

ΤΡΙΒΗ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ (ΜΕ ΤΗΝ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ)

A. ΣΤΟΧΟΙ

- Η εφαρμογή των νόμων της Μηχανικής στη μελέτη της κίνησης σώματος, που ολισθαίνει κατά μήκος πλάγιου ή οριζόντιου επιπέδου.
- Η συναρμολόγηση μιας απλής πειραματικής διάταξης με ή χωρίς κεκλιμένο επίπεδο.
- Η μέτρηση της κλίσης του κεκλιμένου επιπέδου με τη μέτρηση μηκών.
- Η μέτρηση της δύναμης με τη χρήση δυναμόμετρου.
- Η αξιολόγηση των υποθέσεων που προσδιορίζουν το θεωρητικό μοντέλο που χρησιμοποιούμε για τους υπολογισμούς.
- Η αξιολόγηση της αξιοπιστίας των οργάνων και των υλικών που απαρτίζουν την πειραματική μας διάταξη.

B. ΘΕΜΑ

- Ο υπολογισμός του συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ της επιφάνειας κεκλιμένου επιπέδου και του τριβόμενου σώματος μετρώντας την οριακή γωνία θ_{op} του κεκλιμένου επιπέδου.
- Ο υπολογισμός του συντελεστή τριβής ολίσθησης μεταξύ οριζόντιας επιφάνειας και του τριβόμενου σώματος με τη βοήθεια δυναμόμετρου.
- Η σύγκριση των τιμών του συντελεστή τριβής ολίσθησης που προέκυψαν με τις δύο πειραματικές διαδικασίες.

Γ. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Κεκλιμένο επίπεδο πολλαπλών χρήσεων
- Σφιγκτήρας τύπου G
- Ξύλινο επίπεδο τριβής (σανίδα)
- Τριβόμενο σώμα διαστάσεων 10 x 7 x 5 cm
- Τρεις (3) μεταλλικοί σφόνδυλοι εξωτερικής διαμέτρου 25 mm
- Ηλεκτρονικό διαστημόμετρο
- Κλειδί τύπου Allen
- Αλφάδι εργαστηρίου
- Δυναμόμετρο

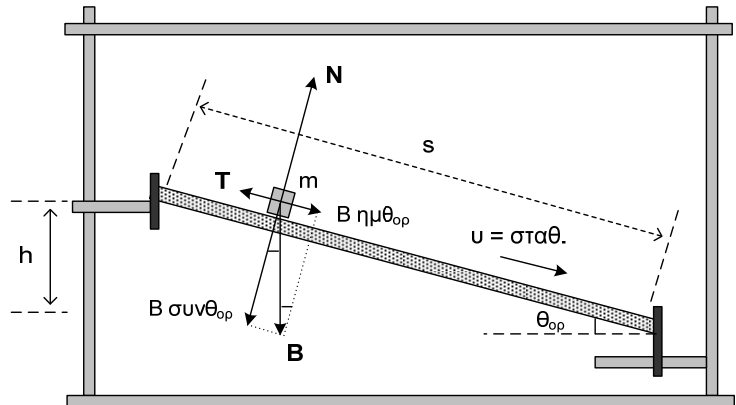
Δ. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης πρέπει να έχουν διδαχθεί οι παρακάτω ενότητες από το σχολικό βιβλίο Α' τάξης Γενικού Λυκείου :
 - ✓ § 1.3.1 Νόμος Δράσης – Αντίδρασης
 - ✓ § 1.3.2 Δυνάμεις από επαφή και από απόσταση
 - ✓ § 1.3.7 Ο νόμος της τριβής
 - ✓ § 1.3.9 Ο 2^{ος} νόμος του Νεύτωνα σε διανυσματική και σε αλγεβρική μορφή

Ε. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Κεκλιμένο επίπεδο

- Τοποθετούμε ένα σώμα μάζας m πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο. Όταν η γωνία κλίσης θ του κεκλιμένου επιπέδου παίρνει μια συγκεκριμένη (οριακή) τιμή $\theta = \theta_{op}$, τότε το τριβόμενο σώμα κινείται κατά μήκος του πλάγιου επιπέδου με σταθερή ταχύτητα ($v = \text{σταθ.} \Leftrightarrow a = 0$).



- Υποθέτοντας ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα σε σχέση με τη δύναμη της τριβής ολίσθησης T , εφαρμόζουμε για την κίνηση του αμαξιδίου τον 2^ο νόμο του Νεύτωνα :

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a} \Leftrightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = m a_x \Rightarrow B \eta\mu\theta - T = 0 \\ \Sigma F_y = m a_y \Rightarrow N - B \sigma\upsilon\nu\theta = 0 \end{cases}$$

και γράφουμε το νόμο της τριβής και τη σχέση του βάρους :

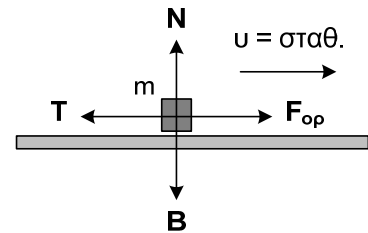
$$\begin{aligned} T &= \mu N \\ B &= m g \end{aligned}$$

- Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μ είναι :

$$\mu = \epsilon\phi\theta_{op} \quad (1)$$

Οριζόντιο επίπεδο

- Πάνω σε σώμα που ισορροπεί σε οριζόντιο επίπεδο ασκούμε μια συγκεκριμένη (οριακή) σταθερή δύναμη F_{op} , τέτοια ώστε το σώμα να κινείται με σταθερή ταχύτητα. Υποθέτοντας ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα σε σχέση με τη δύναμη της τριβής ολίσθησης T , εφαρμόζουμε για την κίνηση του αμαξιδίου το 2^ο νόμο του Νεύτωνα :



$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a} \Leftrightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = m a_x \Rightarrow F_{op} - T = 0 \\ \Sigma F_y = m a_y \Rightarrow N - B = 0 \end{cases}$$

και γράφουμε το νόμο της τριβής και τη σχέση του βάρους :

$$\begin{aligned} T &= \mu N \\ B &= m g \end{aligned}$$

- Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μ είναι :

$$\mu = \frac{F_{op}}{m g} \quad (2)$$

► ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Α (ΜΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ)

Α / ΣΤ. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

- Συναρμολογούμε την πειραματική διάταξη του κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων, που εικονίζεται στο σχήμα.
- Τοποθετούμε πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο το ξύλινο επίπεδο τριβής (σανίδα).
- Ρυθμίζουμε το κεκλιμένο επίπεδο με αλφάδι, ώστε να είναι οριζόντιο. Σε αυτή τη θέση μηδενίζουμε την ένδειξη του ηλεκτρονικού διαστημόμετρου.

Α / Ζ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**Λήψη μετρήσεων**

1. Τοποθετούμε το τριβόμενο σώμα χωρίς μεταλλικό σφόνδυλο και με την πλευρά του αλουμινίου προς το ξύλινο επίπεδο τριβής.
2. Ανεβάζουμε το ένα άκρο του ξύλινου επιπέδου τριβής, ώστε το τριβόμενο σώμα να αρχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
3. Διαβάζουμε την ένδειξη h του ηλεκτρονικού διαστημόμετρου και καταχωρούμε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
4. Τοποθετούμε το τριβόμενο σώμα με ένα (1) μεταλλικό σφόνδυλο στη μεσαία υποδοχή και πάντα με την πλευρά του αλουμινίου προς το ξύλινο επίπεδο τριβής.
5. Ανεβάζουμε το ένα άκρο του ξύλινου επιπέδου τριβής, ώστε το τριβόμενο σώμα να αρχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
6. Διαβάζουμε την ένδειξη h του ηλεκτρονικού διαστημόμετρου και καταχωρούμε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
7. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 4 – 6 με δύο (2) και τρεις (3) σφονδύλους και καταχωρούμε τις αντίστοιχες τιμές h του ηλεκτρονικού διαστημόμετρου στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
8. Καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ 1 το μήκος του κεκλιμένου επιπέδου $s = 365$ mm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ		
ΤΡΙΒΟΜΕΝΟ ΣΩΜΑ (με την πλευρά αλουμινίου)	Ένδειξη ηλεκτρονικού διαστημόμετρου h (mm)	Μήκος κεκλιμένου επιπέδου s (mm)
Χωρίς σφόνδυλο		365
Με 1 σφόνδυλο		
Με 2 σφονδύλους		
Με 3 σφονδύλους		

Επεξεργασία μετρήσεων

1. Υπολογίζουμε το $\eta\mu_{\text{op}}$, που αντιστοιχεί σε κάθε h του ΠΙΝΑΚΑ 1 και καταχωρούμε τις τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
2. Υπολογίζουμε τη γωνία θ_{op} σε κάθε περίπτωση και καταχωρούμε τις αντίστοιχες τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
3. Υπολογίζουμε την $\epsilon\phi\theta_{\text{op}}$ κάθε γωνίας και καταχωρούμε τις αντίστοιχες τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
4. Υπολογίζουμε το συντελεστή τριβής ολίσθησης σε κάθε περίπτωση και καταχωρούμε τις τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
5. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή μ_1 των συντελεστών τριβής και καταχωρούμε την τιμή του στον ΠΙΝΑΚΑ 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ					
ΤΡΙΒΟΜΕΝΟ ΣΩΜΑ (με την πλευρά αλουμινίου)	$\eta\mu_{\text{op}} = \frac{h}{s}$	θ_{op}	$\epsilon\phi\theta_{\text{op}}$	$\mu = \epsilon\phi\theta_{\text{op}}$	$\mu_1 = \frac{\Sigma\mu}{4}$
Χωρίς σφόνδυλο					
Με 1 σφόνδυλο					
Με 2 σφονδύλους					
Με 3 σφονδύλους					

► ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Β (ΜΕ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ)

Β / ΣΤ. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

- Ρυθμίζουμε το κεκλιμένο επίπεδο με αλφάδι, ώστε να είναι οριζόντιο.

Β / Ζ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Λήψη μετρήσεων

1. Σημειώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 3 την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
2. Ζυγίζουμε το τριβόμενο σώμα και σημειώνουμε τη μάζα του m στον ΠΙΝΑΚΑ 3.
3. Τοποθετούμε το τριβόμενο σώμα πάνω στην οριζόντια ξύλινη σανίδα με την πλευρά του αλουμινίου προς τη σανίδα. Τραβάμε το τριβόμενο σώμα μέσω ευαίσθητου δυναμόμετρου, ώστε να κινείται με σταθερή ταχύτητα και σημειώνουμε την ένδειξη F_1 του δυναμόμετρου στον ΠΙΝΑΚΑ 3.
4. Επαναλαμβάνουμε το βήμα 3 άλλες τρεις φορές και σημειώνουμε τις αντίστοιχες ενδείξεις του δυναμόμετρου στον ΠΙΝΑΚΑ 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ / ΔΕΔΟΜΕΝΑ			
ΜΕΓΕΘΟΣ		ΤΙΜΗ	
Επιτάχυνση βαρύτητας	g	9,81	m/s ²
Μάζα τριβόμενου σώματος	m		g
Ένδειξη δυναμόμετρου (τριβόμενο σώμα με πλευρά αλουμινίου)	F ₁		N
	F ₂		N
	F ₃		N
	F ₄		N

Επεξεργασία μετρήσεων

1. Υπολογίζουμε για κάθε δύναμη F τον αντίστοιχο συντελεστή τριβής ολίσθησης μ και καταχωρούμε τις τιμές του στον ΠΙΝΑΚΑ 4.
2. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή μ_2 των συντελεστών τριβής που υπολογίσαμε και καταχωρούμε την τιμή του στον ΠΙΝΑΚΑ 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ		
Δύναμη	$\mu = \frac{F}{m g}$	$\mu_2 = \frac{\Sigma \mu}{4}$
F ₁		
F ₂		
F ₃		
F ₄		

3. Υπολογίζουμε το σχετικό σφάλμα $\sigma \%$ μεταξύ των συντελεστών τριβής μ_1 και μ_2 που υπολογίσαμε πειραματικά με τις δύο μεθόδους και καταχωρούμε την τιμή του στον ΠΙΝΑΚΑ 5.
4. Συγκρίνουμε τις τιμές μ_1 , μ_2 των συντελεστών τριβής ολίσθησης που υπολογίσαμε πειραματικά με τις δύο μεθόδους και αιτιολογούμε τη διαφορά τους συμπληρώνοντας το ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ του ΠΙΝΑΚΑ 5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ / ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ			
Σχετικό σφάλμα μεταξύ των δύο τιμών του συντελεστή τριβής : $\sigma \% = (\mu_2 - \mu_1 / \mu_2) \cdot 100 \%$	σ %		%
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ : Μερικοί από τους λόγους στους οποίους μπορεί να οφείλεται το σφάλμα στη μέτρηση του συντελεστή τριβής ολίσθησης είναι			
.....			
.....			

