



ΕΞΕΤΑΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Ι

Διδάσκοντες: Α. Κόντος, Β. Λυκοδήμος, Αικ. Τζαμαριουδάκη

15 Ιουλίου 2003

Διάρκεια: 2.5 ώρες

Απαντήστε σε 4 από τα 6 θέματα

Θέμα 1. Η τελική έκφραση για τη μέτρηση της σταθερά της παγκόσμιας έλξης G που προκύπτει από τη μέθοδο του Cavendish είναι:

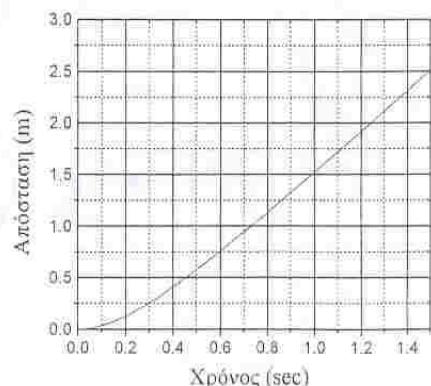
$$G = \frac{\pi^2 d S}{m_1 L T^2} \left(s_0 - \frac{d S}{4L} \right)^2$$

όπου η απόσταση των σφαιρών από τον άξονα περιστροφής είναι $d = 5$ cm, η απόσταση του καθρέπτη από την κλίμακα μέτρησης $L = 1.46$ m, η μάζα m_1 κάθε σφαίρας $m_1 = 1.5$ kg και $s_0 = 46.5$ mm. Το μέγεθος S είναι η απόλυτη τιμή της διαφοράς μεταξύ των δύο θέσεων ισορροπίας X_1 και X_2 που προσδιορίζονται από το πείραμα, όπως και η περίοδος ταλάντωσης T .

α) Ποιά είναι η μονάδα μέτρησης της σταθεράς G ; β) Ποιά δύναμη θα ασκούσε πάνω στις μάζες m_1 ένας άνθρωπος μάζας $M = 75$ kg (θεωρούμενη ως σημειακή) σε απόσταση 0.5 m από τις μάζες; (Η διεθνώς αποδεκτή τιμή του G είναι: $G = (6,67259 \pm 0,00085) \cdot 10^{-11}$ μονάδες μέτρησης). γ) Από το πείραμα βρίσκουμε ότι: $X_1 = (24,7 \pm 0,2)$ cm και $T_1 = 640$ s, $X_2 = (30,6 \pm 0,2)$ cm και $T_2 = 650$ s. Υπολογίστε την πασδότητα S και το σφάλμα της. Υπολογίστε την περίοδο ταλάντωσης T ως τη μέση τιμή των T_1 και T_2 , και το σφάλμα ΔT ως τη διαφορά τους. δ) Υπολογίστε τη σταθερά G και το σφάλμα της (Θεωρούμε $\delta d = \delta m_1 = \delta s_0 = 0$). Να την συγκρίνετε με τη διεθνώς αποδεκτή τιμή. ε) Χρησιμοποιώντας την τιμή που υπολογίσατε για το G και τη μέση ακτίνα της Γης $R = 6370$ km, την επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 9.81$ m/s² και τον τύπο της μάζας της Γης: $M = \frac{g}{G} R^2$, υπολογίστε τη μάζα της Γης και το σφάλμα της.

Θέμα 2. α) Στο πείραμα προσδιορισμού του συντελεστή εσωτερικής τριβής (ιξώδουνς) η ενός υγρού με τη μέθοδο πτώσης μικρών σφαιρών δείχνει τις δυνάμεις που ασκούνται σε μια σφαίρα ακτίνας r και πυκνότητας ρ_s που πέφτει μέσα σ' ένα ρευστό πυκνότητας ρ_v , κάνοντας χρήση ενός απλού σχήματος. i) Αναφέρετε τη συνθήκη που αφορά τις δυνάμεις για την επίτευξη ορικής ταχύτητας u_{∞} και ii) πώς σχετίζεται η ορική ταχύτητα με το συντελεστή ιξώδουνς. (Υποθέτουμε ότι οι ταχύτητες είναι μικρές ώστε η ροή να είναι στρωτή και ότι η σφαίρα είναι ομογενής. Δίδεται ότι το μέτρο της δύναμης εσωτερικής τριβής μιας σφαίρας σε ένα υγρό είναι $F = 6πrην$).

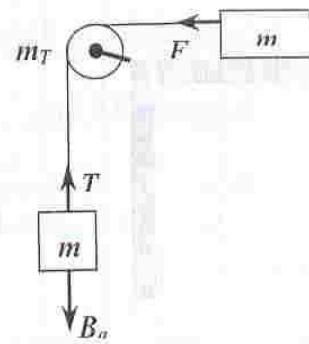
β) Αφήνουμε μια μικρή σφαίρα, ακτίνας 1 mm και πυκνότητας $\rho_s = 11 \text{ gr/cm}^3$, να πέσει ελεύθερα από τη στάθμη του πετρελαίου ($\rho_v = 2 \text{ gr/cm}^3$) μιας δεξαμενής καυσίμων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η χρονική εξάρτηση της απόστασης που διαγνέει η σφαίρα



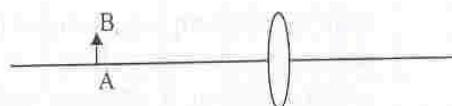
μετά από την ελεύθερη πτώση της. i) Εξηγείστε την κίνηση της σφαίρας και ii) υπολογίστε το συντελεστή έξιδους του πετρελαίου της δεξαμενής. (Θεωρείστε ότι $g=10 \text{ m/sec}^2$).

Θέμα 3. Στο πρώτο πείραμα της μελέτης των νόμων της κίνησης με τη χρήση αεροτροχάς μετρήσατε την επιτάχυνση γ ενός συστήματος δύο μαζών m και m_a που κινείται υπό την επίδραση του βάρους $B_a=m_a g$ του πίπτοντος σώματος για διάφορους συνδυασμούς μαζών, έτσι ώστε $m+m_a=\text{σταθερή}$ (βλ. σχήμα). Το σώμα m_a καθώς έπεφτε, τραβούσε το σώμα m με τη βοήθεια ενός νήματος μέσω μιας τροχαλίας μάζας m_T . Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα αυτά, σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της επιτάχυνσης γ σαν συνάρτηση του βάρους B_a και συγκρίνατε την κλίση της πειραματικής ευθείας $\gamma=f(B_a)$ με την αναμενόμενη τιμή που προκύπτει θεωρώντας την τριβή αμελητέα: $\gamma=B_a/[m_T/2+(m+m_a)]$ (1).

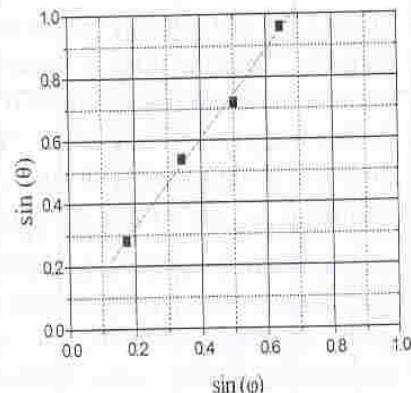
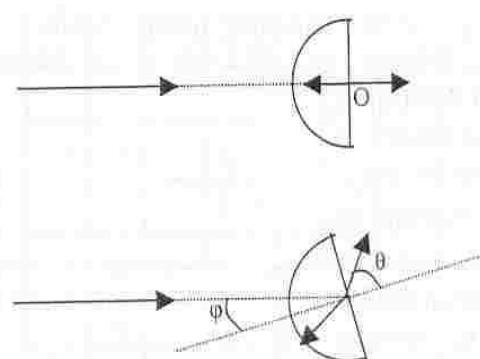
- a) Θεωρώντας ότι $m+m_a=200 \text{ g}$ και $m_T=10 \text{ g}$, πόσο επί τοις εκατό θα μεταβληθεί η τιμή της κλίσης αν αγνοήσουμε τη μάζα της τροχαλίας;
 β) Ποιά θα είναι η έκφραση της συνάρτησης $\gamma=f(B_a)$, αν η αεροτροχιά δεν είναι απόλυτα οριζόντια αλλά σχηματίζει μικρή γωνία θ με το οριζόντιο επίπεδο; Διακρίνετε δύο περιπτώσεις ($\theta>0$, $\theta<0$) και θεωρήστε αμελητέα τη μάζα της τροχαλίας ($m_T=0$).



Θέμα 4. Δέσμη φωτός προσπίπτει σε συγκλίνοντα φακό εστιακής απόστασης 5 cm. Η δέσμη έχει μικρό εύρος και μπορεί να παρασταθεί από το ευθύγραμμο τμήμα AB του παράπλευρου σχήματος, με το A επί του άξονα του φακού.



Υπολογίστε α) γραφικά και β) με βάση το νόμο των φακών, τη θέση του ειδώλου εάν η πηγή βρίσκεται σε απόσταση i) πάρα πολύ μεγάλη ώστε να θεωρείται άπειρη, ii) 25 cm και iii) 4 cm από το φακό. γ) Δέσμη μονοχρωματικού φωτός προσπίπτει σε ημικυλινδρικό φακό με κατεύθυνση προς το κέντρο ο του ημικυκλίου όπως φαίνεται στο σχήμα (η δέσμη προσπίπτει πρώτα στην ημικυλινδρική και μετά στην επίπεδη επιφάνεια). Ο φακός είναι τοποθετημένος σε γωνιόμετρο το οποίο μπορεί να στρέφεται κατά γωνία φ ενώ ταυτόχρονα μετράται η γωνία θ της διαθλόμενης δέσμης ως προς τη κάθετη στην επίπεδη επιφάνεια του φακού. Αποτελέσματα από ένα τέτοιο πείραμα φαίνονται στο διπλανό διάγραμμα. Εξηγείστε την πορεία της δέσμης μέσα στο φακό και υπολογίστε το δείκτη διάθλασης του φακού και την ορική γωνία πρόσπτωσης ώστε να εμφανίζεται διαθλόμενη δέσμη. Δίνεται ο δείκτης διάθλασης του αέρα $n_a=1$. Στο διάγραμμα εφαρμόστε γραφική λύση χωρίς τη χρήση μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων και χωρίς να υπολογίσετε σφάλματα.



Θέμα 5. α) Αναφέρετε και εξηγείστε σύντομα από ποιούς παράγοντες εξαρτάται η διακριτική ικανότητα ενός οπτικού μικροσκοπίου; β) Αν η εγκάρσια μεγέθυνση του αντικειμενικού φακού ενός οπτικού μικροσκοπίου είναι $40x$ και η εστιακή απόσταση του προσοφθάλμιου φακού είναι $f_2=25$ mm, υπολογίστε την ολική μεγέθυνση M του μικροσκοπίου. Διδεται ότι η ελάχιστη απόσταση ευκρινους οράσεως είναι $\Delta = 250$ mm (Θεωρήστε ότι το αντικείμενο του προσοφθάλμιου φακού προβάλλεται στο άπειρο). γ) Αν το οπτικό μήκος του παραπάνω μικροσκοπίου είναι $L=160$ mm, υπολογίστε την απόσταση του αντικειμενικού φακού από το αντικείμενο για να επιτύχετε σωστή εστίαση.

Θέμα 6. (α) Ένας συμπαγής ξύλινος κύλινδρος και ένας μεταλλικός κυλινδρικός σωλήνας αφήνονται ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος ενός κεκλιμένου επιπέδου να κυλήσουν προς τα κάτω. Οι δύο κύλινδροι έχουν την ίδια μάζα και τις ίδιες διαστάσεις. Εξηγείστε ποιοτικά ποιο από τα δύο σώματα έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας και ποιο θα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου; Δικαιολογείστε μαθηματικά την απάντησή σας. (Θεωρείστε ότι η τριβή ολίσθησης είναι αμελητέα).

(β) Στο πείραμα για τη μελέτη της ροπής αδράνειας στερεών σωμάτων αρχικά κάνατε έναν έλεγχο της γραμμικότητας και βαθμονόμηση του ελατηρίου στρέφοντας λεπτή ράβδο μήκους $L=6.00 \pm 0.03$ cm. Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις του Πίνακα 1 σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της δύναμης επαναφοράς F (σε newton) συναρτήσει της γωνίας περιστροφής φ του ελατηρίου (σε ακτίνια, rad).

Χρησιμοποιώντας τη σχέση $F = \frac{D}{L} \varphi$ υπολογίστε γραφικά την κατευθύνουσα ροπή και το σφάλμα της.

Πίνακας 1

F (newton)	φ (rad)
0.30 ± 0.05	0.785 ± 0.010
0.60 ± 0.05	1.570 ± 0.010
1.00 ± 0.05	2.355 ± 0.010
1.25 ± 0.05	3.141 ± 0.010
1.55 ± 0.05	3.925 ± 0.010
1.75 ± 0.05	4.712 ± 0.010