

ΑΣΚΗΣΗ 3.1

Προσδιορισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας με τη μέθοδο της ελεύθερης πτώσης

1 Η πειραματική διάταξη

Στο πείραμα, αφήνουμε ελεύθερη μια μικρή (χαλύβδινη) σφαίρα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η σφαίρα περνάει από τις φωτοπύλες Φ1 και Φ2, που βρίσκονται σε επαφή. Έστω ΔS η μεταξύ απόσταση των κέντρων τους και Δt ο χρόνος διέλευσης της σφαίρας. Στο μέσον του ΔS (διακεκομμένη γραμμή στο σχήμα) η σφαίρα έχει ταχύτητα v . Επειδή η απόσταση μεταξύ των φωτοπυλών είναι μικρή μπορούμε, προσεγγιστικά, να γράψουμε:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}.$$

Επίσης $v = \sqrt{2gS}$, οπότε

$$g = \frac{\Delta S^2}{2 S \Delta t^2} \quad (1)$$

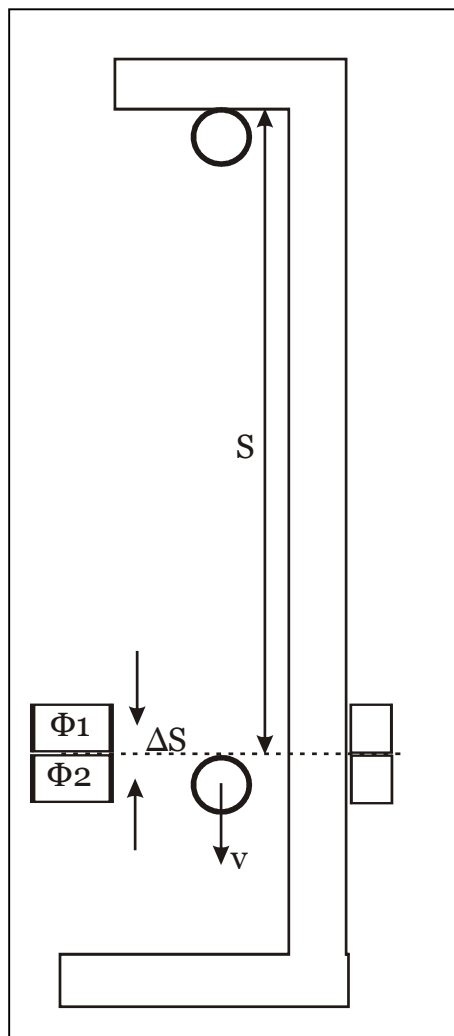
Τέλος γράφουμε την (1) ως

$$\frac{\Delta S^2}{2 \Delta t^2} = g \cdot S, \quad (2)$$

κατάλληλη για τη γραφική παράσταση.

Παρατηρήσεις για την εκτέλεση της άσκησης.

- Τόσο οι φωτοπύλες όσο και όλη η συσκευή πρέπει να είναι οριζοντιωμένη με αλφάδι. Το χρονόμετρο είναι ρυθμισμένο σε λειτουργία F2, (δηλ. καταγράφεται ο χρόνος Δt : έξοδος από την Φ1 – έξοδος από τη Φ2).
- Η σφαίρα κρατείται στο ανώτερο σημείο και αφήνεται απότομα, ώστε να εξασφαλίσουμε μηδενική αρχική ταχύτητα. Κάθε πτώση επαναλαμβάνεται μερικές φορές ώστε να σταθεροποιηθεί, κατά το δυνατό, η ένδειξη του χρονομέτρου.
- Το πλάτος που έχουν τα στελέχη των φωτοπυλών είναι 1,5cm (από τον κατασκευαστή) και οι πομπός και δέκτης είναι ακριβώς κεντραρισμένοι στα στελέχη των φωτοπυλών. Άρα $\Delta S = 1,5\text{cm}$.



2 Σφάλματα

Το σφάλμα στη μέτρηση του g προέρχεται από τα επί μέρους σφάλματα που γίνονται κατά τη μέτρηση του Δt και ΔS . Το ψηφιακό χρονόμετρο μετρά το χρόνο Δt με τρία σημαντικά ψηφία και η απόσταση ΔS παρέχεται, ουσιαστικά, από τον κατασκευαστή. Επειδή οι μετρούμενοι χρόνοι είναι μικροί, εκτιμούμε το σφάλμα στη μέτρηση του χρόνου $\delta\Delta t / \Delta t \cong 1\%$ και ίδιας τάξης σφάλμα για το ΔS . Το μήκος S , της τάξης των 10cm μετριέται με κανόνα με ακρίβεια μισό mm, άρα $\delta S / S \cong 0,5\%$. Τέλος, από την (1) βρίσκουμε:

$$\delta g / g \cong 2,5\%$$

Παρατήρηση: Η υπόθεση που κάναμε αρχικά, να θεωρήσουμε το πηλίκο $\Delta S / \Delta t$ ως τη στιγμιαία ταχύτητα στο μέσον του ΔS , επιφέρει ένα συστηματικό σφάλμα της τάξης του $\Delta S / S$, με συνέπεια αύξηση του παραπάνω σφάλματος στο g .

3 Ενδεικτικές μετρήσεις, εξαγόμενα

S cm	T s	g cm/s ²
4,95	0,0133	986,03
6,5	0,0118	1009,95
7,4	0,0113	989,93
14,35	0,0085	982,39
15,9	0,0081	985,47
19,4	0,0074	982,97
22,7	0,0069	976,42
23,45	0,0068	975,13
24,65	0,0066	987,6
g μέσο = 986,21 cm/s²		

Στον πίνακα φαίνονται ενδεικτικές τιμές του πειράματος. Στην τρίτη στήλη φαίνεται η τιμή του g όπως προκύπτει από τον τύπο (1), υπολογισμένη από το EXCELL.

5 Η γραφική παράσταση

Αντικατάσταση στην (2) της τιμής του $\Delta S = 1,5\text{cm}$ δίνει

$$\frac{1,125}{\Delta t^2} = g \cdot S.$$

Παρακάτω φαίνεται η χάραξη της ευθείας $1,125 / \Delta t^2 = f(S)$. Η κλίση της μας δίνει το g . Το EXCELL υπολογίζει $g = 982,15 \text{ cm/s}^2$. Άρα

$$g = (982 \pm 24) \text{ cm/s}^2$$

