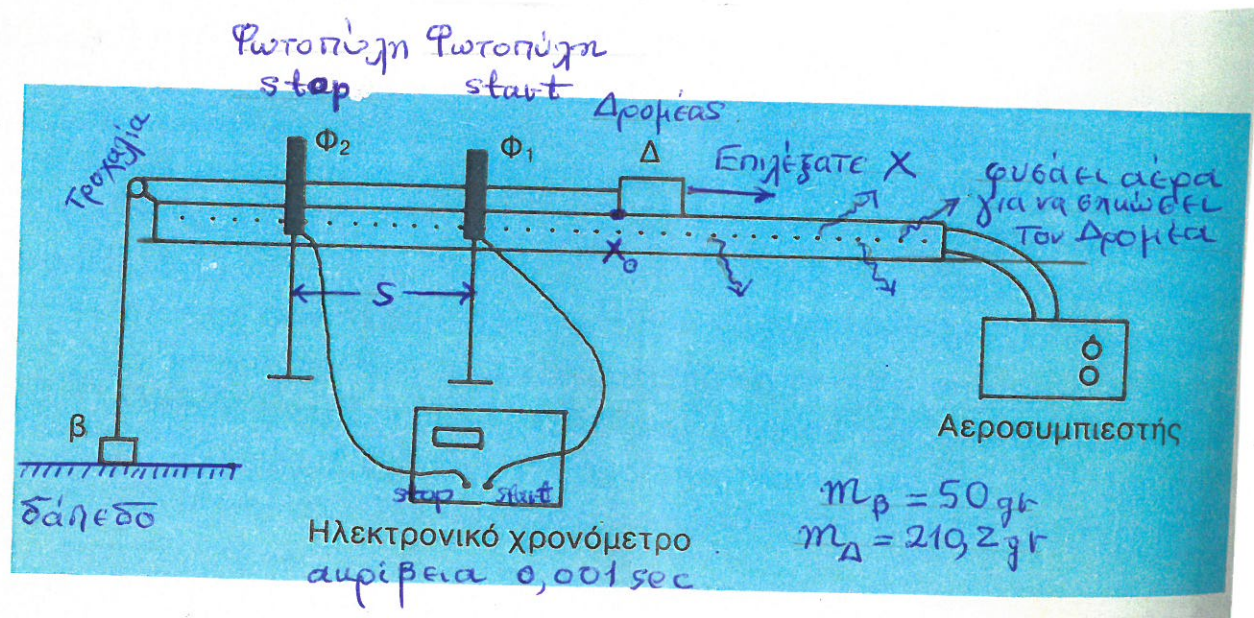


Εργαστηριακή άσκηση

“Μελέτη ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης και θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας με αεροτροχιά”

Ρύθμιση της επιτάχυνσης: εύρος από 0 έως g  
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ



Σχήμα αεροτροχιές

# Θεωρία βγήσε σεβ. 6

2

## Φύλλο Εργασίας για την άσκηση της αεροτροχιάς ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για την εκτέλεση της άσκησης ακολουθείστε τα παρακάτω βήματα:

### A) Μελέτη της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης

1) Προσδιορίστε τη θέση,  $x_0$ , του δρομέα πάνω στην αεροτροχιά για την οποία το βαρίδι εφάπτεται στο οριζόντιο δάπεδο.

$$x_0 = 121,5 \text{ cm.}$$

2) Προσδιορίστε την απόσταση μεταξύ των δύο φωτοπυλών,  $s$ . Για το σκοπό αυτό μετακινήστε αργά το δρομέα έτσι ώστε να σημειώσετε τις ακόλουθες δύο χαρακτηριστικές ενδείξεις: η πρώτη ένδειξη,  $s_1$ , στην οποία ξεκινά το χρονόμετρο της άσκησης, όταν το δεξί άκρο του δρομέα ενεργοποιήσει την αριστερή φωτοπύλη, και η δεύτερη,  $s_2$ , αντιστοιχεί στη θέση του δρομέα στην οποία σταματά το χρονόμετρο της άσκησης, όταν το δεξί άκρο του δρομέα ενεργοποιήσει τη δεξιά φωτοπύλη. Η απόσταση  $s$  με την παραπάνω διαδικασία ισούται με  $s_2 - s_1$ .

$$s_1 = 134,4 \text{ cm} \quad s_2 = 179,2 \text{ cm} \quad s_2 - s_1 = 44,8 \text{ cm} = 0,44 \text{ m.} \Rightarrow \underline{s = 0,44 \text{ m}}$$

3) Απομακρύνετε το δρομέα σε διαφορετικές αποστάσεις  $x$ , όπως δίνονται στον παρακάτω πίνακα, από τη θέση  $x_0$  του βήματος 1 προς τα αριστερά. Στο διάστημα των αποστάσεων αυτών, ο δρομέας εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Μόλις το βαρίδι ακουμπήσει στο έδαφος (αυτό γίνεται στη θέση  $x_0$ ) ο δρομέας θεωρητικά θα συνεχίσει να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά. Με ακίνητο το δρομέα (κάποιος τον κρατά με το χέρι) εκκινήστε τον αεροσυμπιεστή και, στη συνέχεια, καταγράψτε το χρόνο κίνησης του δρομέα ανάμεσα στις φωτοπύλες,  $t$ . Επαναλάβετε 5 μετρήσεις του χρόνου κίνησης για κάθε τιμή του  $x$ . Υπολογίστε το μέσο όρο των χρόνων,  $\bar{t}$ , και στη συνέχεια την ταχύτητα του δρομέα από τη σχέση  $v = \frac{s}{\bar{t}}$ . Καταγράψτε τα αποτελέσματα στον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

Αυξάνοντας το  $x$  αυξάνουμε την τελική ταχύτητα του Δρομέα  $v$ .

Είναι πείραμα όπου μπορείς να καθορίσεις την επιτάχυνση από 0 έως  $g$  ανάλογα με τις μάζες  $m_B$  ή  $m_A$ .

A/A	x (m)	t <sub>1</sub> (s)	t <sub>2</sub> (s)	t <sub>3</sub> (s)	t <sub>4</sub> (s)	t <sub>5</sub> (s)	t̄(s)	v (m/s)	v <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )
1	0.30	0,448	0,451	0,441	0,436	0,444	0,444	0,990	0,980
2	0.40	0,382	0,379	0,379	0,379	0,378	0,379	1,160	1,345
3	0.50	0,339	0,339	0,340	0,339	0,339	0,339	1,297	1,682
4	0.60	0,309	0,310	0,310	0,307	0,307	0,308	1,428	2,039
5	0.70	0,284	0,284	0,284	0,285	0,285	0,284	1,549	2,399

Από τη σχέση (9) προσδιορίστε γραφικά, με κατάλληλη διαμόρφωση της σχέσης σε ευθεία και την αντίστοιχη γραφική παράσταση, την επιτάχυνση του δρομέα, α

$v^2 = 2ax$  (9)

$v^2 \uparrow$   $x \rightarrow$  γίνεται ευθεία.

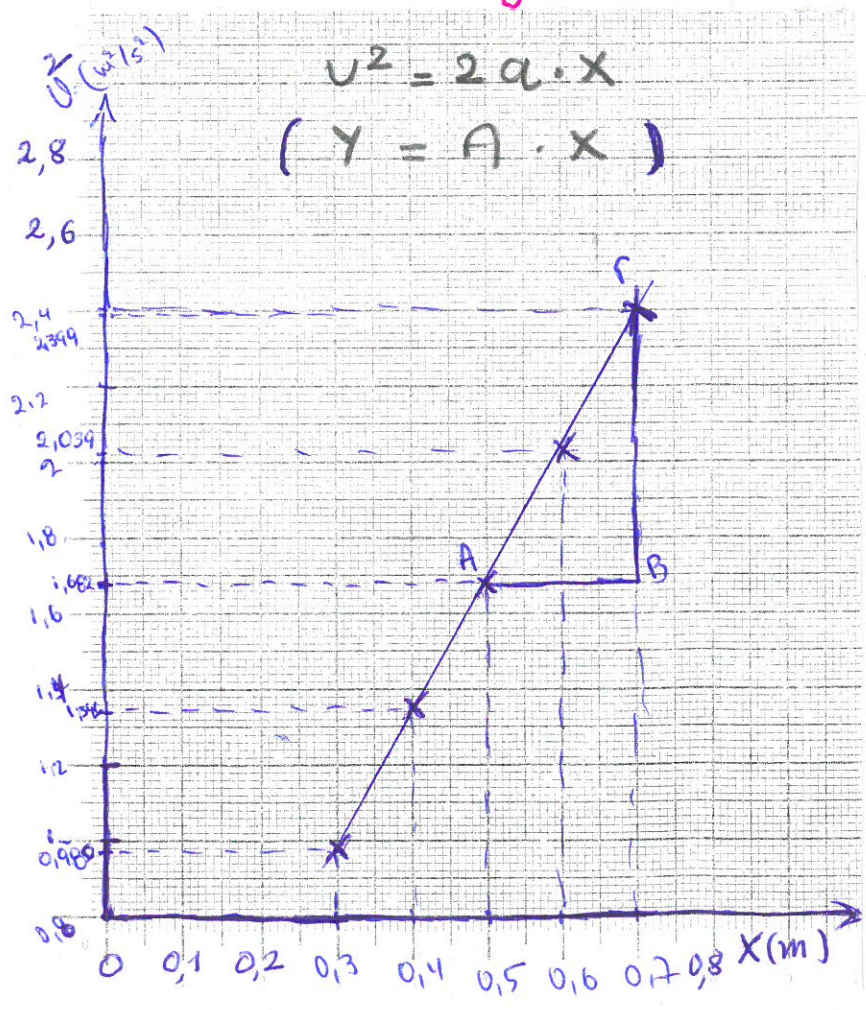
Θεωρητικός τύπος πειράματος

Περασματική κλίση = 2α

κλίση =  $\frac{BC}{AB} = \frac{2,399 - 1,682}{0,7 - 0,5} = \frac{0,717}{0,2} = 3,585 \frac{m^2/s^2}{m}$

2α = 3,585

α = 1,792 m/s<sup>2</sup> γραφική:



(4)

Κινούμενα δυνάμεις:  $B = m_B \cdot g$  το βαρίδι που πέφτει.  
 Κινεί εξο το σύστημα  $m_B + m_A$  με επιτάχυνση  $a_\theta$   
 $\Rightarrow (m_B + m_A) a_\theta = m_B \cdot g \Rightarrow a_\theta = \frac{m_B}{m_B + m_A} \cdot g$  θεωρητική  
 με πειραματική:  $a = 1,792 \text{ m/s}^2$  από το σχήμα.

4) Υπολογίστε με βάση τη σχέση (17) την τιμή της θεωρητικής επιτάχυνσης,  $a_\theta$ , και συγκρίνετε τις δύο τιμές  $a$  και  $a_\theta$ . Να δώσετε τη σχετική απόκλιση:

$$a_\theta = \frac{m_B}{m_B + m_A} \cdot g$$

$$= \frac{50}{50 + 219,2} \cdot 9,81 = \frac{50}{269,2} \cdot 9,81 = \frac{490,5}{269,2} = 1,822 \text{ m/s}^2$$

$$\left| \frac{a_\theta - a}{a_\theta} \right| = \left| \frac{1,822 - 1,792}{1,822} \right| = \left| \frac{0,03}{1,822} \right| = 0,0165 = 1,65\%$$

$= 1,822 \text{ m/s}^2$  θεωρητική  $a$

$= 4,9\%$

B) Μελέτη του θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας (αύξηση)  
 1) Για κάθε απόσταση  $x$  να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας,  $\Delta E_K$ , σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

A/A	$x$ (m)	$\bar{t}$ (s)	$v$ (m/s)	$\Delta E_K$ (J)
1	0.30	0,444	0,990	0,103
2	0.40	0,378	1,100	0,140
3	0.50	0,339	1,297	0,176
4	0.60	0,308	1,428	0,214
5	0.70	0,284	1,549	0,251

$K = \frac{1}{2} m v^2$   
 $\Delta E_K = K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}}$   
 $m_B = 0,210 \text{ kg}$

2) Για κάθε απόσταση  $x$  να υπολογίσετε το έργο της δύναμης  $T$  που κινεί το δρομέα (βλ. σχήμα 2 και σχέση 16). Καταγράψτε τα αποτελέσματα στον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

A/A	$x$ (m)	$T$ (N)	$W$ (J)
1	0.30	0,376	0,1128
2	0.40	0,376	0,150
3	0.50	0,376	0,188
4	0.60	0,376	0,225
5	0.70	0,376	0,263

$T = m_B \cdot a \Rightarrow$   
 $T = 0,21 \cdot 1,792 = 0,376 \text{ N}$   
 $W = T \cdot x$

↓  
 Το έργο

Ενέργεια : Εν + έργο . Παράχεται από το έργο .  
Αίτιο της κίνησης : Η Βαρύτητα

3) Για κάθε απόσταση  $x$ , με βάση τους δύο παραπάνω πίνακες να δημιουργήσετε τον παρακάτω πίνακα μετρήσεων:

A/A	$x$ (m)	Κινητική ενέργεια $\Delta E_K$ (J)	Έργο $W$ (J)	$\left  \frac{W - \Delta E_K}{W} \right  \%$
1	0.30	0,103	0,128	15,5
2	0.40	0,141	0,150	6,0
3	0.50	0,176	0,188	6,3
4	0.60	0,214	0,225	4,9
5	0.70	0,251	0,263	4,9

απουσίες

Τέλος, να σχολιάσετε συνοπτικά τις τιμές των αποκλίσεων που υπολογίσατε στην τελευταία στήλη του παραπάνω πίνακα.

Σχόλια- συμπεράσματα : Οι απουσίες είναι μικρές και οφείγονται στις τριβές . Αυξάνοντας το  $x$  οι τριβές πέφτουν .

## Περίληψη Θεωρίας

Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σώματος στο χώρο γίνεται με την επιλογή ενός συστήματος αναφοράς το οποίο συνήθως είναι το καρτεσιανό σύστημα στο οποίο οι τρεις άξονες είναι κάθετοι μεταξύ τους. Όταν ένα σώμα κινείται σε ευθύγραμμη τροχιά χρειαζόμαστε μόνο μια συνιστώσα του διανύσματος θέσης η οποία μεταβάλλεται με τον χρόνο. Μέση ταχύτητα ονομάζεται ο ρυθμός μεταβολής της θέσης με το χρόνο:

$$u = \Delta x / \Delta t$$

Ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας με τον χρόνο ονομάζεται μέση επιτάχυνση:

$$a = \Delta v / \Delta t$$

Η στιγμιαία ταχύτητα και επιτάχυνση λαμβάνονται για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Όταν έχουμε την εξίσωση κίνησης  $x(t)$  του κινητού μπορούμε να βρούμε την ταχύτητα και την επιτάχυνση του. Ενώ όταν έχουμε την επιτάχυνση του με το χρόνο  $a(t)$  μπορούμε να βρούμε την ταχύτητα και τη θέση του.

**Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη** λέγεται η κίνηση σε ευθεία τροχιά με σταθερή επιτάχυνση.

$$v = at, \quad x = 1/2 at^2, \quad v^2 = 2ax \quad (\text{από τις δύο πρώτες απαλείφουμε το } t)$$

Όταν ένα σώμα μετατοπίζεται από την άσκηση κάποιας δύναμης σε αυτό, παράγεται έργο.

$$W = F \cdot ds$$

### **Το θεώρημα μεταβολής κινητικής ενέργειας**

Το θεώρημα αποδεικνύεται με την χρήση του δευτέρου νόμου του Νεύτωνα

$$F = dp/dt = m \, du/dt$$

Και χρησιμοποιώντας την σχέση  $W = \int F \cdot ds$  έχουμε:

$$W = \int_a^b m u \, du = m \int_a^b u \, du$$

$$\Rightarrow W = 1/2 m u^2_b - 1/2 m u^2_a$$

Δεν έχει σημασία η διαδρομή που κάνει το σώμα μεταξύ της αρχικής και της τελικής θέσης.

Στο πείραμα ο δρομέας είναι ακίνητος και συνδέεται με βαρίδι  $m_b$  μήκους  $l$ .

Μόλις αφεθεί ελεύθερο το βαρίδι ο δρομέας κινείται υπό την επίδραση της τάσης του νήματος. Η αεροτροχιά συμβάλλει στην αντιστάθμιση του βάρους του δρομέα με αποτέλεσμα να μην υπάρχει τριβή. *Λίγη υπάρχει.*

$$m_b \cdot g - T = m_b \cdot a$$

$$T = m_\delta \cdot a \Rightarrow a = (m_b / (m_b + m_\delta)) g$$

### Παρατηρήσεις

Η επιτάχυνση  $a$  αναλόγως των μαζών  $m_b$  και  $m_\delta$  μπορεί να ρυθμιστεί από 0 έως  $g$ .