http://ekfe.chi.sch.gr

7^{η} - 8^{η} Συνάντηση

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

Πειράματα Φυσικής

- ✓ Υδροστατική Πίεση
- ✓ Οριζόντια Βολή
- ✓ Κεντρομόλος Δύναμη
- ✓ Υπολογισμός του g με χρήση φωτοπυλών
- ✓ Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου εντός Ομογενούς Ηλεκτρικού Πεδίου
- ✓ Ισορροπία Ροπών
- ✓ Μέτρηση Ροπής Αδράνειας Κυλίνδρου

Ανδρέας Καρακωνσταντής
Γιάννης Γαϊσίδης
Φυσικοί

- *Παρατηρώντας την εξίσωση της τροχιάς, ποιας μορφής εξίσωση ακολουθεί η τροχιά του σωματιδίου;*

- *Τι είδους τροχιά ακολουθεί το σωματίδιο όταν κινείται μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο;*

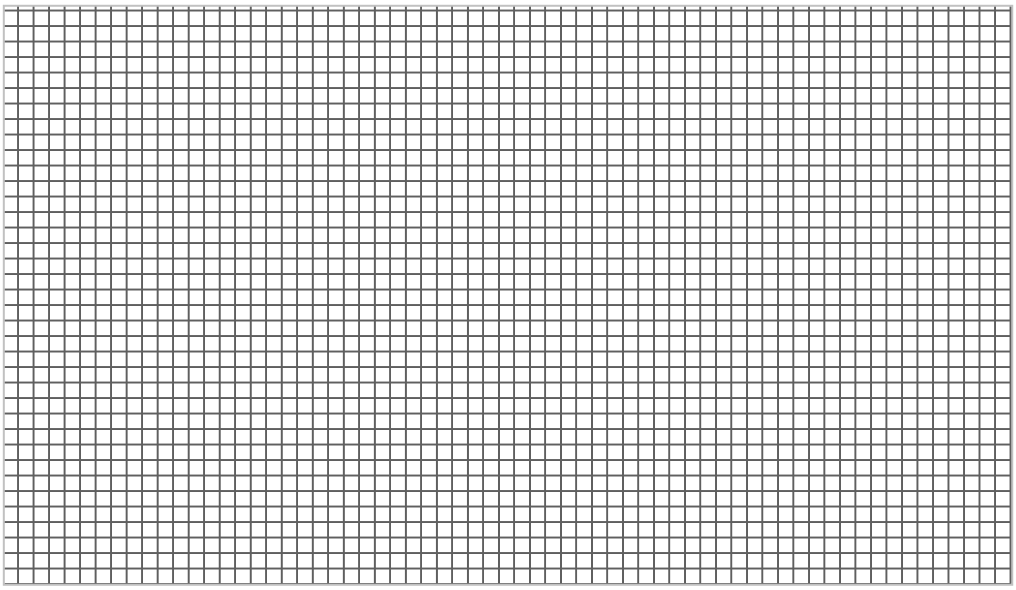
- *Με βάση το διάγραμμα που κατασκευάσατε, τι συμπέρασμα βγάζετε για τη σχέση απόκλισης – τάσης;*

ΒΗΜΑ 3^{ο}

Δίνουμε στην τάση τη σταθερή τιμή 2000V.
Δίνουμε διάφορες τιμές στην αρχική ταχύτητα του σωματιδίου και καταγράφουμε στον παρακάτω πίνακα τις αντίστοιχες αποκλίσεις:

Α/Α	**Αρχ. Ταχύτητα σε m/s**	**Απόκλιση σε m**
1	2	
2	4	
3	6	
4	8	
5	10	

Με τις τιμές του πίνακα κατασκευάζουμε διάγραμμα Αρχικής ταχύτητας - Απόκλισης



- *Πώς μεταβάλλεται η απόκλιση με την ταχύτητα;(Συμπληρώστε)*

1) *Όταν αυξάνεται η ταχύτητα, η απόκλιση*

2) *Όταν διπλασιάζεται η αρχική ταχύτητα, η απόκλιση*

- *Τι είδους καμπύλη είναι το διάγραμμα αρχ. Ταχύτητας – Απόκλισης;*

____

ΒΗΜΑ 4^{O}

Δίνουμε τις εξής τιμές στις παραμέτρους:

1. Αρχ. Ταχύτητα: 6m/s
2. Κατεύθυνση αρχ. Ταχύτητας: 30^{0}
3. Τάση: 3000V
4. Φορτίο: -10^{-3}C

Πατούμε το κουμπί «Εκτέλεση» και παρατηρούμε την τροχιά:

- *Γράψτε την εξίσωση της τροχιάς.*

____

- *Τι είδους τροχιά ακολουθεί το σωματίδιο;*

____

- *Ποια είναι η απόκλιση του σωματιδίου όταν βρίσκεται στη θέση όπου x=5m;*

____

____

<u>Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:</u>

I. *Κάνετε το φορτίο θετικό και δώστε στην κατεύθυνση της αρχ. Ταχύτητας την τιμή μηδέν. Πατήστε «Εκτέλεση». Εξηγήστε γιατί η φορά της δύναμης είναι αυτή που απεικονίζεται στην εφαρμογή.*

____

____

II. *Αφού πατήσετε το κουμπί της «Επαναρρύθμισης» και «Εξάλειψη Ίχνους», δώστε στην τάση την τιμή -3000V. Τι παρατηρείτε για τη φορά της δύναμης; Δώστε μία εξήγηση.*

____

____

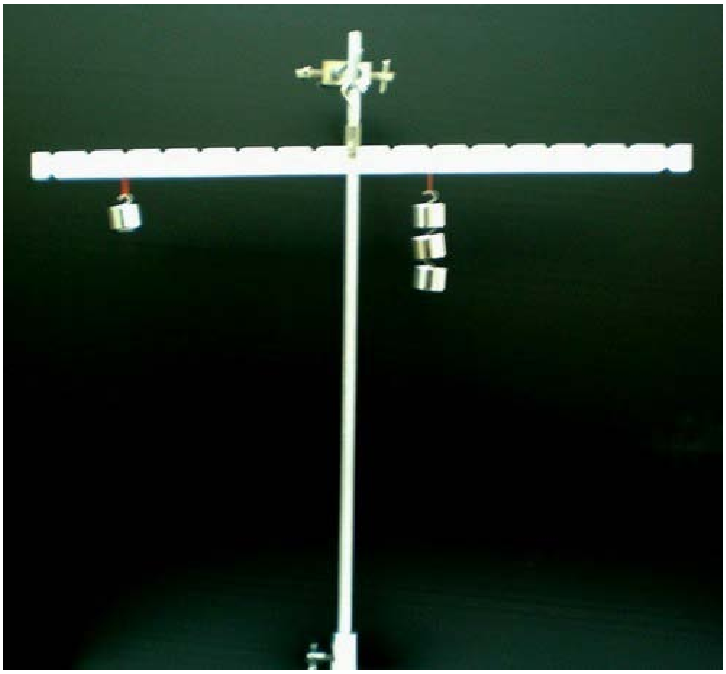
III. *Τι είδους κίνηση εκτελεί το σωματίδιο όταν εξέρχεται από το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο και γιατί;*

____

____

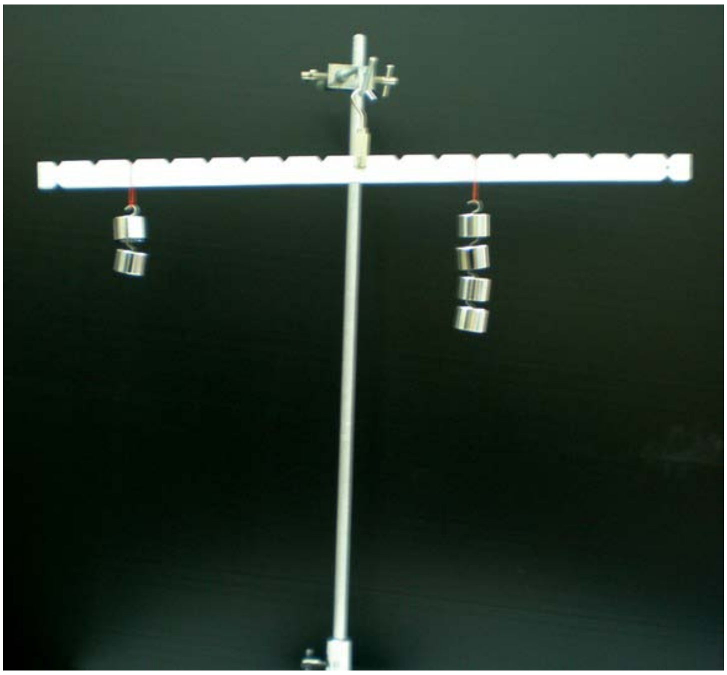
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΤΕΡΕΩΝ (ΘΕΩΡΗΜΑ ΡΟΠΩΝ)

<u>Εικόνα 1η</u>



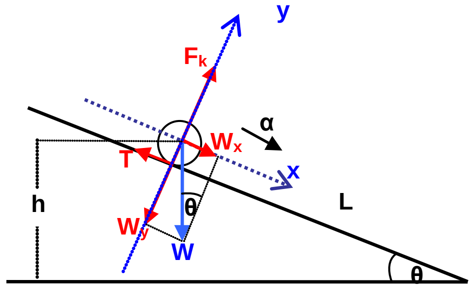
$$\tau = F \cdot \ell$$
$$\tau_1 = 1 \cdot 6 = 6$$
$$\tau_2 = 3 \cdot 2 = 6$$
$$\tau_1 - \tau_2 = 0 \Rightarrow \sum \vec{\tau} = 0$$

<u>Εικόνα 2η</u>



$$\tau = F \cdot \ell$$
$$\tau_1 = 2 \cdot 6 = 12$$
$$\tau_2 = 3 \cdot 4 = 12$$
$$\tau_1 - \tau_2 = 0 \Rightarrow \sum \vec{\tau} = 0$$

ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΟΠΗΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ



- $\sum \vec{F_x} = m \cdot \vec{\alpha} \Rightarrow W_x - T = m\alpha \Rightarrow$
- $mg\,\eta\mu\theta - T = m\alpha \quad (1)$ (T= στατική τριβή)
- $\sum \vec{\tau} = I \cdot \vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow T \cdot R = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \quad (2)$

! Υποθέτουμε ότι $I=mD^2$ (3) όπου D^2 έχει διαστάσεις μήκους στο τετράγωνο (π.χ. m^2).

Από (2) και (3) $\Rightarrow T \cdot R = mD^2 \alpha_{\gamma\omega\nu}$ (4)

Επειδή όμως $\alpha = \alpha_{\gamma\omega\nu} R \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \dfrac{\alpha}{R} \overset{(4)}{\Rightarrow} T = \dfrac{mD^2\alpha}{R^2} \quad (5)$

$$(1) \overset{(5)}{\Rightarrow} \quad mg\eta\mu\theta - \frac{mD^2\alpha}{R^2} = m\alpha \;\Rightarrow g\eta\mu\theta = \left(\frac{D^2}{R^2}+1\right)\cdot\alpha \;\Rightarrow\; g\frac{h}{L} = \left(\frac{D^2}{R^2}+1\right)\alpha \qquad (6)$$

Παρατηρούμε ότι η “γραμμική επιτάχυνση” α είναι ανάλογη του h αν L=σταθ. Άρα το διάγραμμα α-h θα είναι ευθεία γραμμή με κλίση

$$\kappa = \frac{\alpha}{h} \overset{(6)}{\Rightarrow} \frac{g}{L} = \left(\frac{D^2}{R^2}+1)\right)\cdot\kappa \;\Rightarrow\; \frac{D^2}{R^2} = \frac{g}{L\cdot\kappa} - 1 \qquad (7)$$

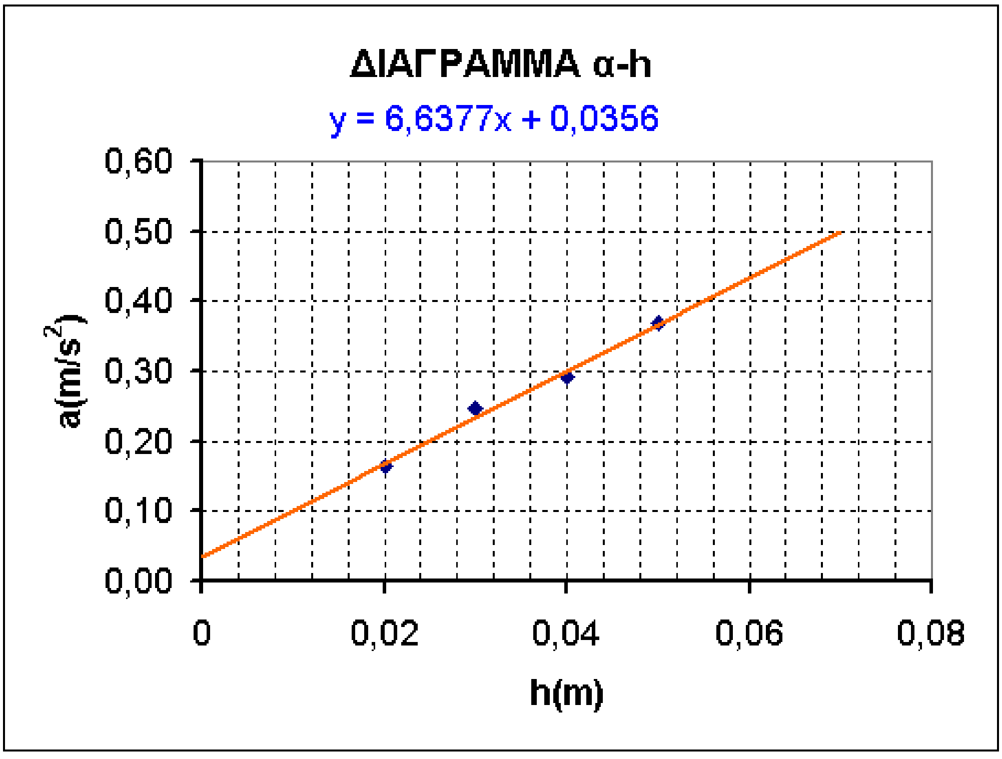
Από τη σχέση αυτή προσδιορίζεται* η D^2 και από την (3) η ροπή αδράνειας.

*Πειραματικά: για σταθερό L προσδιορίζεται η α βάσει του τύπου : $L = \dfrac{1}{2}\alpha \cdot t^2$ αφού μετρηθεί ο χρόνος καθόδου t. Η τιμή της Ι που θα βρούμε συγκρίνεται με την τιμή που προκύπτει από τον τύπο $I = \dfrac{mR^2}{2}$

Παρατήρηση: Από τις σχέσεις $I = mD^2$ και $I = \dfrac{1}{2}mR^2 = 0{,}5mR^2$ προκύπτει ότι $D^2 = 0{,}5R^2$. Άρα αν το πηλίκο $\dfrac{D^2}{R^2}$ προσεγγίζει την τιμή 0,5 το σφάλμα είναι μικρό.

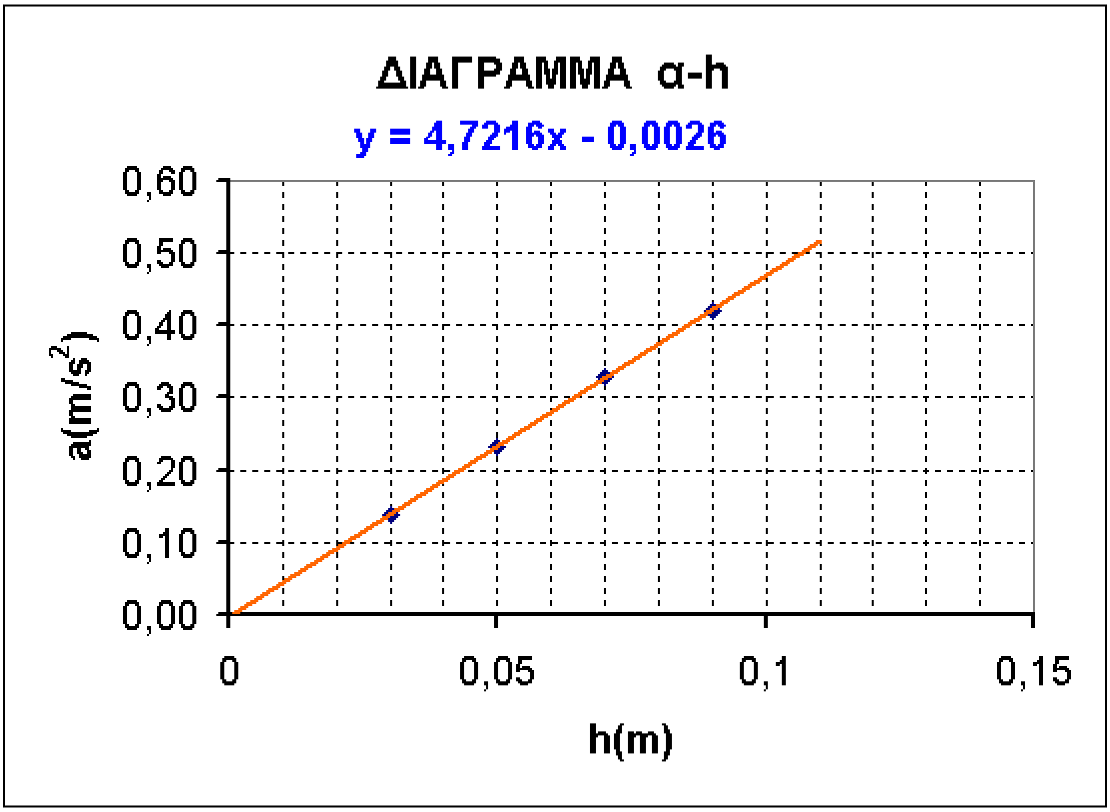
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Ροπή αδράνειας κυλίνδρου σε κεκλιμένο επίπεδο μήκους L=1m								
h(m)	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t(s)	t2(s2)	α(m/s2)
0,02	3,5	3,47	3,5	3,5	3,5	3,49	12,21	0,16
0,03	2,78	2,87	2,87	2,85	2,87	2,85	8,11	0,25
0,04	2,53	2,68	2,5	2,68	2,72	2,62	6,87	0,29
0,05	2,35	2,32	2,28	2,35	2,32	2,32	5,40	0,37
								#ΔΙΑΙΡ/0!



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ για L=1m				
ΚΛΙΣΗ		g/L*k	D^2/R^2	σφάλμα %
6,6377		1,48	0,48	4,4

Ροπή αδράνειας κυλίνδρου σε κεκλιμένο επίπεδο μήκους L=1,4m								
h(m)	t_1(s)	t_2(s)	t_3(s)	t_4(s)	t_5(s)	t(s)	$t^2(s^2)$	$\alpha(m/s^2)$
0,03	4,62	4,52	4,5	4,38	4,4	4,48	20,11	0,14
0,05	3,43	3,49	3,49	3,47	3,49	3,47	12,07	0,23
0,07	2,98	2,93	2,87	2,87	2,91	2,91	8,48	0,33
0,09	2,57	2,51	2,64	2,57	2,6	2,58	6,65	0,42
						#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ για L=1,4m				
ΚΛΙΣΗ		g/L*k	D2/R2	σφάλμα %
4,7216		1,48	0,48	3,2

ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ

Ροπή αδράνειας								
h(m)	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t(s)	t2(s2)	α(m/s2)

Ροπή αδράνειας								
h(m)	t1(s)	t2(s)	t3(s)	t4(s)	t5(s)	t(s)	t2(s2)	α(m/s2)

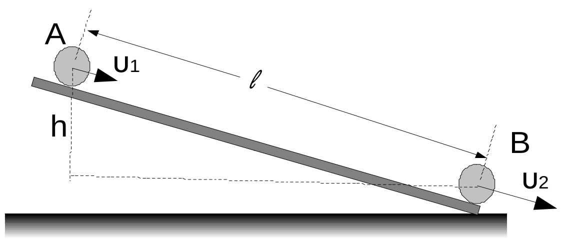
Ροπή αδράνειας								
h(m)	t_1(s)	t_2(s)	t_3(s)	t_4(s)	t_5(s)	t(s)	t^2(s^2)	α(m/s^2)

Γ΄Λυκείου
Θεωρητική & Τεχνολογική Κατεύθυνση

Άσκηση 4 του Εργαστηριακού Οδηγού Φυσικής

Προσδιορισμός της Ροπής Αδράνειας Κυλίνδρου με κύλιση σε Κεκλιμένο Επίπεδο Πολλαπλών Χρήσεων

Θεωρητική Ανάλυση της Μεθόδου



Ο κύλινδρος κυλίεται στο κεκλιμένο επίπεδο χωρίς να ολισθαίνει. Άρα ισχύει:

$\upsilon_1 = \omega_1 \cdot r$ και $\upsilon_2 = \omega_2 \cdot r$

όπου υ_1 και υ_2 οι μεταφορικές ταχύτητες στις θέσεις Α και Β αντίστοιχα και ω_1 και ω_2 οι γωνιακές ταχύτητες, ενώ r είναι η ακτίνα του κυλίνδρου.

Διατήρηση μηχανικής ενέργειας:

$$mgh + \frac{1}{2}m\upsilon_1^{\ 2} + \frac{1}{2}I\omega_1^{\ 2} = \frac{1}{2}m\upsilon_2^{\ 2} + \frac{1}{2}I\omega_2^{\ 2}$$

Θέτουμε $I = mD^2$ (D με διαστάσεις μήκους) και έχουμε:

$$mgh + \frac{1}{2}m\upsilon_1^{\ 2} + \frac{1}{2}mD^2\omega_1^{\ 2} = \frac{1}{2}m\upsilon_2^{\ 2} + \frac{1}{2}mD^2\omega_2^{\ 2} \Leftrightarrow gh = \frac{1}{2}(\upsilon_2^{\ 2} - \upsilon_1^{\ 2}) + \frac{1}{2}D^2(\omega_2^{\ 2} - \omega_2^{\ 2})$$

$$gh = \frac{1}{2}(\upsilon_2^{\ 2} - \upsilon_1^{\ 2}) + \frac{1}{2}D^2\left(\frac{\upsilon_2^{\ 2}}{r^2} - \frac{\upsilon_1^{\ 2}}{r^2}\right) \Leftrightarrow gh = \frac{\upsilon_2^{\ 2} - \upsilon_1^{\ 2}}{2}\left(1 + \frac{D^2}{r^2}\right)(1)$$

Αλλά $\upsilon_2^{\ 2} = \upsilon_1^{\ 2} + 2l\alpha \Leftrightarrow \upsilon_2^{\ 2} - \upsilon_1^{\ 2} = 2l\alpha$ (2)

Με αντικατάσταση της (2) στην (1):

$$gh = l\alpha\left(1 + \frac{D^2}{r^2}\right) \Leftrightarrow \alpha = \frac{g}{\left(1 + \frac{D^2}{r^2}\right)l}h \quad (3)$$

Από την (3) προκύπτει ότι η επιτάχυνση του κυλίνδρου είναι ανάλογη του h. Επομένως από την κλίση της καμπύλης α=f(h), που είναι $\kappa = \dfrac{g}{\left(1 + \frac{D^2}{r^2}\right)l}$, μπορούμε να υπολογίσουμε το D και κατόπιν την ροπή αδράνειας.

Άρα, στο πείραμά μας θα πρέπει να πάρουμε για διάφορες τιμές του h, τις τιμές της επιτάχυνσης α. Αυτό πραγματοποιείται μέσω μετρήσεων των χρόνων διέλευσης του κυλίνδρου από τις δύο φωτοπύλες (F1) , οπότε υπολογίζουμε τις ταχύτητες υ_1 και υ_2 , και του χρόνου t (F2) μεταξύ των σημείων Α και Β, οπότε με βάση τη σχέση $\alpha = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t}$, υπολογίζουμε την επιτάχυνση.

Εκτέλεση του Πειράματος

- Στερεώνουμε στον εργαστηριακό πάγκο με σφυγκτήρες τη διάταξη του κεκλιμένου επιπέδου πολλαπλών χρήσεων. Οριζοντιώνουμε το μεταλλικό επίπεδο κύλισης με τη βοήθεια αεροστάθμης.
- Μηδενίζουμε το ηλεκτρονικό μικρόμετρο που είναι ενσωματωμένο στη διάταξη.
- Μετράμε και καταγράφουμε το l. (l=AB=η απόσταση μεταξύ των δύο φωτοπυλών)
- Μετράμε και καταγράφουμε τη διάμετρο του κυλίνδρου (d)
- Δίνουμε κλίση στο επίπεδο κύλισης του κυλίνδρου. Με το ηλεκτρονικό μικρόμετρο μετράμε το Η (βλ. εικόνα του φυλλαδίου οδηγιών της συσκευής) και υπολογίζουμε το ημίτονο της γωνίας του κεκλιμένου επιπέδου: $\eta\mu\phi = \frac{H}{0{,}365}$
- Υπολογίζουμε το h: $h = l \cdot \eta\mu\phi = l \cdot \frac{H}{0{,}365}$ και καταγράφουμε την τιμή του.
- Θέτουμε τη συσκευή καταγραφής των χρόνων στη κλίμακα F1.Από την άνω άκρη του κεκλιμένου επιπέδου αφήνουμε να κυλίσει ο μεταλλικός κύλινδρος και καταγράφουμε τους δύο χρόνους, t_1 και t_2, διέλευσής του από τις φωτοπύλες. Από τις σχέσεις $\upsilon_1 = \frac{d}{t_1}$ και $\upsilon_2 = \frac{d}{t_2}$ υπολογίζουμε τις ταχύτητες στις θέσεις Α και Β.
- Επαναλαμβάνουμε την κίνηση του κυλίνδρου καταγράφοντας τώρα, στην κλίμακα F2, το χρόνο κύλισης t μεταξύ των δύο σημείων Α και Β.
- Από τη σχέση $a = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t}$ υπολογίζουμε την επιτάχυνση που αντιστοιχεί στην κλίση που δώσαμε στο επίπεδο κύλισης.
- Επαναλαμβάνουμε την ανωτέρω διαδικασία από το 5ο βήμα και πέρα και παίρνουμε πίνακα τιμών, την καμπύλη h-a