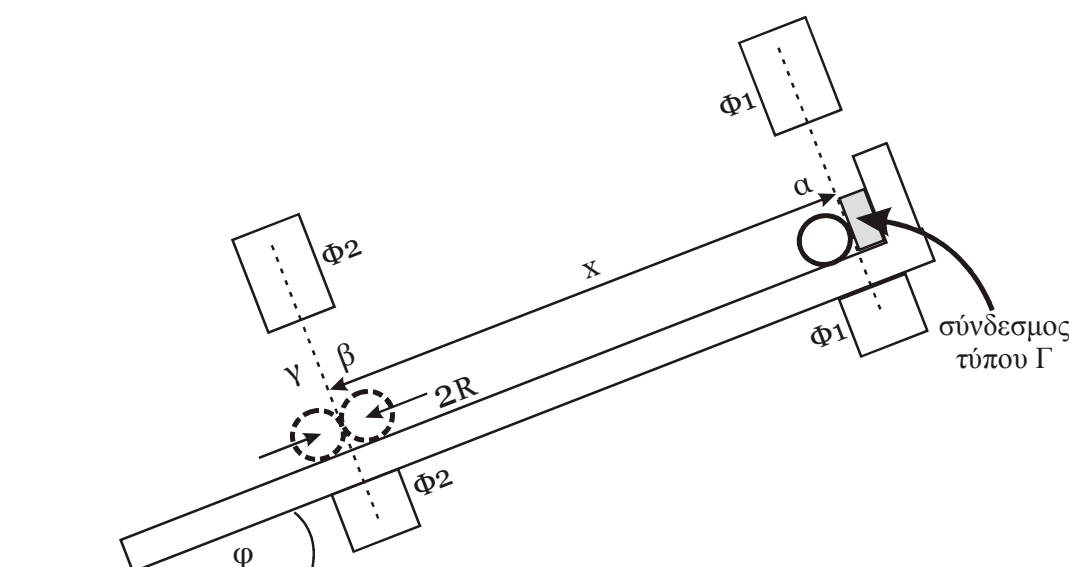


ΑΣΚΗΣΗ 2

Επαλήθευση των σχέσεων της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης

Όπως είναι γνωστό, στην ευθύγραμμη κίνηση, από το διάγραμμα ταχύτητα-χρόνος προκύπτει, με εμβαδομέτρηση, το διάγραμμα απόσταση-χρόνος. Στο πείραμα χρησιμοποιούμε το πλάγιο επίπεδο για την μελέτη της ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης που κάνει το κέντρο μάζας μιας κυλιόμενης μικρής σφαίρας. Μετράμε το χρόνο κίνησης και, ανεξάρτητα, την ταχύτητα που κάνει το κέντρο μάζας μιας μικρής κυλιόμενης σφαίρας.



1 Η πειραματική διάταξη

Στο σχήμα φαίνεται η διάταξη που χρησιμοποιούμε. Η σφαίρα ξεκινάει από το ανώτερο σημείο, διανύει την απόσταση x σε χρόνο t και φτάνει στο κατώτερο σημείο με ταχύτητα v . Η μέτρηση για κάθε x του αντίστοιχου χρόνου t και της ταχύτητας v γίνεται σε δύο βήματα:

βήμα 1^ο, μέτρηση του t : Για τη μέτρηση του t χρησιμοποιούμε δύο φωτοπύλες (Φ) και το χρονόμετρο έχει τη ρύθμιση F2. Με αυτή τη ρύθμιση καταγράφεται ο χρόνος t : έξοδος από τη $\Phi 1$ - έξοδος από τη $\Phi 2$. Προκειμένου η σφαίρα να έχει μηδενική αρχική ταχύτητα όταν εξέρχεται από τη $\Phi 1$, φροντίζουμε ώστε μόλις ξεκινά, να βρίσκεται πάνω από τη δέσμη της φωτοπύλης (διακεκομμένη γραμμή, θέση a στο σχήμα). Αυτό επιτυγχάνεται π.χ. με την τοποθέτηση ενός συνδέσμου τύπου Γ στο πάνω μέρος της διαδρομής, και η σφαίρα τοποθετείται σε αυτό το σημείο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Συγκρατούμε τη σφαίρα ελαφρά στη θέση a και την ελευθερώνουμε απότομα ώστε να μην αποκτήσει αρχική ταχύτητα.

βήμα 2^ο, μέτρηση του Δt : Αφαιρούμε από το χρονόμετρο τη σύνδεση της φωτοπύλης $\Phi 1$ και το ρυθμίζουμε σε F1. Με αυτή τη ρύθμιση καταγράφεται ο χρόνος Δt : είσοδος στη $\Phi 2$ - έξοδος από τη $\Phi 2$. (Οι θέσεις της σφαίρας κατά την έναρξη και το πέρας της μέτρησης είναι οι κύκλοι με διακεκομμένη γραμμή, β και γ στο σχήμα.)

Επειδή η διάμετρος της σφαίρας, είναι αρκετά μικρότερη του x , η ταχύτητα στο κατώτερο σημείο είναι προσεγγιστικά: $v = 2R / \Delta t$.

Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω βήματα για διάφορα x . Χρειάζονται μετρήσεις και για μικρά, σχετικά, μήκη π.χ. 5cm.

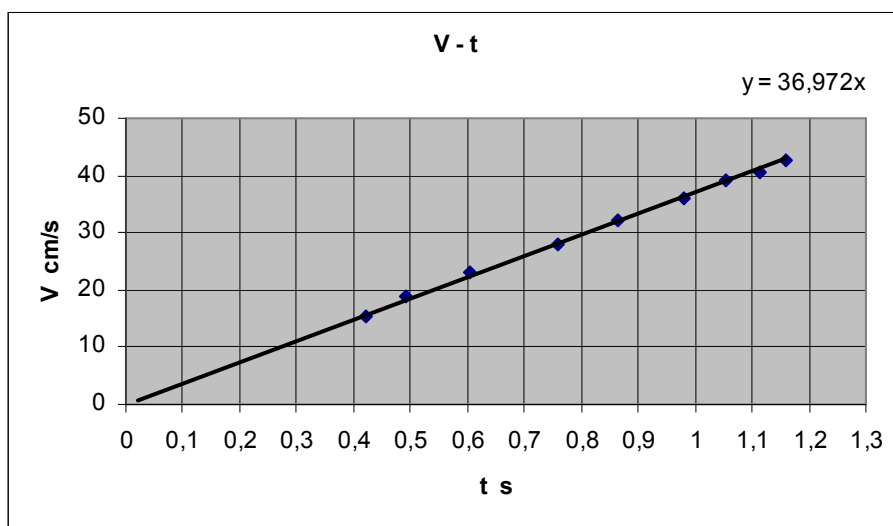
Τα μετρούμενα μεγέθη είναι: το μήκος x και οι χρόνοι t και Δt , ενώ η διάμετρος της σφαίρας δίνεται από τον κατασκευαστή, $2R=1,5\text{cm}$. Το x μετριέται με κανόνα. Το πάχος που έχουν τα στελέχη των φωτοπυλών είναι 1,5cm και οι πομπός και δέκτης είναι κεντραρισμένοι στο στέλεχος. Αυτό διευκολύνει τη μέτρηση του x .

Παρατήρηση: Για τη μέτρηση της ταχύτητας $v = 2R / \Delta t$, θέσαμε $2R=1,47\text{cm}$, λόγω του συστηματικού σφάλματος που υπάρχει κατά τη ρύθμιση F1 του χρονομέτρου.

2 Ενδεικτικές μετρήσεις

Παρακάτω πίνακα φαίνονται ενδεικτικές τιμές και η γραφική παράσταση $V - t$ (έχουμε συμπεριλάβει την τιμή (0,0)).

x cm	Δt s	$V=2R/\Delta t$ cm/s	t s
4	0,0953	15,41	0,4201
5,65	0,0774	18,98	0,4920
8,2	0,0635	23,14	0,6041
11,9	0,0523	28,08	0,7582
15,5	0,0455	32,32	0,8650
19,05	0,0408	36,05	0,9802
22,2	0,0376	39,06	1,0527
24,25	0,0362	40,65	1,1152
26,4	0,0346	42,49	1,1605



Από τη γραφική παράσταση $V-t$ μπορούμε, με εμβαδομέτρηση, να υπολογίσουμε το διάστημα ως συνάρτηση του χρόνου: ο άξονας του χρόνου χωρίζεται σε διαστήματα $\Delta t=0,1$ s, από τη γραφική παράσταση διαβάζουμε την τιμή της ταχύτητας στο μέσον του Δt και συμπληρώνουμε τον δεύτερο πίνακα. Στην αντίστοιχη γραφική παράσταση φαίνεται τα διάγραμμα $X-t$ όπως προκύπτει από τις πειραματικές μετρήσεις και όπως προκύπτει από την εμβαδομέτρηση. (Το διάγραμμα διέρχεται από την αρχή των αξόνων.) Το EXCEL υπολογίζει την επιτάχυνση ίση με 37 cm/s^2 περίπου, όση υπολογίζεται και από το διάγραμμα $V-t$.

t s	V cm/s	X cm
0	0	0
0,1	2,5	0,25
0,2	6	0,85
0,3	10	1,85
0,4	12,5	3,1
0,5	17	4,8
0,6	20	6,8
0,7	24	9,2
0,8	27,5	11,95
0,9	32	15,15
1	35	18,65
1,1	38	22,45
1,2	42,5	26,7

3 Σφάλματα Παρατηρούμε μια μικρή απόκλιση στις δύο παραστάσεις X-t. Αυτό οφείλεται, εκτός από τα τυχαία σφάλματα και στο ότι η σφαίρα, λόγω της τοποθέτησής της στο σημείο εκκίνησης, ξεκινάει με μια (πολύ μικρή) αρχική ταχύτητα. Επίσης η ταχύτητα $v = 2R / \Delta t$ θεωρήθηκε ως στιγμιαία ταχύτητα, προσέγγιση ικανοποιητική μόνο όταν $2R \ll x$, δηλ. για μεγάλες σχετικά αποστάσεις.

