

ΠΕΙΡΑΜΑ 4

Πλάγια Βολή

Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη της πλάγιας βολής και ορισμένων από τα χαρακτηριστικά της μεγέθη όπως το βεληνεκές και το μέγιστο ύψος της βολής, για διαφορετικές τιμές της αρχικής ταχύτητας και της γωνίας βολής.

Αρχή λειτουργίας του πειράματος

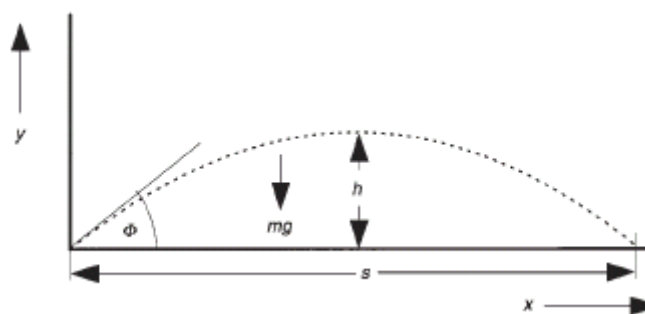
Μία μεταλλική μπάλα βάλλεται πλάγια με τη βοήθεια ενός ελατηρίου, με διαφορετικές τιμές αρχικής ταχύτητας, σχηματίζοντας διάφορες γωνίες ϕ με το οριζόντιο επίπεδο. Το βεληνεκές και το μέγιστο ύψος της βολής μετρούνται και προσδιορίζονται ως συνάρτηση της γωνίας βολής και της αρχικής ταχύτητας.

Στοιχεία από τη Θεωρία

Αν ένα σώμα μάζας m κινείται μέσα στο (σταθερό) πεδίο βαρύτητας τότε η τροχιά της κίνησης του κείται σε ένα επίπεδο. Στην περίπτωση που το επίπεδο κίνησης είναι το $x - y$ επίπεδο (Σχήμα 1), η διαφορική εξίσωση που περιγράφει την κίνηση είναι η ακόλουθη:

$$m \frac{d^2 \vec{r}(t)}{dt^2} = m \vec{g} \quad (1)$$

$$\text{όπου } \vec{r} = (x, y) \text{ και } \vec{g} = (0, -g). \quad (2)$$



Σχήμα 1

Η πιο πάνω διαφορική εξίσωση λύνεται εφαρμόζοντας τις αρχικές συνθήκες:

$$\begin{aligned} r(0) &= 0 & \text{και} & & \vec{v}(0) &= (v_0 \cos \phi, v_0 \sin \phi) \end{aligned} \quad (3)$$

Με επίλυση της διαφορικής εξίσωσης προκύπτουν οι συντεταγμένες της τροχιάς του σώματος συναρτήσει του χρόνου:

$$x(t) = v_0 \cdot \cos \phi \cdot t \quad (4)$$

$$y(t) = v_0 \cdot \sin \phi \cdot t - \frac{g}{2} t^2 \quad (5)$$

Από τις σχέσεις (4) και (5) προκύπτουν οι εξισώσεις που δίνουν το βεληνεκές:

$$s = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\phi \quad (6)$$

και το μέγιστο ύψος:

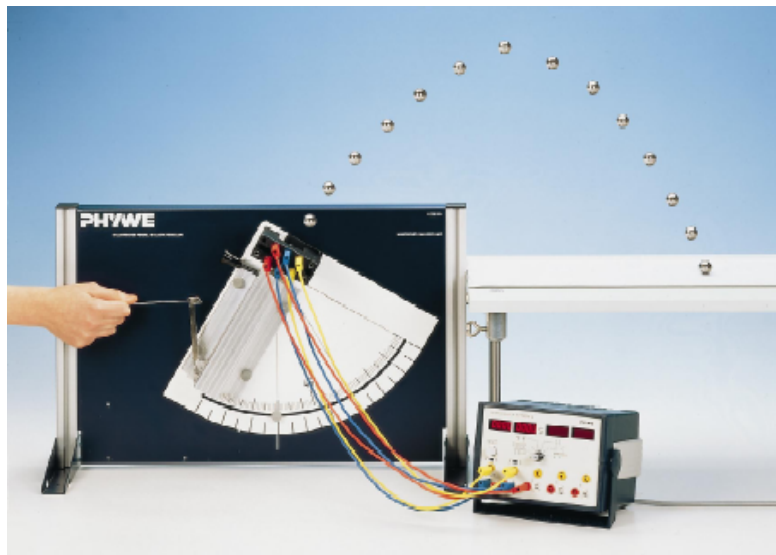
$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \phi \quad (7)$$

ως συνάρτηση της γωνίας ϕ .

Πειραματική διαδικασία

Γενικά στοιχεία

Η πειραματική διάταξη φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2

Πριν ξεκινήσετε τις μετρήσεις θα πρέπει να γίνουν οι πιο κάτω ρυθμίσεις:

- Τοποθετήστε το χαρτί καταγραφής του βεληνεκούς στα ειδικά τραπέζια στήριξης

- Θέστε σε λειτουργία το μετρητή ταχύτητας
- Μετρήστε την ταχύτητα εκτόξευσης της μπάλας σε γωνία 0° (η βολή γίνεται από το οριζόντιο επίπεδο) και για τις τρεις θέσεις του ελατηρίου εκτόξευσης. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν στις τρεις διαφορετικές τιμές αρχικής ταχύτητας της βολής.

Για τη μέτρηση της αρχικής ταχύτητας βολής η μπάλα εκτοξεύεται υπό γωνιά 0° . Η μέτρηση αυτή γίνεται γιατί η τιμή της ταχύτητας που καταγράφει ο μετρητής ταχυτήτων v_{exp} , συνδέεται με την αρχική ταχύτητα v_0 με τη σχέση:

$$v_0 = \sqrt{v_{exp}^2 + 2 g d \sin \phi}$$

όπου d είναι η απόσταση από το σημείο βολής μέχρι το μέσο των δύο φωτοδιόδων που βρίσκονται στο μετρητή της ταχύτητας. Οπότε για να προσδιορίσουμε σωστά την αρχική ταχύτητα βολής θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το χρόνο που χρειάστηκε η μπάλα για να καλύψει την απόσταση d .

Εκτέλεση

Ερώτημα 1

Προσδιορισμός του βεληνεκούς και του μέγιστου ύψους βολής ως συνάρτηση της γωνιάς βολής (βλέπε Σχήμα 1).

Θέστε τη μεταλλική μπάλα μπροστά από το ελατήριο εκτόξευσης και στερεώστε το ελατήριο με το μοχλό στη θέση 1. Βεβαιωθείτε ότι η μεταλλική μπάλα βρίσκεται στο κέντρο της θέσης βολής. Πραγματοποιήστε βολές για διάφορες γωνίες βολής ϕ (από $20^\circ - 90^\circ$, με βήμα 10°) και μετρήστε σε κάθε περίπτωση το μέγιστο ύψος h , καθώς και το βεληνεκές s , της βολής. Το βεληνεκές μετρείται από το αποτύπωμα που αφήνει η μπάλα στο ειδικό χαρτί καταγραφής. Για κάθε γωνιά βολής πάρτε 5 μετρήσεις.

Ερώτημα 2

Προσδιορισμός του βεληνεκούς και του μέγιστου ύψους βολής ως συνάρτηση της γωνιάς βολής για διαφορετικές τιμές της αρχικής ταχύτητας

Επαναλάβετε την πιο πάνω διαδικασία (Ερώτημα (α)) εκτοξεύοντας τη μπάλα από τις θέσεις 2 και 3 του ελατηρίου (δηλαδή για διαφορετικές αρχικές ταχύτητες).

Κατασκευάστε τις γραφικές παραστάσεις:

1. $s=f(\phi)$
2. $h=f(\phi)$
3. $s=f(\sin 2\phi)$

Υπολογίστε από την κατάλληλη γραφική παράσταση την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

Ερώτημα 3

Προσδιορισμός του βεληνεκούς για διαφορετικές τιμές της αρχικής ταχύτητας.

Πραγματοποιήστε βολές για τις τρεις διαφορετικές αρχικές ταχύτητες για μια σταθερή τιμή της γωνιάς βολής ($\phi = 45^\circ$). Καταγράψτε την τιμή του βεληνεκούς της βολής για κάθε περίπτωση. Ακολουθώντας, κατασκευάστε την κατάλληλη γραφική παράσταση ανάμεσα στα μεγέθη s και v_0 και βρείτε την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .