

<p>Ενότητα Κίνηση στερεού σώματος</p>	<p>Φύλλο Εργασίας Προσδιορισμός ροπής αδράνειας στερεού σώματος που κυλιέται σε κεκλιμένο επίπεδο</p>	<p>Φυσική Γ' Λυκείου Κατεύθυνσης</p>
<p>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ</p>		

Όνοματεπώνυμο Τάξη Ημερομηνία

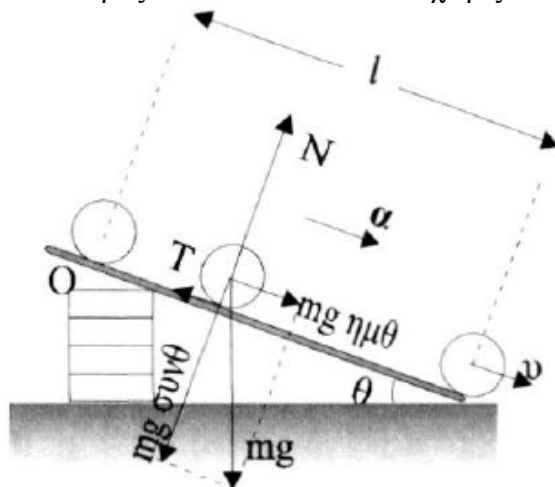
ΣΚΟΠΟΙ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Εξοικείωση με την διάταξη του "κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων"
- Μέτρηση ροπής αδράνειας στερεού σώματος

ΘΕΩΡΙΑ

Από ένα σημείο Ο κεκλιμένου επιπέδου, του οποίου την κλίση μπορούμε να αυξομειώνουμε, αφήνουμε έναν κύλινδρο. Έστω h το ύψος από το οποίο αφήνεται ο κύλινδρος και l η απόσταση του σημείου Ο από την βάση του κεκλιμένου επιπέδου.

Ο κύλινδρος κυλιέται στο επίπεδο χωρίς να ολισθαίνει, δηλαδή η ταχύτητα του



κέντρου μάζας έχει ίδιο μέτρο με την γραμμική ταχύτητα των σημείων της περιφέρειας του κυλίνδρου και ισχύει $u = \omega \cdot r$, όπου u το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας, ω το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας και r η ακτίνα του κυλίνδρου.

Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας (για τις θέσεις Ο και βάση του κεκλιμένου) θα έχουμε:

$$mgh = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 \quad (1)$$

Η κινητική ενέργεια του κυλίνδρου είναι ίση με το άθροισμα των

κινητικών ενεργειών λόγω μεταφορικής και λόγω στροφικής κίνησης.

Για τον κύλινδρο (όπως και για οποιοδήποτε στρεφόμενο σώμα) ισχύει ότι η ροπή αδράνειας του θα δίνεται από την σχέση:

$$I = mD^2 \quad (2)$$

όπου το D^2 έχει μονάδες m^2 .

$$\text{Από (1), (2)} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} mD^2v^2/R^2 \Rightarrow$$

$$v^2 = \frac{2gh}{1 + \frac{D^2}{R^2}} \quad (3)$$

Προσδιορίζοντας πειραματικά την ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου στην βάση του κεκλιμένου, από την (3) υπολογίζουμε το D^2 και από την (2) την ροπή αδράνειας του κυλίνδρου.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Συσκευή κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων
- Ηλεκτρονικό διαστημόμετρο (ενσωματωμένο στο κεκλιμένο επίπεδο)
- Δύο αισθητήρες φωτοπύλης (ΛΑ.765.0)
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο (ΓΕ.160.0)
- Δύο σφικτήρες τύπου G
- Μεταλλικός σφόνδυλος
- Αεροστάθμη (αλφάδι)
- Ζυγός ηλεκτρονικός
- Μετροταινία

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Πραγματοποιούμε την διάταξη της διπλανής εικόνας.

- Στερεώνουμε το κεκλιμένο επίπεδο πολλαπλών χρήσεων, στον πάγκο εργασίας, με τους δύο σφικτήρες τύπου G.
- Αποφεύγουμε μεγάλες κλίσεις γιατί ο σφόνδυλος θα κάνει κύλιση με ολίσθηση.
- Τοποθετούμε την φωτοπύλη λίγο ψηλότερα από την βάση του κεκλιμένου επιπέδου, με τέτοιο τρόπο ώστε τα «παράθυρα» των αισθητήρων να «βλέπουν» το χώρο μεταξύ των δύο ράβδων του κεκλιμένου επιπέδου.



- Σημαδεύουμε με μαρκαδόρο, στην μία ράβδο του κεκλιμένου επιπέδου, την θέση του κέντρου μάζας του σφονδύλου όταν βρίσκεται στην κορυφή του κεκλιμένου και όταν διέρχεται από την φωτοπύλη αντίστοιχα.
- Η φωτοπύλη μετρά τον χρόνο (Δt) που χρειάζεται ο σφόνδυλος για να διέλθει μέσα από αυτήν και από την σχέση $u = D/\Delta t$, όπου D η διάμετρος του σφονδύλου, υπολογίζουμε την ταχύτητα που έχει ο σφόνδυλος όταν διέρχεται από την φωτοπύλη, και αποτελεί μια καλή προσέγγιση της στιγμιαίας του ταχύτητας εκείνη την στιγμή.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Με το διαστημόμετρο μετράμε την διάμετρο του σφονδύλου και την σημειώνουμε $2R = \dots\dots\dots m$ οπότε η ακτίνα είναι $R = \dots\dots\dots m$.
- Μετράμε το ύψος των δύο θέσεων, που αντιστοιχούν στην θέση εκκίνησης και θέση φωτοπύλης στο κεκλιμένο επίπεδο, από τον πάγκο εργασίας και τις καταγράφουμε (ψηλότερο σημείο) $h_1 = \dots\dots\dots m$ και (χαμηλότερο σημείο) $h_2 = \dots\dots\dots m$ οπότε η υψομετρική διαφορά είναι $H = h_2 - h_1 = \dots\dots\dots m$.
- Ζυγίζουμε τον σφόνδυλο στον ηλεκτρονικό ζυγό και σημειώνουμε την μέτρησή μας $m = \dots\dots\dots kg$.
- Με το κουμπί Reset On/Off του ηλ. χρονομέτρου επιλέγουμε την λειτουργία F1.
- Αφήνουμε τον σφόνδυλο, από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου, να κυλίσει και σημειώνουμε την ένδειξη του χρόνου Δt του χρονομετρητή. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση άλλες 4 φορές και καταγράφουμε τις ενδείξεις στον παρακάτω πίνακα.

	1η	2η	3η	4η	5η
Ένδειξη χρονομέτρου					

- Υπολογίζουμε το μέσο όρο $\overline{\Delta t}$ των πέντε μετρήσεων, $\overline{\Delta t} = \dots\dots\dots$
- Από την σχέση $u = 2R / \overline{\Delta t} = \dots\dots\dots$ m/s υπολογίζουμε την ταχύτητα του σφονδύλου όταν διέρχεται από την φωτοπύλη.
- Από την σχέση (3) υπολογίζουμε τον παράγοντα $D^2 = \dots\dots\dots$ m².
- Από την σχέση $I = m \cdot D^2 = \dots\dots\dots$ kg.m² υπολογίζουμε την ροπή αδράνειας του σφονδύλου.
- Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις :
 1. Ποια από τις σχέσεις που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό της ροπής αδράνειας του σφονδύλου δεν θα ίσχυε αν, εκτός της κύλισης, είχαμε και ολίσθηση του σφονδύλου;

.....

.....

.....
 2. Θα μπορούσαμε με τη μέθοδο που περιγράψαμε να υπολογίσουμε τη ροπή αδράνειας ενός κυλινδρικού μπουκαλιού που περιέχει υγρό μέχρι τη μέση του; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....