

# Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας

## Φύλλο εργασίας

### A. Όργανα και υλικά που απαιτούνται

- Βάση παραλληλόγραμμη
- Σφιγκτήρας τύπου G
- Μία (1) ράβδος μεταλλική 80 cm
- Δύο (2) ράβδοι μεταλλικές 30 cm
- Δύο (2) απλοί σύνδεσμοι
- Δακτύλιος ορειχάλκινος με άγκιστρο
- Φωτοφράκτης (Διαφανής χάρακας 30 cm που φέρει πάνω του 7 αδιαφανείς ταινίες)
- Λεπτά χάλκινα σύρματα μήκους 12 cm περίπου
- Αναπτήρας
- Μία φωτοπύλη (με τον κατάλληλο πλαστικό συνδετήρα)
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο P/N 1460
- Ηλεκτρονική ζυγαριά

### B. Συναρμολόγηση διάταξης

1. Ο «φωτοφράκτης» (Εικόνα 1) που σας δίνεται αποτελείται από ένα διαφανή χάρακα μήκους 30 cm, πάνω στον οποίο -σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις- είναι κολλημένες επτά ίσου πλάτους αδιαφανείς ταινίες.

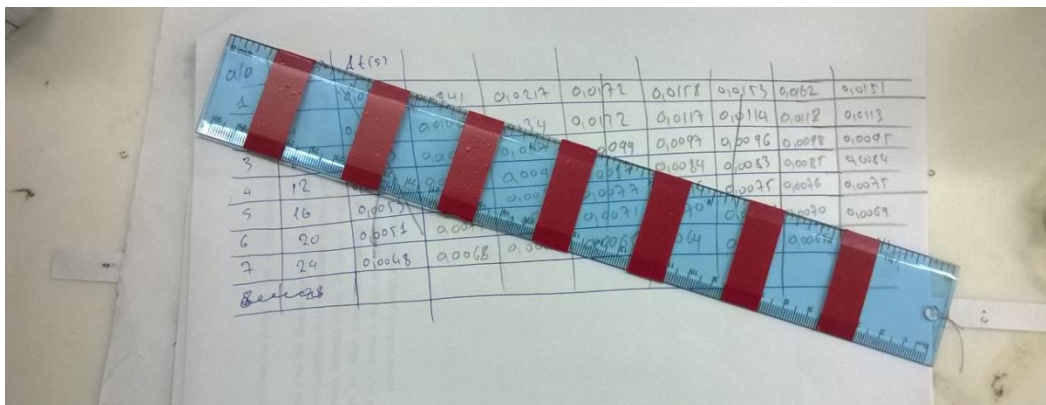
Για το φωτοφράκτη σας δίνονται τα εξής κατασκευαστικά στοιχεία:

- το πλάτος  $d$  κάθε αδιαφανούς ταινίας είναι:

$$d = 15,20 \text{ mm} = \dots\dots\dots \text{ m}$$

- η απόσταση  $\alpha$  μεταξύ των διαδοχικών αδιαφανών ταινιών είναι:

$$\alpha = 4,0 \text{ cm} = \dots\dots\dots \text{ m}$$

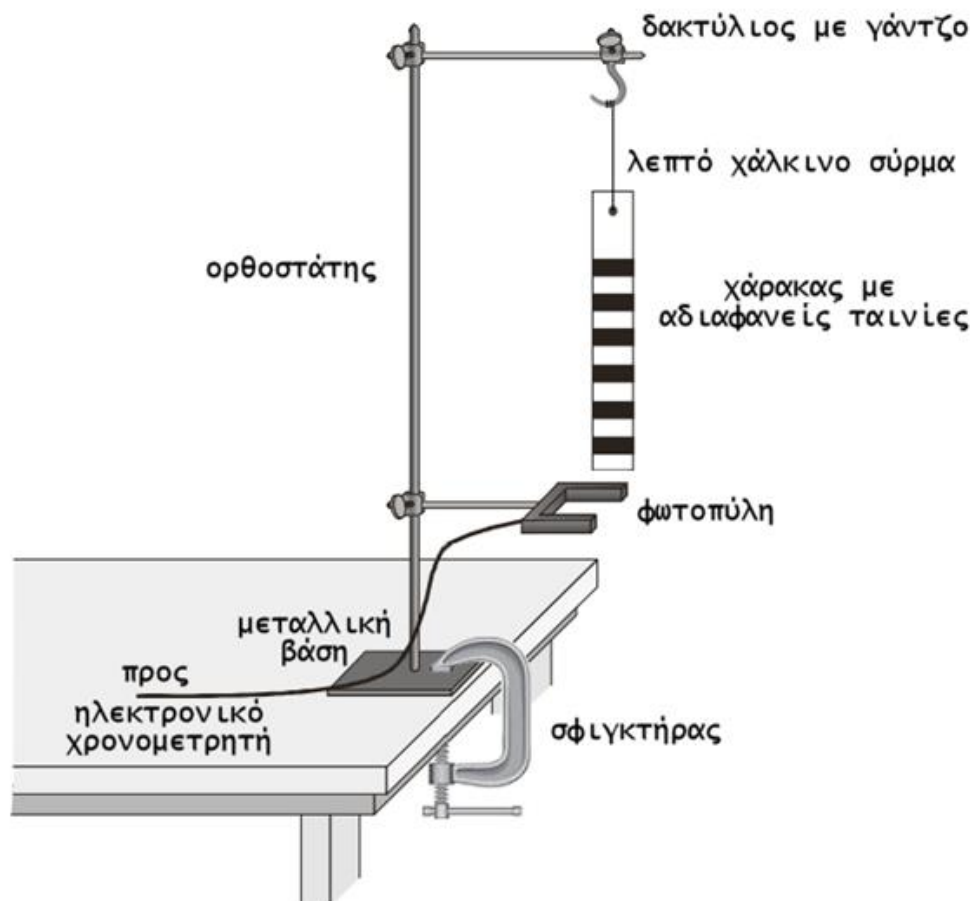


Εικόνα 1: Ο προετοιμασμένος χάρακας – «φωτοφράκτης»

2. Ζυγίστε τον προετοιμασμένο χάρακα με την ηλεκτρονική ζυγαριά που σας δίνεται και σημειώστε τη μάζα του:

Είναι:  $m = \dots\dots\dots$   $g = \dots\dots\dots$   $kg$

3. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2: Η πειραματική διάταξη

Η φωτοπύλη θα στερεωθεί στην κατώτερη μεταλλική ράβδο των 30 cm της διάταξης με τη βοήθεια του κατάλληλου πλαστικού συνδετήρα που σας δίνεται, ώστε η δέσμη της να είναι οριζόντια. Το βύσμα τύπου jack της φωτοπύλης θα συνδεθεί στην είσοδο (1) του ηλεκτρονικού χρονομετρητή. Η διάταξη θα στερεωθεί στον πάγκο εργασίας με τη βοήθεια ενός σφιγκτήρα τύπου G.

Με ένα πολύ λεπτό χάλκινο σύρμα θα αναρτήσετε το χάρακα στο γάντζο της διάταξης, ώστε να κρέμεται κατακόρυφος κάτω από το γάντζο και με το κάτω άκρο του να βρίσκεται σε απόσταση **3 – 5 cm** από την επάνω οριζόντια όψη της φωτοπύλης.

**Προσέξτε** ώστε κατά την πτώση του χάρακα οι αδιαφανείς ταινίες να τέμνουν κάθετα τη δέσμη της φωτοπύλης. Για το σκοπό αυτό μπορείτε να περιστρέψετε ελαφρά το γάντζο του ορειχάλκινου δακτυλίου ο οποίος μέσω του χάλκινου σύρματος θα στρέψει αντίστοιχα και το χάρακα.

**Φροντίστε** να ρυθμίσετε τη θέση του δακτυλίου με το γάντζο ώστε η δέσμη της φωτοπύλης να **μη τέμνει** το τμήμα του χάρακα που φέρει τη γράμμωση και τους αριθμούς.

4. Συνδέστε το ηλεκτρονικό χρονόμετρο στην τάση τροφοδοσίας και επιλέξτε τρόπο λειτουργίας «F1». Ενώ ο χάρακας κρέμεται ακίνητος πάνω από τη φωτοπύλη, κάψτε **προσεκτικά** με τον αναπτήρα το χάλκινο σύρμα (χωρίς να το αγγίξετε και αναταράξετε το σύστημα). Ο χάρακας πέφτει τότε κατακόρυφα, οι αδιαφανείς του ταινίες διακόπτουν διαδοχικά τη δέσμη της φωτοπύλης και ο ηλεκτρονικός χρονομετρητής καταγράφει τους χρόνους διέλευσης των αδιαφανών ταινιών από τη φωτοπύλη.

Στον Πίνακα (1):

- Στη δεύτερη στήλη σημειώστε την απόσταση  $h$  μεταξύ των αντιστοιχών άκρων (ή των μέσων) της πρώτης και όλων των επόμενων αδιαφανών ταινιών του χάρακα, απόσταση που είναι ίση με την κάθε φορά μετατόπιση του χάρακα κατά την πτώση του.
- Στην τρίτη στήλη σημειώστε τους χρόνους διέλευσης  $\Delta t$  των αδιαφανών ταινιών από τη φωτοπύλη.

Καθώς ο χρόνος διέλευσης  $\Delta t$  μιας αδιαφανούς ταινίας από τη φωτοπύλη αντιστοιχεί σε μετατόπιση του χάρακα κατά απόσταση ίση με το πλάτος  $d$  της αδιαφανούς ταινίας, μπορείτε να υπολογίσετε την αντίστοιχη ταχύτητα του χάρακα μέσω της εξίσωσης:  $v = \frac{d}{\Delta t}$ .

Θεωρούμε πως αυτή η μέση τιμή της ταχύτητας διέλευσης κατά προσέγγιση ταυτίζεται με τη στιγμιαία ταχύτητα του χάρακα στο μέσο της αντίστοιχης αδιαφανούς ταινίας.

Πίνακας 1: Πειραματικά δεδομένα και αποτελέσματα της επεξεργασίας τους

$\alpha/\alpha$	$h$ (m)	$\Delta t$ (s)	$u_1$ (m/s)	$u_2$ (m/s)	$\Delta U$ (J)	$\Delta K$ (J)
1	0				0	0
2						
3						
4						
5						
6						
7						

Με ακρίβεια τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων (εκτός από τις δύο τελευταίες στήλες που θα χρησιμοποιήσετε ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων) συμπληρώστε και τις υπόλοιπες στήλες του Πίνακα 1 ως εξής:

- Στην τέταρτη στήλη σημειώστε σε όλα τα κελιά την ταχύτητα διέλευσης ( $u_1$ ) της πρώτης αδιαφανούς ταινίας από τη φωτοπύλη.
- Στην πέμπτη στήλη σημειώστε την ταχύτητα διέλευσης ( $u_2$ ) κάθε αδιαφανούς ταινίας από τη φωτοπύλη.
- Στην έκτη στήλη σημειώστε την κατ' απόλυτη τιμή μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του χάρακα όταν το μέσο κάθε αδιαφανούς ταινίας διέρχεται από τη φωτοπύλη. Οι υπολογισμοί να γίνουν μέσω της εξίσωσης:  $\Delta U = m \cdot g \cdot h$ . Να θεωρήσετε

ότι:  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ .

- Στην έβδομη στήλη σημειώστε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του χάρακα μέσω της εξίσωσης:  $\Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ .

5. Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών σας όπως αποτυπώθηκαν στον Πίνακα 1 σχεδιάστε στο μιλιμετρέ χαρτί που σας δίνεται τη γραφική παράσταση  $\Delta K = f(\Delta U)$ , και αφού διαπιστώσετε τη γραμμικότητα της σχέσης που συνδέει την (απόλυτη τιμή) μεταβολή της δυναμικής ενέργειας και τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του χάρακα, σχεδιάστε και την ευθεία που προσεγγίζει καλύτερα τα πειραματικά σημεία που έχετε ήδη τοποθετήσει στο διάγραμμα. Τέλος υπολογίστε την κλίση  $\lambda$  της καλύτερης ευθείας που σχεδιάσατε:

Προκύπτει:  $\lambda = \dots\dots\dots$

**Εναλλακτικά:** Η γραφική παράσταση μπορεί να σχεδιαστεί με τη βοήθεια του Excel που μας προσφέρει επιπλέον τη δυνατότητα προσδιορισμού της εξίσωσης της καλύτερης ευθείας προσέγγισης των πειραματικών δεδομένων.

7. Απαντήστε -δίνοντας τις απαραίτητες εξηγήσεις- στις παρακάτω ερωτήσεις:

α. Ποια η θεωρητική τιμή του λόγου  $\frac{\Delta K}{|\Delta U|}$ , αν δεχθούμε πως η μόνη δύναμη που δρα στο χάρακα κατά την πτώση του είναι το βάρος του;

β. Μπορείτε να καταγράψετε ορισμένα από τα σφάλματα που πιστεύετε ότι μπορεί να έγιναν τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά την υλοποίηση της πειραματικής διαδικασίας;

γ. Ποιο σκοπό νομίζετε ότι εξυπηρετεί η ανάρτηση του χάρακα μέσω του λεπτού χάλκινου σύρματος και η καύση του; Δε θα ήταν απλούστερο να χρησιμοποιηθεί λεπτό νήμα και ψαλίδι για να το κόβουμε ώστε να απελευθερώνεται ο χάρακας;

δ. Για κάθε γραμμή των πειραματικών δεδομένων του Πίνακα 1 (εκτός από τη πρώτη), υπολογίστε την τιμή του λόγου  $\lambda = \frac{\Delta K}{|\Delta U|}$ , και συμπληρώστε τον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Τιμές του λόγου  $\Delta K/\Delta U$

$\alpha/\alpha$	$\lambda = \frac{\Delta K}{ \Delta U }$
1	-
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Δώστε μια εκτίμηση του σφάλματος στη μέτρηση του λόγου  $\lambda$ , ως:

$$\sigma = \frac{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}}{2} = \dots\dots\dots$$

ε. Μπορούμε να ισχυριστούμε, λαμβάνοντας υπόψη και τα σφάλματα που έγιναν, ότι κατά την πτώση του χάρακα διατηρείται η μηχανική του ενέργεια;