

Εργαστηριακή άσκηση 9:
**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ**
(Βαγγέλης Δημητριάδης, 4^ο ΓΕΛ Ζωγράφου)

ΣΤΟΧΟΙ

- Η εξοικείωση με τη χρήση χρονομέτρων ακριβείας σε συνδυασμό με φωτοπύλες για τη μέτρηση της ταχύτητας ενός σώματος που πέφτει ελεύθερα.
- Η μελέτη των μεταβολών της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας ενός σώματος κατά την ελεύθερη πτώση του.
- Ο έλεγχος αν η μηχανική ενέργεια (δηλαδή το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας) του σώματος διατηρείται σταθερή κατά την ελεύθερη πτώση του.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Συσκευή κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων (ΜΣ 280.1)
- Δύο αισθητήρες φωτοπύλης (ΛΑ.765.0)
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο (ΓΕ.160.0)
- Δύο σφικτήρες τύπου G (ΓΕ 050.0)
- Μεταλλική σφαίρα (π.χ. χαλύβδινη σφαίρα διαμέτρου 19 mm)
- Κλειδί τύπου Allen
- Αεροστάθμη (αλφάδι) (ΜΡ.035.0)
- Ζυγός ηλεκτρονικός (ΓΕ.130.0)
- Διαστημόμετρο (ΓΕ.250.0)
- Υποδεκάμετρο (ΓΕ 220.2)

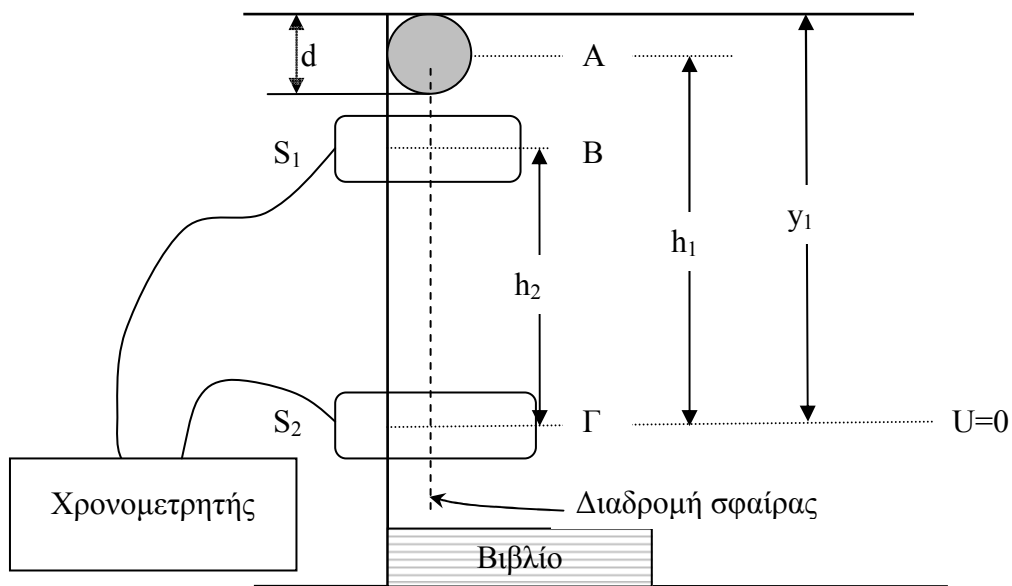
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- Γνωρίζοντας τη μάζα m μιας μεταλλικής σφαίρας και το ύψος h σε κάποιο σημείο μετρημένο από το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας, υπολογίζουμε την αντίστοιχη (βαρυτική) δυναμική της ενέργεια $U = m \cdot g \cdot h$.
- Αφήνοντας τη μεταλλική σφαίρα να πέσει ελεύθερα (χωρίς αρχική ταχύτητα), περνάει από μία φωτοπύλη σε χρονικό διάστημα Δt . Έτσι, γνωρίζοντας τη διάμετρο d της σφαίρας και τη χρονική διάρκεια διέλευσης Δt της σφαίρας από τη φωτοπύλη, υπολογίζουμε τη (μέση) ταχύτητα της σφαίρας $v = \frac{d}{\Delta t}$.
- Γνωρίζοντας τη μάζα m και την ταχύτητα v της σφαίρας σε κάποιο σημείο, υπολογίζουμε την αντίστοιχη κινητική της ενέργεια $K = \frac{1}{2}mv^2$.
- Η μηχανική ενέργεια E της σφαίρας σε κάποιο σημείο δίνεται από την εξίσωση $E = U+K$.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Στηρίζουμε το κεκλιμένο επίπεδο σε όρθια θέση (η πλευρά με το ψηφιακό διαστημόμετρο να βρίσκεται από πάνω) και το στερεώνουμε στο τραπέζι με τους σφικτήρες τύπου G.
2. Φέρνουμε το «κεκλιμένο επίπεδο» σε κατακόρυφη θέση.
3. Στηρίζουμε τις δύο φωτοπύλες S1 και S2 με τα στηρίγματα τύπου A πάνω στο «κεκλιμένο επίπεδο», έτσι ώστε να μπορεί να περάσει η σφαίρα, κατά την πτώση της, μέσα από τα ανοίγματα των φωτοπύλων.

4. Ελέγχουμε με το αλφάδι αν το «κεκλιμένο επίπεδο» είναι όντως κατακόρυφο. Αν είναι πολύ χαλαρό σφίγγουμε και το ασφαλίζουμε με το κλειδί τύπου Allen.
5. Στο τέλος της διαδρομής της σφαίρας βάζουμε ένα βιβλίο για «να πέσει στα μαλακά».
6. Συνδέουμε τα βύσματα των φωτοπυλών S1 και S2 στις εισόδους του ψηφιακού χρονομέτρου, στην είσοδο της παροχής ρεύματος βάζουμε το βύσμα του μετασχηματιστή και στη συνέχεια το φως του μετασχηματιστή στην πρίζα. Στην οθόνη του χρονομέτρου εμφανίζεται η ένδειξη «HELLO» και αμέσως μετά η ένδειξη «F1». Στη λειτουργία F1 η φωτοπύλη μετρά το χρόνο Δt διέλευσης της σφαίρας.
7. Ζυγίζουμε τη μεταλλική σφαίρα και καταχωρούμε τη μάζα της m στον ΠΙΝΑΚΑ I.
8. Μετράμε με το διαστημόμετρο τη διάμετρο d της μεταλλικής σφαίρας και καταχωρούμε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ I. Θεωρούμε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.



9. Θα θεωρήσουμε ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το οριζόντιο επίπεδο που περνά από το μέσο της φωτοπύλης S2 (σημείο Γ). Μετράμε με το υποδεκάμετρο την απόσταση y_1 του κέντρου της φωτοπύλης S2 από το πάνω άκρο του «κεκλιμένου επιπέδου» και υπολογίζουμε την απόσταση h_1 του σημείου αφετηρίας (A), από το οποίο αφήνουμε να πέσει η μεταλλική σφαίρα, από το επίπεδο αναφοράς με τη βοήθεια της σχέσης $h_1 = y_1 - \frac{d}{2}$ και καταχωρούμε την τιμή του στον ΠΙΝΑΚΑ II.
10. Μετράμε με το υποδεκάμετρο την απόσταση h_2 του κέντρου της φωτοπύλης S1 από το κέντρο της φωτοπύλης S2 και καταχωρούμε την τιμή του στον ΠΙΝΑΚΑ II.
11. Επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις 10 και 11 δύο φορές και τέλος υπολογίζουμε τις μέσες τιμές των h_1 και h_2 και τα καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ II. Αυτονόητο είναι ότι αφού το σημείο Γ βρίσκεται στο επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το ύψος h_3 είναι 0.
12. Πιέζουμε το κουμπί RESET στο ηλεκτρονικό χρονομέτρο και αφήνουμε την προεπιλογή F1. Αφήνουμε τη μεταλλική σφαίρα να πέσει από το σημείο A εκτελώντας ελεύθερη πτώση. Φροντίζουμε κατά την πτώση της να περάσει από το κέντρο της κάθε φωτοπύλης. Στη μνήμη του ηλεκτρονικού χρονομέτρου έχουν αποθηκευτεί οι δύο χρόνοι Δt_1 , Δt_2 (χρονική διάρκεια διέλευσης της σφαίρας από τις φωτοπύλες). Για να τους διαβάσουμε πιέζουμε μία φορά το διακόπτη F1/F2/F3 και στην οθόνη του ηλεκτρονικού χρονομέτρου εμφανίζονται διαδοχικά και επαναλαμβανόμενα οι ενδείξεις: \rightarrow «1» και κατόπιν η τιμή « Δt_1 » (για τη φωτοπύλη S1) \rightarrow «2» και κατόπιν η τιμή « Δt_2 » (για τη φωτοπύλη S2), τις οποίες καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ III.

13. Επαναλαμβάνουμε την πιο πάνω διαδικασία (12) δύο φορές ακόμη και καταχωρούμε τις μετρήσεις στον πίνακα III.
14. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή των χρόνων Δt_1 και Δt_2 και τις καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ III.
15. Καταχωρούμε τη μέση τιμή των υψών h_1 και h_2 στον ΠΙΝΑΚΑ IV.
16. Υπολογίζουμε τη (βαρυτική) Δυναμική ενέργεια U για κάθε σημείο (πάνω σημείο A, ενδιάμεσο σημείο B, κάτω σημείο Γ) και καταχωρούμε τις τιμές της στον ΠΙΝΑΚΑ IV.
17. Καταχωρούμε τη μέση τιμή των χρόνων Δt_1 και Δt_2 στον ΠΙΝΑΚΑ IV.
18. Υπολογίζουμε τη μέση ταχύτητα v την οποία έχει η σφαίρα σε κάθε σημείο (πάνω σημείο A, ενδιάμεσο σημείο B, κάτω σημείο Γ) και καταχωρούμε τις αντίστοιχες τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ IV.
19. Υπολογίζουμε την Κινητική ενέργεια K για κάθε σημείο (πάνω σημείο A, ενδιάμεσο σημείο B, κάτω σημείο Γ) και καταχωρούμε τις αντίστοιχες τιμές της στον ΠΙΝΑΚΑ IV.
20. Υπολογίζουμε τη Μηχανική ενέργεια E της σφαίρας για κάθε σημείο (πάνω σημείο A, ενδιάμεσο σημείο B, κάτω σημείο Γ) αθροίζοντας τις αντίστοιχες τιμές της δυναμικής U και της κινητικής ενέργειας K της σφαίρας και καταχωρούμε τις τιμές της στον ΠΙΝΑΚΑ IV.
21. Πώς μεταβάλλεται η δυναμική ενέργεια και πώς η κινητική ενέργεια κατά τη διάρκεια της ελεύθερης πτώσης του σώματος;
22. Μπορούμε να ισχυριστούμε ότι (μέσα στα όρια των σφαλμάτων των πειραματικών μετρήσεων) η μηχανική ενέργεια E της σφαίρας παραμένει σταθερή κατά την πτώση της;
23. Πού οφείλονται οι μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών E_A , E_B και E_Γ της μηχανικής ενέργειας της του ΠΙΝΑΚΑ IV;
24. Κατασκευάζουμε γραφική παράσταση της δυναμικής, της κινητικής και της μηχανικής ενέργειας σε συνάρτηση με το ύψος h , στο ίδιο διάγραμμα, χρησιμοποιώντας τις τιμές του ΠΙΝΑΚΑ IV.

Εργαστηριακή άσκηση 9:
**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
 ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ**

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΝΟΜΑ
 ΟΜΑΔΑ ΕΠΩΝΥΜΟ

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7, 8.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι ΑΡΧΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ			
Μάζα μεταλλικής σφαίρας	m		kg
Διάμετρος μεταλλικής σφαίρας	d		m
Επιτάχυνση βαρύτητας	g	9,81	m/s ²

9, 10, 11.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΨΩΝ					
1	2	3	4	5	6
Θέση μεταλλικής σφαίρας	Ύψη	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	Μέση τιμή
Πάνω σημείο (Α)	h ₁ (m)				
Ενδιάμεσο σημείο (Β)	h ₂ (m)				
Κάτω σημείο (Γ)	h ₃ (m)	0	0	0	0

12, 13, 14.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΩΝ					
1	2	3	4	5	6
Θέση μεταλλικής σφαίρας	Χρονικά διαστήματα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	Μέση τιμή
Πάνω σημείο (Α)	--	–	–	–	–
Ενδιάμεσο σημείο (Β)	Δt ₁ (s)				
Κάτω σημείο (Γ)	Δt ₂ (s)				

16, 17, 18, 19, 20.

**ΠΙΝΑΚΑΣ IV
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ**

1	2	3	4	5	6	7
Θέση μεταλλικής σφαίρας κατά την ελεύθερη πτώση	Μέση τιμή ύψους h (m)	Δυναμική ενέργεια $U = m \cdot g \cdot h$ (J)	Μέση τιμή χρόνου Δt (s)	Μέση ταχύτητα $v = d/\Delta t$ (m/s)	Κινητική ενέργεια $K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ (J)	Μηχανική ενέργεια $E = U + K$ (J)
Πάνω σημείο (Α)			-	0		
Ενδιάμεσο σημείο (Β)						
Κάτω σημείο (Γ)	0					

21.
.....
.....

22.
.....

23.
.....
.....

24

