

Εργαστηριακή άσκηση: Η διατήρηση της μηχανικής ενέργειας στην ελεύθερη πτώση

Τάξη: Α' Λυκείου

Στόχοι

- 1) Η μέτρηση της ταχύτητας σώματος με τη χρήση φωτοπύλης.
- 2) Επικύρωση της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας κατά την ελεύθερη πτώση.

Σχεδιασμός - Επιστημονικές

Αφήνουμε ένα σφαιρίδιο να πέσει κατακόρυφα, από μια αρχική θέση Α, σε μια άλλη Β, που βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη. Αν το έργο της αντίστασης του αέρα, κατά τη μετακίνηση του σώματος από το Α στο Β, είναι αμελητέο σε σχέση με την αρχική ενέργεια του σώματος, τότε η μηχανική ενέργειά του διατηρείται σταθερή.

Έτσι, σύμφωνα με τη θεωρία, αν συμβολίσουμε με h την κατακόρυφη απόσταση των σημείων Α και Β και v_B την ταχύτητα του σώματος όταν διέρχεται από το Β, ισχύει:

$$E_{\text{μηχ.Α}} = E_{\text{μηχ.Β}}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (1)$$

$$2 \cdot g \cdot h = v^2$$

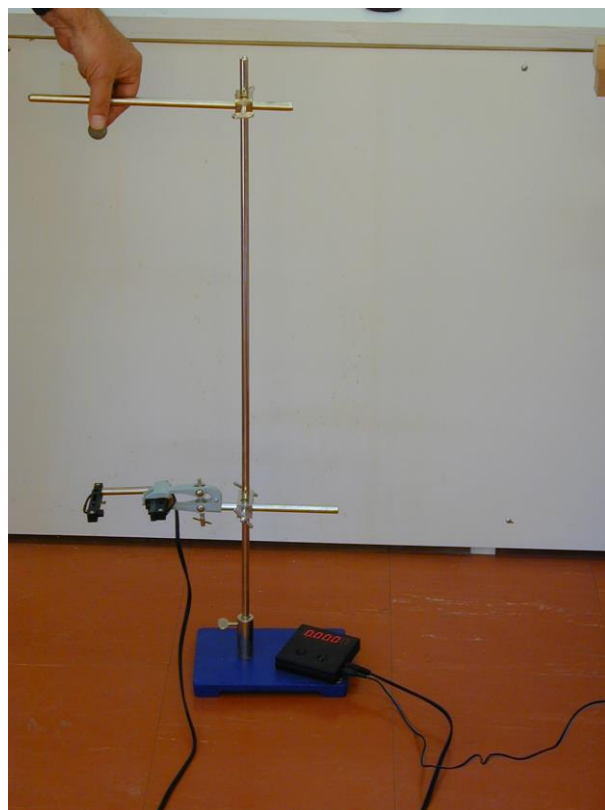
όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και m η μάζα του σώματος.

Οι σχέσεις (1) ισχύουν σε καλή προσέγγιση, εφόσον το έργο της αντίστασης του αέρα ($A_{\text{αέρα}}$), κατά την μετακίνηση του σώματος από το Α στο Β, είναι πολύ μικρότερο της αρχικής ενέργειας mgh του σώματος:

$$A_{\text{αέρα}} \ll m \cdot g \cdot h \quad (2)$$

Σημειώνουμε ότι το έργο $A_{\text{αέρα}}$ εξαρτάται από το σχήμα του σώματος και από την ταχύτητα και **όχι** από τη μάζα του σώματος. Επομένως η σχέση (2) ικανοποιείται εφόσον εξασφαλίσουμε δύο προϋποθέσεις:

- η μάζα m του σώματος είναι αρκετά μεγάλη,

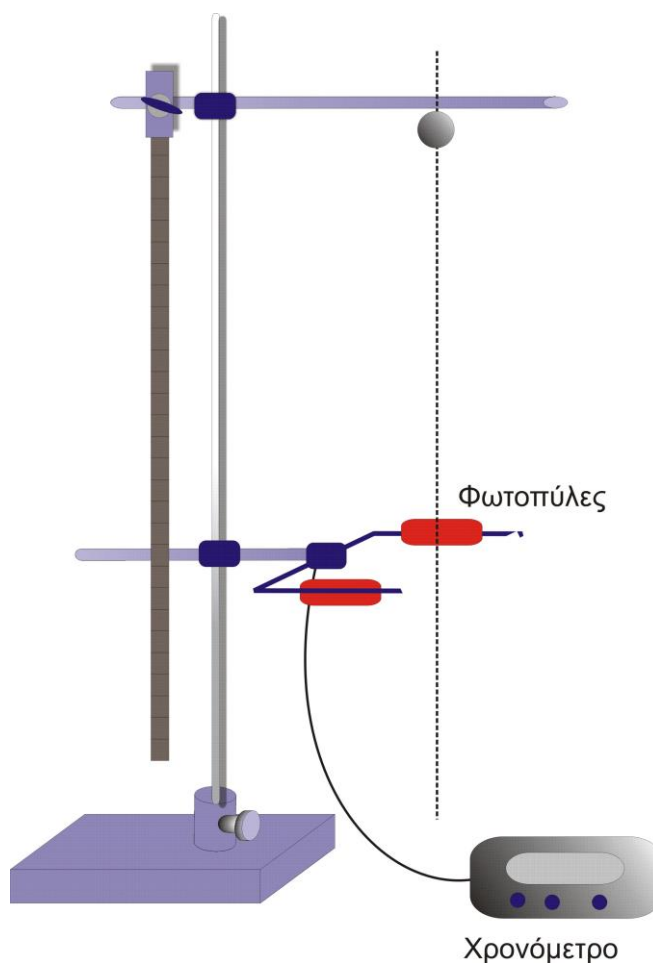


εικόνα 1

- το h είναι αρκετά μικρό, ώστε το σώμα να μην αποκτήσει μεγάλες ταχύτητες.

Πειραματική διαδικασία

Στην άσκηση ελέγχουμε πειραματικά τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας κατά την κατακόρυφη πτώση σφαιριδίου. Δηλαδή ελέγχουμε κατά πόσον ισχύουν οι σχέσεις (1), που προβλέπει η θεωρία. Σύμφωνα με τις επισημάνσεις, για να ελαχιστοποιήσουμε την επίδραση του αέρα, διαλέγουμε ένα βαρύ σφαιρίδιο και το αφήνουμε να πέσει κατακόρυφα μερικά εκατοστά. Η ταχύτητα του σφαιριδίου μετρείται με φωτοπύλη και ηλεκτρονικό χρονόμετρο.



εικόνα 2

Συνθέτουμε την πειραματική διάταξη που φαίνεται στην εικόνα 1. Με ένα νήμα της στάθμης, σημειώνουμε στην οριζόντια ράβδο της διάταξης (εικόνα 2) ένα σημείο που βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφη που διέρχεται από τη δέσμη της φωτοπύλης. Κρατάμε το σφαιρίδιο σε επαφή με το σημείο που σημειώσαμε και το αφήνουμε ελεύθερο.

Μετράμε τουλάχιστον τρεις φορές το χρόνο διέλευσής του από τη φωτοπύλη (Δt). Οι χρόνοι αυτοί πρέπει να διαφέρουν ελάχιστα. Αν όχι, επαναλαμβάνουμε την πτώση του σφαιριδίου.

Για να υπολογίσουμε την ταχύτητα που έχει το σφαιρίδιο όταν διέρχεται από τη φωτοπύλη, μετράμε με ένα διαστημόμετρο με βερνιέρο τη διάμετρό του D . Η ταχύτητα του σφαιριδίου, σε αρκετά καλή προσέγγιση είναι:

$$v = \frac{D}{\Delta t} \quad (3)$$

όπου Δt ο χρόνος διέλευσης του σφαιριδίου από τη φωτοπύλη, που μετράμε με το ηλεκτρονικό χρονόμετρο.

Σημείωση:

Για να υπολογίσουμε σωστά (σύμφωνα με τη σχέση 3) την ταχύτητα διέλευσης του σφαιριδίου από τη φωτοπύλη, πρέπει να περάσει από αυτή κατά μήκος μιας διαμέτρου του. Έτσι, από τις (αποδεκτές) τιμές του χρόνου που μετράμε, θεωρούμε ως πλέον αξιόπιστη μέτρηση τη μεγαλύτερη από αυτές.

Στον πίνακα μετρήσεων καταγράφουμε το χρόνο διέλευσης του σφαιριδίου από τη φωτοπύλη (Δt), καθώς και την κατακόρυφη απόσταση (h) φωτοπύλης – αρχικής θέσης του σφαιριδίου.

Επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις αλλάζοντας την κατακόρυφη απόσταση φωτοπύλης – αρχικής θέσης του σφαιριδίου. Λαμβάνουμε πέντε σύνολα διαφορετικών μετρήσεων.

Συμπληρώνουμε όλες τις στήλες του Πίνακα Μετρήσεων.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ | | | | | |
|-------------------|----------------|-------|---------|---------------------------------------|---------------------|
| h (m) | Δt (s) | D (m) | v (m/s) | $2gh$ (μονάδες S.I, $g=9,8m/s^2$) | v^2 (μονάδες S.I) |
| 0.3 | | | | | |
| 0.4 | | | | | |
| 0.5 | | | | | |
| 0.6 | | | | | |
| 0.7 | | | | | |

Σημείωση:

Οι υπολογισμοί να γίνουν με προσέγγιση πρώτου σημαντικού ψηφίου.

Ερωτήσεις

1. Σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα του Πίνακα Μετρήσεων και στο πλαίσιο των προσεγγίσεων του πειράματος, επικυρώνεται η διατήρηση της ενέργειας του σφαιριδίου;

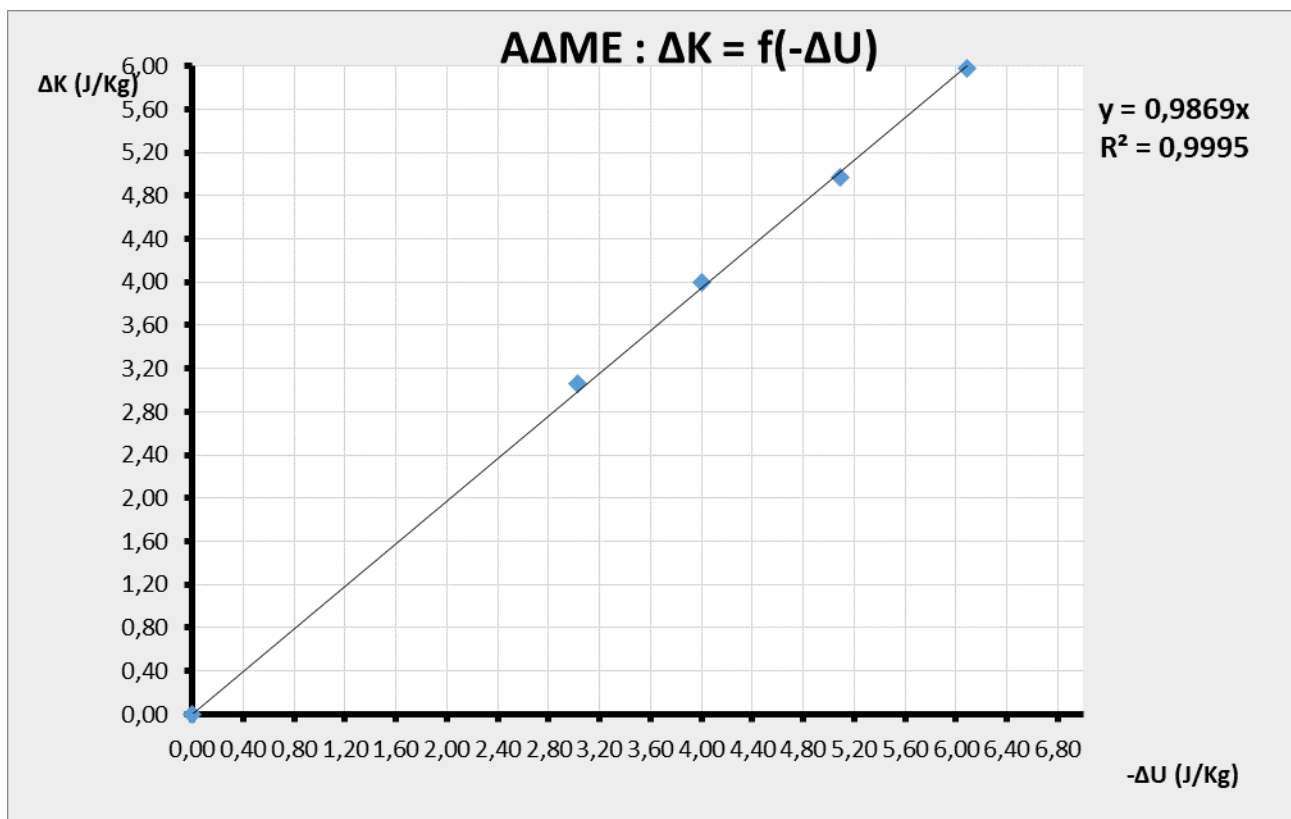
2. Για κάθε τιμή της ταχύτητας v , του Πίνακα Μετρήσεων, υπολόγισε τον αντίστοιχο χρόνο της κίνησης του σφαιριδίου από την αρχική του θέση μέχρι τη φωτοπύλη (χρησιμοποίησε τη σχέση $v=gt$). Συμπλήρωσε τον πίνακα 2. Μετάφερε τις τιμές του πίνακα 2 σε φύλλο EXCEL και κάνε τη γραφική παράσταση $h-t$. Σχεδίασε γραμμή τάσης 2^{ου} βαθμού και έλεγξε αν ικανοποιείται η σχέση $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$. Σχολίασε το αποτέλεσμα.

| ΠΙΝΑΚΑΣ 2 | |
|------------------|------------------|
| h (m) | t=v/g (s) |
| 0.3 | |
| 0.4 | |
| 0.5 | |
| 0.6 | |
| 0.7 | |

K_ΠΜ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΚΦΕ ΑΧΑΡΝΩΝ

| $H * (10^{-2}m) + h_{κ.}$ μάζα | Δt (sec) max τιμή | | $v=2R/\Delta t$ (m/sec) | v^2 (m/sec) ² | $\Delta K/m$ (J/Kg) | $\Delta U/m$ (J/Kg) | $\Delta K/m$ / $\Delta U/m$ |
|-----------------------------------|------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 31,25 | 0,0061 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | 0,0061 | | 2,459 | 6,05 | 3,02 | 3,06 | 0,99 |
| | | | | | | | |
| 40,75 | 0,0053 | | 2,830 | 8,01 | 4,00 | 3,99 | 1,00 |
| | | | | | | | |
| 50,75 | 0,0047 | | 3,191 | 10,19 | 5,09 | 4,97 | 1,02 |
| | | | | | | | |
| 61,05 | 0,0043 | | 3,488 | 12,17 | 6,08 | 5,98 | 1,02 |
| | | | | | | | |
| 0 | | | | | 0 | 0 | |



ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΚΦΕ ΑΧΑΡΝΩΝ

Με χρήση σωλήνα Cu (Φ18 ή Φ22) , μήκους 30,40,50,60 cm ως οδηγό για την εκτέλεση της άσκησης

| $H^* (10^{-2}m)$ | Δt (sec) min τιμή | $v=2R/\Delta t$ (m/sec) | v^2 (m/sec) ² | $\Delta K/m$ (J/Kg) | $\Delta U/m$ (J/Kg) | $\Delta K/m$ / $\Delta U/m$ |
|------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 30,3 | 0,0061 | | | | | |
| | 0,0061 | 2,459 | 6,05 | 3,02 | 2,97 | 1,02 |
| 39,9 | 0,0054 | 2,778 | 7,72 | 3,86 | 3,91 | 0,99 |
| 49,7 | 0,0049 | 3,061 | 9,37 | 4,69 | 4,87 | 0,96 |
| 58,7 | 0,0044 | 3,409 | 11,62 | 5,81 | 5,75 | 1,01 |
| 0 | | | | 0 | 0 | |

