Πρόκειται για δημιουργία στάσιμου κύματος από ανάκλαση. Στον ανακλαστήρα θα έχουμε δεσμό ενώ στον ανοιχνευτή κοιλία. Έτσι 8λ/2=37,8 cm -25 cm =12,5 cm οπότε λ=6,25 cm. Από τη σχέση c=λ f προκύπτει ότι $f=48\ 10^8$ Hz.

**Β.**

α. $τ=\ln2/λ$ ή $λ=\ln2/τ$ οπότε $λ=0.7/1.75*10^{11}$s και $λ=4*10^{-12}s^{-1}$

β. $R=λ\ N$ οπότε $R=4*10^{-12}s^{-1}*25*10^9$ και $R$=0.1 Bq

γ. $R_o=λ\ N_o$ ή $N_o=R_o/λ$ οπότε $N_o$ =0,8Bq /$4*10^{-12}s^{-1}$ και $N_o=200*10^9$

δ. $N=N_o\ e^{-λt}$ οπότε $e^{-λt}=25*10^9/200*10^9$ ή $e^{-λt}=1/8$ ή $e^{λt}=2^3$ ή $λt=3*\ln2$
από την οποία προκύπτει ότι t = 16935έτη άρα μπορεί να ήτα

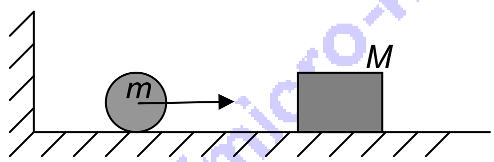
**Γ.**

**α.** $L_{αρχ}=L_{τελ}$ ή $I_{αρχ}\ ω_{αρχ}=I_{τελ}\ ω_{τελ}$ ή $I_{αρχ}\ 2πf=I_{τελ}\ 2πf_{max}$ οπότε
$(MR^2/2+2mR^2)\ f=(MR^2/2+2mx^2)*f_{max}$ από την οποία
$x$=0.5m και $d$=1m

**β.** $K_{αρχ}=1/2\ I_{αρχ}\ ω_{αρχ}^2=1/2*(MR^2/2+2mR^2)*4π^2f^2$ οπότε $K_{αρχ}$ =2 J
$K_{τελ}=1/2\ I_{τελ}\ ω_{τελ}^2=1/2\ (MR^2/2+2mx^2)*4π^2f_{max}^2$ οπότε $K_{τελ}$ =3 J
$ΔK$ =1 J → $E=ΔK/2$ → $E$=0,5 J

**Θέμα 2$^{ο}$**

**Α.** Η μπάλα με μάζα $m$ έχει ταχύτητα $υ_0$ και κινείται από τον κατακόρυφο τοίχο προς το ακίνητο κιβώτιο με μάζα $M$ πενταπλάσια από εκείνη της μπάλας, όπως φαίνεται στο σχήμα. Υποθέστε ότι η μπάλα συγκρούεται πάντα κεντρικά και ελαστικά τόσο με το κιβώτιο όσο και με τον τοίχο. Ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ του κιβωτίου και του εδάφους είναι $μ$ ενώ δεν υπάρχει τριβή μεταξύ της μπάλας και του εδάφους. Με δεδομένα τα $υ_0$, $g$, $μ$ υπολογίστε:

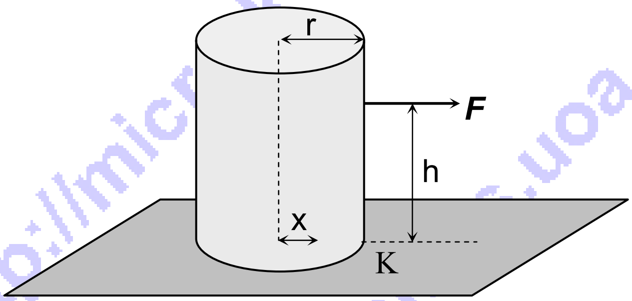


**α.** Την ταχύτητα της μπάλας μετά το n-οστό κτύπημά της με το κιβώτιο. Το n δεδομένο.

**β.** Όταν η μπάλα σταματήσει, ποια θα είναι η συνολική μετατόπιση του κιβωτίου;

Υποθέστε ότι ο $\mu$ είναι αρκετά μεγάλος, ώστε το κιβώτιο να ακινητοποιείται μέχρι τη στιγμή που η μπάλα ξαναπέφτει πάνω του. (Μονάδες 12)

**Β.** Ο ομογενής κύλινδρος του διπλανού σχήματος με μάζα $M$=4 kg και ακτίνα βάσεων $r$=10 cm ηρεμεί σε οριζόντιο δάπεδο. Σε ένα σημείο της επιφάνειας του κυλίνδρου, που απέχει από το δάπεδο απόσταση $h$=16 cm, ασκούμε στον κύλινδρο οριζόντια δύναμη $F$ που ο φορέας της τέμνει τον κατακόρυφο άξονα του κυλίνδρου και το μέτρο της σταδιακά το αυξάνουμε από μηδενική αρχική τιμή.




**α.** Αν μεταξύ κυλίνδρου-δαπέδου ο συντελεστής τριβής ολίσθησης είναι $\mu$=0,65, να δείξετε ότι ο κύλινδρος, με την επίδραση της δύναμης $F$, θα ανατραπεί πριν αρχίσει η ολίσθησή του.

**β.** Αν $x$ η απόσταση της κατακόρυφης δύναμης, που ασκεί το δάπεδο στον κύλινδρο, από τον κατακόρυφο άξονά του, να παραστήσετε γραφικά τη σχέση $x$-$F$ όσο ο κύλινδρος ισορροπεί.

**γ.** Έστω ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης κυλίνδρου-δαπέδου ήταν $\mu$=0,50 και ότι η δύναμη $F$ μεταβάλλεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $F=5t$ (S.I). Στην περίπτωση αυτή να παραστήσετε γραφικά με το χρόνο την επιτάχυνση του κυλίνδρου μέχρι τη χρονική στιγμή που ανατρέπεται.

Θεωρούμε ότι ο συντελεστής οριακής τριβής συμπίπτει με τον συντελεστή τριβής ολίσθησης και ότι $g$=10 m/s$^2$. (Μονάδες 13)

**Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:**

**Α.**

**α.** Εύκολα προκύπτει ότι η ταχύτητα του κιβωτίου μετά την πρώτη τη δεύτερη και τη n-οστή κρούση με την μπάλα είναι: $V_1 = \upsilon_0/3$ , $V_2 = \upsilon_0/3^2$ και $V_n = \upsilon_0/3^n$

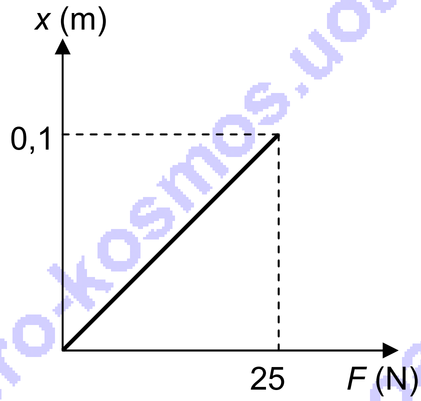
**β.** Η μπάλα θα σταματήσει όταν όλη η ενέργεια του συστήματος θα έχει μεταφερθεί στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας μέσω του έργου της τριβής στο κιβώτιο. Δηλαδή:

$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \mu Mgx \text{ οπότε } x = \upsilon_0^2/10\mu g.$$

**Β.**

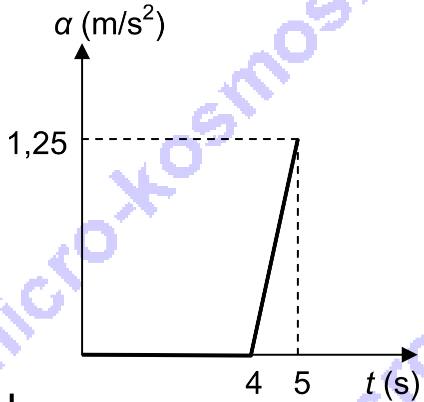
**α.** Η ελάχιστη τιμή της δύναμης $F$ για να αρχίσει η ολίσθηση (με την προϋπόθεση ότι δεν έχει ανατραπεί είναι $F_{min(ολ)} = \mu Mg$=26 N.

Η ελάχιστη τιμή της $F$ για να ανατραπεί ο κύλινδρος προκύπτει από το ότι στην περίπτωση αυτή η ροπή της $F$ ως προς το Κ. Δηλαδή, $F_{min(αν)}\ h = M g r$ οπότε $F_{min(αν)}$=25 N.




Επειδή $F_{min(αν)} < F_{min(ολ)}$ συμπεραίνουμε ότι ο κύλινδρος θα ανατραπεί πριν ολισθήσει.

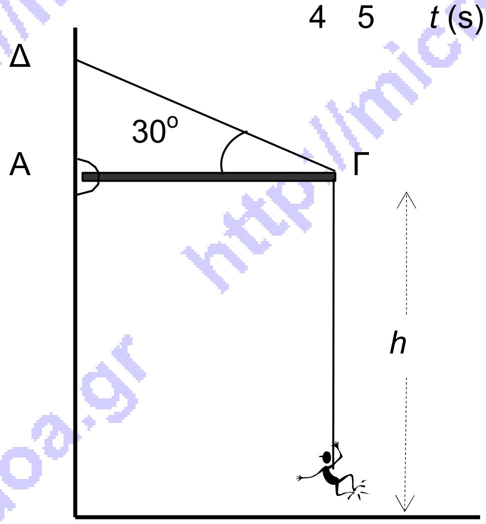
**β.** επειδή ο κύλινδρος ισορροπεί, η συνισταμένη ροπή ως προς το Κ θα είναι μηδέν. Δηλαδή $Fh - Mgx = 0$ οπότε: $x = Fh / Mg$ και με αντικατάσταση $x = F/250$ (S.I).




**γ.** Έστω $t_1$ , $t_2$ οι χρονικές στιγμές που ο κύλινδρος αρχίζει την ολίσθησή του και ανατρέπεται αντίστοιχα. Είναι $F_{(t1)} = T_{ολ}$ ή $5t_1 = 0{,}5 \cdot 4 \cdot 10$ οπότε $t_1$=4 s . Επίσης $F_{(t2)} = F_{min(αν)}$ ή $5t_2 = 25$ οπότε $t_2$=5 s. Από τα 4 έως τα 5 s έχουμε ολίσθηση με $α = F - T_{Ολ}/M$ οπότε $α = 1{,}25t - 5$ (S.I)

### Θέμα 3°

Το ομογενές δοκάρι ΑΓ με μάζα 20 kg, είναι αρθρωμένο στο σημείο Α της πρόσοψης ενός κτιρίου και κρατιέται οριζόντιο σε ύψος $h$=45 m από το έδαφος, με συρματόσχοινο ΓΔ που σχηματίζει γωνία 30° με το δοκάρι, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.




Ένας ακροβάτης με μάζα 80 kg διαθέτει ελαστικό σχοινί με συνολικό μήκος 40 m και σταθερά ελαστικότητας 30 N/m. Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα.

**α.** Ποιο θα πρέπει να είναι το μήκος του ελαστικού σχοινιού που πρέπει να χρησιμοποιήσει δένοντας το ένα άκρο του στο σημείο Γ, και το άλλο άκρο στη μέση του, ώστε αν πέσει από το σημείο Γ χωρίς αρχική ταχύτητα, να προσγειωθεί με ταχύτητα μηδέν; Δίνεται $g$=10 m/s$^2$ και ότι η σταθερά ελαστικότητας είναι αντιστρόφως ανάλογη του μήκους του σχοινιού που χρησιμοποιείται. Θεωρείστε ασήμαντο το βάρος του ελαστικού σχοινιού και ότι το σημείο πρόσδεσής του στον ακροβάτη τη στιγμή που αφήνεται να πέσει βρίσκεται στο Γ, ενώ τελικά το σημείο αυτό φτάνει στο έδαφος με μηδενική ταχύτητα.

**β.** Σε πόσο χρόνο φτάνει στο έδαφος;

**γ.** Ποιο θα πρέπει να είναι το όριο θραύσης του συρματόσχοινου ώστε να αντέξει;

(Μονάδες 25)

**Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:**

Συμβολίζουμε με *L* το συνολικό μήκος του σχοινιού και με *l* το μήκος που θα χρισιμοποιήσει ο ακροβάτης. Ακόμα θέτουμε *M* τη μάζα του ακροβάτη και *m* του δοκαριού.
Αν *k* η σταθερά ελαστικότητας που αντιστοιχεί στο μήκος *l* και *K* στο *L*, έχουμε

$$\frac{k}{K}=\frac{L}{l} \text{ ή } k=\frac{KL}{l} \quad (1)$$

α) Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας κατά την πτώση του ακροβάτη προκύπτει

$$Mgh=\frac{1}{2}k(h-l)^2 \quad (2)$$

Από τις (1), (2) αντικαθιστώντας τις τιμές των μεγεθών παίρνουμε την εξίσωση

$$l^2-150l+2025=0$$

Οπότε $l$=15 m
Β) Από τη στιγμή που ο ακροβάτης πηδάει ώσπου να αρχίσει να τεντώνει το σχοινί εκτελεί ελεύθερη πτώση. Αν αυτή η κίνηση διαρκεί $t_1$ έχουμε

$$l=\frac{1}{2}gt_1^2 \text{ ή } t_1=\sqrt{3}\text{ s}$$

Από τη στιγμή που αρχίζει το σχοινί αρχίζει να τεντώνει, ως τη στιγμή που ο ακροβάτης φτάνει στο έδαφος έχουμε ότι αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν η θέση ισορροπίας είναι κατά *α* πιο κάτω από τη θέση που τεντώνει το σχοινί έχουμε

$$Mg=k\alpha \quad (3)$$

Από την (1) αντικαθιστώντας τις τιμές έχουμε $k$=80 N/m, οπότε η (3) δίνει $\alpha$=10 m.
Η περίοδος της ταλάντωσης είναι

$$T=2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}=2\pi\text{ s}$$

Έστω $t_2$ ο χρόνος για να διανύσει ο ακροβάτης την απόσταση *α* και $t_3$ ο χρόνος να φτάσει από τη θέση ισορροπίας στο έδαφος.
Έχουμε

$$t_3=\frac{T}{4}=\frac{\pi}{2}\text{ s}$$

Ο χρόνος $t_2$ μπορεί να θεωρηθεί ως ο χρόνος κίνησης από τη θέση ισορροπίας ως τη θέση $x=\alpha$, άρα στην

$$x=A\eta\mu\frac{2\pi}{T}t$$

θέτουμε $x=\alpha$=10 m, $A=h-(l+\alpha)$=20 m, οπότε προκύπτει

$$t_2=\frac{\pi}{6}\text{ s}$$

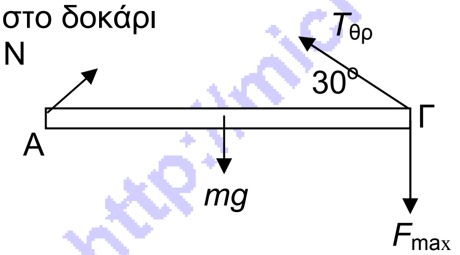
Τελικά ο ζητούμενος χρόνος είναι

$$t=\left(\sqrt{3}+\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{6}\right)\text{ s}=\left(\sqrt{3}+\frac{2\pi}{3}\right)\text{ s}$$

γ) Το όριο θραύσης του συρματόσχοινου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε αυτό να μη σπάει όταν από το ελαστικό σχοινί ασκείται η μέγιστη δύναμη στο δοκάρι

$$F_{max}=k(\alpha+A)=2400\text{ N}$$

Στο δοκάρι έχουμε τις δυνάμεις

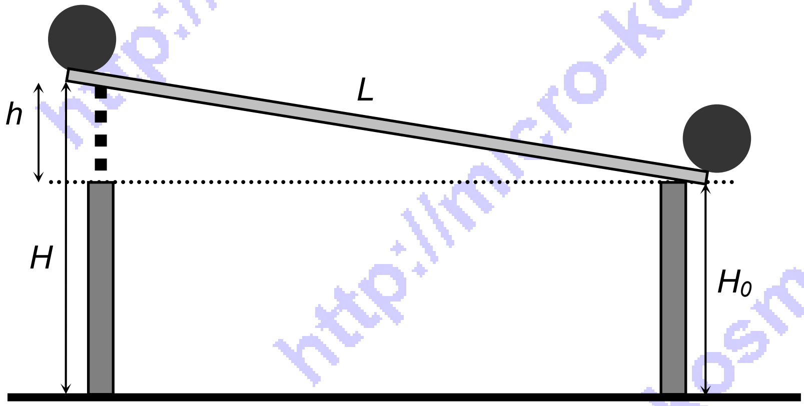


Από την ισορροπία έχουμε ότι το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών ως προς το Α είναι μηδέν, οπότε αν d είναι το μήκος του δοκαριού γράφουμε

$$mg\frac{d}{2}+F_{\max}d-T_{\vartheta\rho}d=0 \text{ ή } T_{\theta\rho}=5000\text{ N}$$

**<u>Πειραματικό Μέρος</u>**

**Α.** Χρησιμοποιούμε εργαστηριακό πάγκο ως κεκλιμένο επίπεδο, ξύλινο χάρακα και χρονόμετρο. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια κατακόρυφη τομή του πάγκου.




Το μήκος του κεκλιμένου επιπέδου είναι $L$=180 cm, ή μάζα του κυλίνδρου $m$=496,5 g η ακτίνα του $r$=2,5 cm και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g$=9,8 m/s$^2$.

1. Μετράμε τα ύψη $H$ και $H$o
2. Αφήνουμε ελεύθερο τον κύλινδρο να κινηθεί και μετράμε (τρεις φορές) το χρόνο που χρειάζεται για να διανύσει όλο το μήκος του πάγκου.
3. Επαναλαμβάνουμε την προηγούμενη διαδικασία για διάφορες τιμές των υψών $H$ και $H$o.

Παρατηρήσεις:

- Για να κυλίεται ο κύλινδρος χωρίς να ολισθαίνει δεν πρέπει η επιφάνεια του πάγκου να είναι λεία.
- Για να μειώσουμε τα σχετικά σφάλματα μέτρησης των χρόνων πρέπει τα ύψη $h$ να είναι σχετικά μικρά.

<u>ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ</u>

| $H$ (cm) | $H_0$ (cm) | $h$ (cm) | $t_1$ (s) | $t_2$ (s) | $t_3$ (s) | $t$ (s) | $\alpha$ (cm/s$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 84,0 | 80,1 | | 4,85 | 4,84 | 4,82 | | |
| 86,2 | 80,0 | | 3,96 | 3,88 | 3,93 | | |
| 89,5 | 79,9 | | 3,11 | 3,15 | 3,16 | | |
| 92,9 | 79,8 | | 2,69 | 2,69 | 2,70 | | |
| 95,4 | 79,8 | | 2,50 | 2,53 | 2,54 | | |

**α.** Να βρείτε και να συμπληρώσετε στον προηγούμενο πίνακα για κάθε περίπτωση:

- τις τιμές του ύψους $h$.
- τις μέσες τιμές του χρόνου $t$.
- τις τιμές της επιτάχυνσης $\alpha$ του κέντρου μάζας του κυλίνδρου.

**β.** Να δείξετε ότι αν η ροπή αδράνειας $I$ του κυλίνδρου τεθεί $I=\lambda mr^2$ προκύπτει:

$$a=kh \text{ με } k=\frac{g}{(1+\lambda)L}$$

**γ.** Να σχεδιάσετε το διάγραμμα $a$=f($h$) με βάση τις τιμές του πίνακα.

**δ.** Να βρείτε την κλίση $k=\Delta a/\Delta h$.

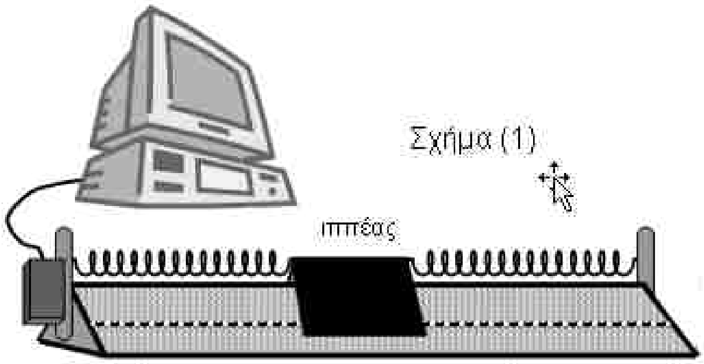
**ε.** Να βρείτε τη ροπή αδράνειας του κυλίνδρου.

**στ.** Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του κυλίνδρου με τη βοήθεια της σχέσης: $I=mR^2/2$.

**ζ.** Να υπολογίσετε το σχετικό σφάλμα της τιμής που βρέθηκε πειραματικά.

(Μονάδες 15)

**Β.** Σε ένα εργαστήριο Φυσικής, είναι εγκατεστημένος ένας αεροδιάδρομος, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με Η/Υ μέσω ενός interface / καταγραφικού.




Πάνω στον αεροδιάδρομο ένα σώμα (ιππέας) μπορεί να κινείται χωρίς τριβές λόγω του λεπτού στρώματος αέρα που υπάρχει μεταξύ του ιππέα και του αεροδιαδρόμου. Στον ιππέα προσαρμόζονται δύο ελατήρια με σταθερά $k$ το καθένα. Τα ελεύθερα άκρα των ελατηρίων στερεώνονται στον αεροδιάδρομο και το σώμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του όπως φαίνεται στο σχήμα (1). Το σώμα εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας του και με κατάλληλο απτήρα αφήνεται ελεύθερο ενώ αυτόματα τίθεται σε λειτουργία το καταγραφικό.

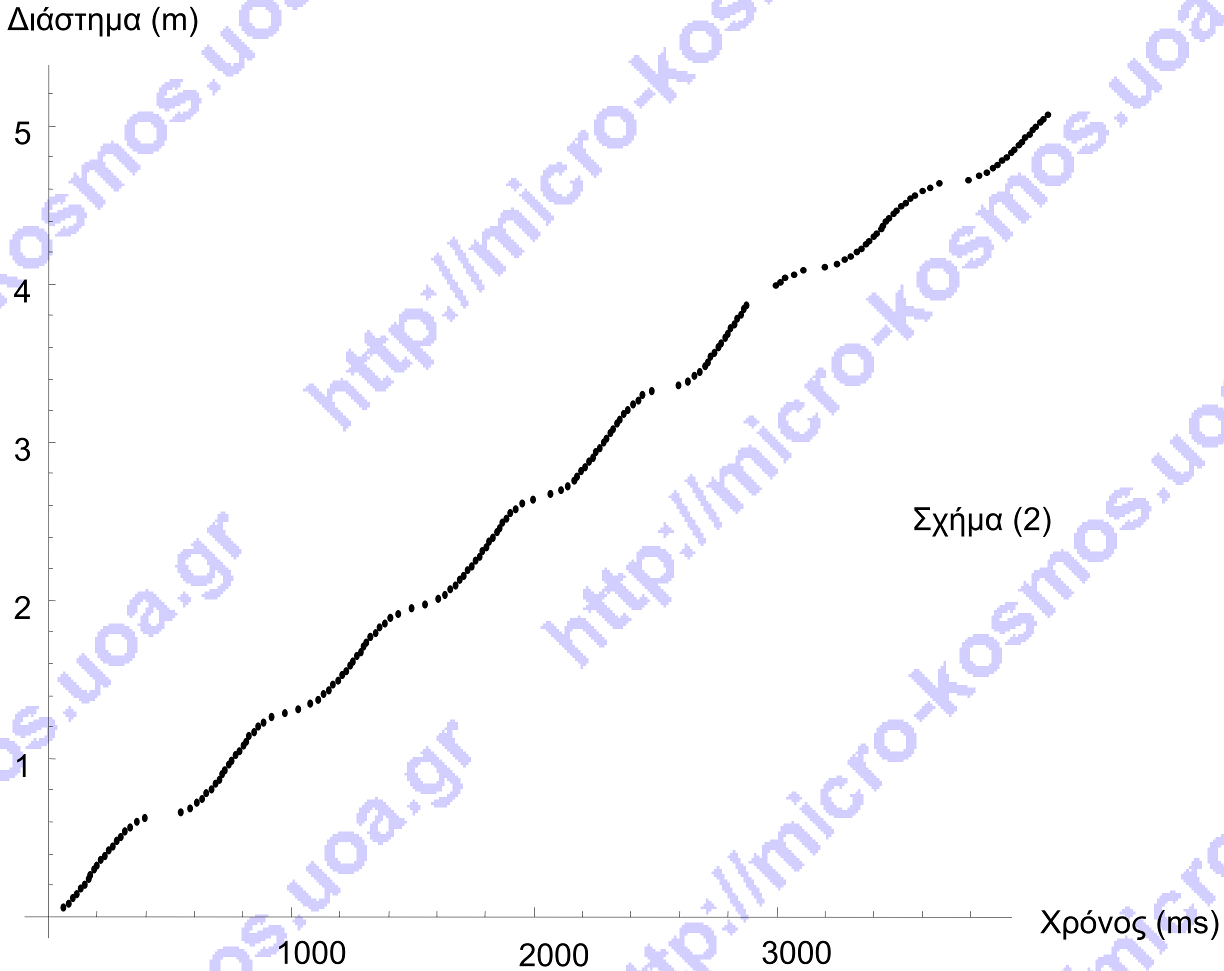
Η κατασκευή του αεροδιαδρόμου και του καταγραφικού είναι τέτοια* ώστε αυτό να καταγράφει τιμές σε συγκεκριμένα χωρικά διαστήματα 3 cm το καθένα χωρίς να αντιλαμβάνεται την αλλαγή στην κατεύθυνση της κίνησης του σώματος. Δημιουργείται έτσι ένας πίνακας τιμών διαστήματος-χρόνου από τον οποίο προκύπτει στην οθόνη του υπολογιστή η γραφική παράσταση διαστήματος-χρόνου που φαίνεται στο σχήμα (2).

Με τη βοήθεια του διαγράμματος αυτού να βρείτε:

**α.** Την περίοδο και το πλάτος της αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα, δίνοντας τις απαραίτητες εξηγήσεις.

**β.** Τη σταθερά κάθε ελατηρίου αν η μάζα του ιππέα είναι 200 g. Δίνεται $\pi^2=10$.

* Ο ιππέας φέρει μαγνήτη και ο αεροδιάδρομος κατάλληλη διάταξη σε σχήμα μαιάνδρου με διάκενα που απέχουν 3 cm. Η λειτουργία του καταγραφικού στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.




Σχήμα (2)

(Μονάδες 10)

**Συνοπτικές απαντήσεις / λύσεις:**

**Α.**

**α.** Οι τιμές του *h* προκύπτουν από τη διαφορά Η-$H_o$, και οι τιμές της επιτάχυνσης από τη σχέση

$$L = \frac{1}{2}at^2$$

οπότε οι τρείς στήλες του πίνακα συμπληρώνονται ως εξής

| *h*(cm) | *t*(s) | *α*($cm/s^2$) |
|---|---|---|
| 3,9 | 4,83 | 15,4 |
| 6,2 | 3,92 | 23,4 |
| 9,6 | 3,14 | 36,5 |
| 13,1 | 2,69 | 49,7 |
| 15,5 | 2,52 | 56,7 |

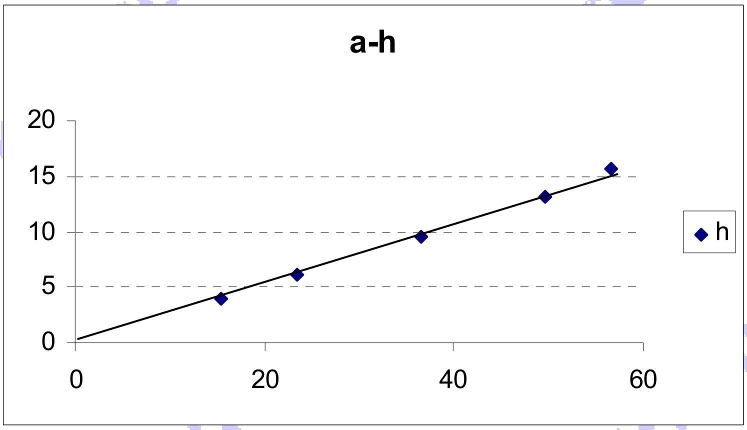
**β.** Έχουμε για την κίνηση του κυλίνδρου τις σχέσεις

$\Sigma F = ma$ ή *mg*ημφ-*T*=*ma* (1), όπου ημφ=*h*/*L*

$$\Sigma\tau = Ia_{\gamma} \text{ ή } TR = \lambda mR^2 \frac{a}{R} \text{ ή } T=\lambda ma$$

Από τις παραπάνω σχέσεις, με απαλοιφή του *T* προκύπτουν οι ζητούμενες.

**γ.**




**δ.** Η κλίση από το διάγραμμα είναι 3,75 $s^{-2}$

**ε.** Από τη σχέση

$$k = \frac{g}{(1+\lambda)L}$$

προκύπτει λ=0,45, συνεπώς η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου είναι

$$I=\lambda mR^2=0{,}45\times0{,}4965\times0{,}025^2=1{,}4\times10^{-4}\ \text{kgm}^2$$

**στ.** $I_\theta = 0{,}5mR^2=0{,}5\times0{,}4965\times0{,}025^2=1{,}55\times10^{-4}$ kgm$^2$

**ζ.** $\sigma = \frac{1{,}55-1{,}4}{1{,}55}\times 100\,\%$= 9,7%

**Β.**

**α.** Στις αραιώσεις των κουκίδων στο διάγραμμα ο ταλαντωτής είναι σε ακραία θέση. Με βάση αυτό προκύπτει ότι το πλάτος είναι *A*=35 cm και η περίοδος *T*=1 s.

**β.** Από τη σχέση $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$ προκύπτει ότι *k*= 4 N/m.