

Εργαστηριακή άσκηση 9:  
**ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ  
ΠΤΩΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ**

ΣΤΟΧΟΙ

Οι στόχοι αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι:

- Να μελετήσετε τις μεταβολές της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας σώματος κατά την ελεύθερη πτώση του, με βάση χρονοφωτογραφία (πολλαπλή φωτογράφιση).
- Να ελέγξετε αν η μηχανική ενέργεια (δηλαδή το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας) του σώματος διατηρείται σταθερή κατά την ελεύθερη πτώση του.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Για να μελετήσουμε την ελεύθερη πτώση αντικειμένου, πραγματοποιούμε πολλαπλή φωτογράφησή του με αναλαμπές (φλας). Σε κάθε αναλαμπή, καταγράφεται επάνω σε φωτογραφικό φιλμ, σε διαφορετικές θέσεις, η εικόνα του αντικειμένου.

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια  $U$  αντικειμένου σε έναν τόπο με επιτάχυνση βαρύτητας  $g$  υπολογίζεται από την εξίσωση  $U = m \cdot g \cdot h$  όπου  $m$  η μάζα του αντικειμένου και  $h$  το ύψος του από κάποιο οριζόντιο επίπεδο, του οποίου τη δυναμική ενέργεια θεωρούμε ίση με μηδέν. Μπορούμε να πάρουμε ως οριζόντιο επίπεδο αναφοράς (επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας) την επιφάνεια ενός τραπεζιού, μία εξέδρα ή -συνηθέστερα- το έδαφος.

Η κινητική ενέργεια  $K$  αντικειμένου υπολογίζεται από την εξίσωση  $K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$  όπου  $m$  είναι η μάζα του αντικειμένου και  $v$  η ταχύτητά του.

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Διάταξη χρονοφωτογραφίας (στροβοσκόπιο, φωτογραφική μηχανή σε τρίποδο)
- Λευκή σφαίρα (λ.χ. μπίλια του μπιλιάρδου).
- Ορθοστάτης με λαβίδα.
- Κανόνας βαθμολογημένος (μήκους 1 m).
- Υποδεκάμετρο διαφανές (βαθμολογημένος χάρακας)
- Ζυγός.

**Σημείωση:**

Στην άσκηση αυτή, δεν θα πραγματοποιήσετε πολλαπλή φωτογράφιση. Θα μελετήσετε την ελεύθερη πτώση σφαίρας από έτοιμη φωτογραφία πολλαπλής λήψης.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1. Παρατηρήστε τη φωτογραφία της πολλαπλής φωτογράφισης της σφαίρας κατά την ελεύθερη πτώση της (Εικ. 9.1). Το κέντρο της σφαίρας στην αρχική της θέση συμπίπτει με τη χαραγή μηδέν του (κατακόρυφου) κανόνα. Στην εικόνα διακρίνονται δεκαπέντε θέσεις -φωτογραφήσεις της σφαίρας. Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών αναλαμπών(φωτογραφήσεων) είναι  $1/50$  του δευτερολέπτου (0,02 s).

2. Θεωρήστε ως επίπεδο αναφοράς (επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας) το οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη χαραγή 45 του βαθμολογημένου κανόνα. Αν η σφαίρα που πέφτει (μπίλια μπιλιάρδου) έχει μάζα 173 g, υπολογίστε τη δυναμική και την κινητική της ενέργεια στη θέση 1 (αρχική θέση ή θέση εκκίνησης).

3. Με τη βοήθεια του διαφανούς χάρακα, προσδιορίστε τη χαραγή με την οποία συμπίπτει (αντιστοιχεί) το κέντρο της 10ης θέσης της σφαίρας. Προσέξτε, ώστε ο διαφανής χάρακας να είναι κάθετος στο βαθμολογημένο κανόνα της φωτογραφίας. Την τιμή της απόστασης που βρήκατε σε cm μετατρέψτε την σε m και γράψτε την στην στήλη 2 του ΠΙΝΑΚΑ 1. Επαναλάβετε την ίδια εργασία και με τις υπόλοιπες θέσεις της σφαίρας (θέσεις 11, 12, 13, 14 και 15). Συμπληρώστε έτσι την στήλη 2 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

4. Υπολογίστε τη μετατόπιση της σφαίρας από τη θέση 10 στη θέση 11, αφαιρώντας τις αντίστοιχες αποστάσεις από τη θέση εκκίνησης. Ομοίως, υπολογίστε τις υπόλοιπες μετατοπίσεις (από τη θέση 11 στη θέση 12, από τη θέση 12 στη θέση 13 κ.ο.κ.). Συμπληρώστε την στήλη 3 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

5. Υπολογίστε τη (μέση) ταχύτητα της σφαίρας για κάθε μία από τις μετατοπίσεις, σύμφωνα με την εξίσωση  $v = \Delta y / \Delta t$ . Συμπληρώστε την στήλη 5 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

6. Υπολογίστε τα τετράγωνα των ταχυτήτων. Συμπληρώστε τη στήλη 6.

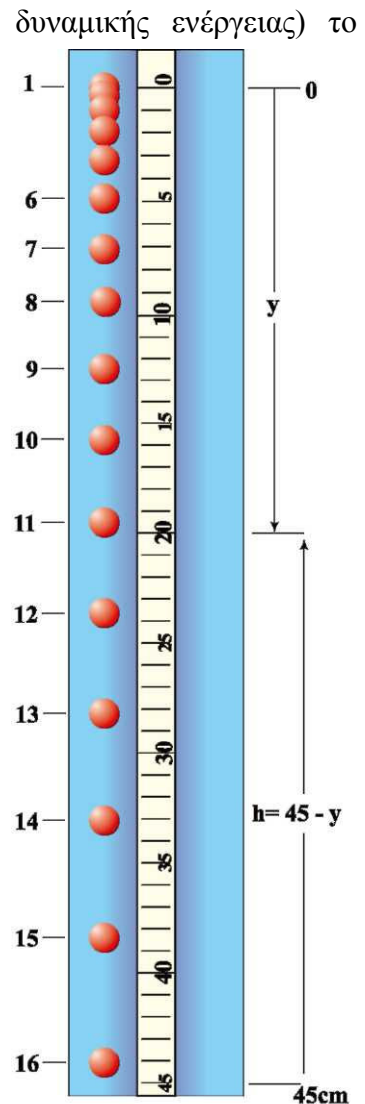
7. Υπολογίστε την κινητική ενέργεια της σφαίρας, σύμφωνα με την εξίσωση  $K = \frac{1}{2} mv^2$ . Έχετε ως δεδομένο, ότι η μάζα της σφαίρας (μπιλιάρδου) είναι  $m = 0,173 \text{ kg}$ . Συμπληρώστε την στήλη 7 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

8. Υπολογίστε το αντίστοιχο ύψος  $h$  της σφαίρας από το επίπεδο αναφοράς (χαραγή 45) του βαθμολογημένου κανόνα για τις θέσεις 11, 12, 13, 14 και 15. Μετατρέψτε τις τιμές από cm σε m. Συμπληρώστε την στήλη 8.

9. Υπολογίστε τη βαρυτική δυναμική ενέργεια της σφαίρας για τις θέσεις 11, 12, 13, 14 και 15 και για το ίδιο επίπεδο αναφοράς (χαραγή 45) από την εξίσωση  $U = mgh$ . Δίνονται οι τιμές  $m = 0,173 \text{ kg}$  και  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Συμπληρώστε την στήλη 9 του ΠΙΝΑΚΑ 1.

10. Υπολογίστε τις τιμές της μηχανικής ενέργειας της σφαίρας προσθέτοντας τις αντίστοιχες τιμές της κινητικής (στήλη 7) και της δυναμικής (στήλη 9) ενέργειάς της. Τι παρατηρείτε; Πού οφείλονται οι πάρα πολύ μικρές διαφορές (περίπου 2%) μεταξύ των τιμών της στήλης 10 του ΠΙΝΑΚΑ 1; Μπορείτε να ισχυριστείτε, ότι (μέσα στα όρια των σφαλμάτων των πειραματικών μετρήσεων) η μηχανική ενέργεια της σφαίρας παραμένει σταθερή κατά την πτώση της;

11. Πώς από τις τιμές της στήλης 10 του ΠΙΝΑΚΑ 1 μπορείτε να προσεγγίσετε την πραγματική τιμή της μηχανικής ενέργειας της σφαίρας; Προσδιορίστε την προσεγγιστική αυτή τιμή της μηχανικής ενέργειας.



Εικόνα 9.1

Εργαστηριακή άσκηση 9:

## ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ..... ΟΝΟΜΑ .....  
ΟΜΑΔΑ ..... ΕΠΩΝΥΜΟ .....

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δυναμική ενέργεια:  $U = \dots\dots\dots$  J

Κινητική ενέργεια:  $K = \dots\dots\dots$  J

Μηχανική ενέργεια:  $U+K = \dots\dots\dots$  J

3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Θέση σφαίρας	y (m)	$\Delta y$ (m)	$\Delta t$ (s)	v (m/s)	$v^2$ ( $m^2/s^2$ )	K (J)	h (m)	U (J)	K+U (J)
10		-	-	-	-	-	-	-	-
11									
12									
13									
14									
15									

Παρατηρούμε ότι .....

.....

Οι πάρα πολύ μικρές διαφορές μεταξύ των τιμών της στήλης 10 οφείλονται.

.....

.....

Μπορούμε να ισχυριστούμε, ότι: .....

.....  
11 .....