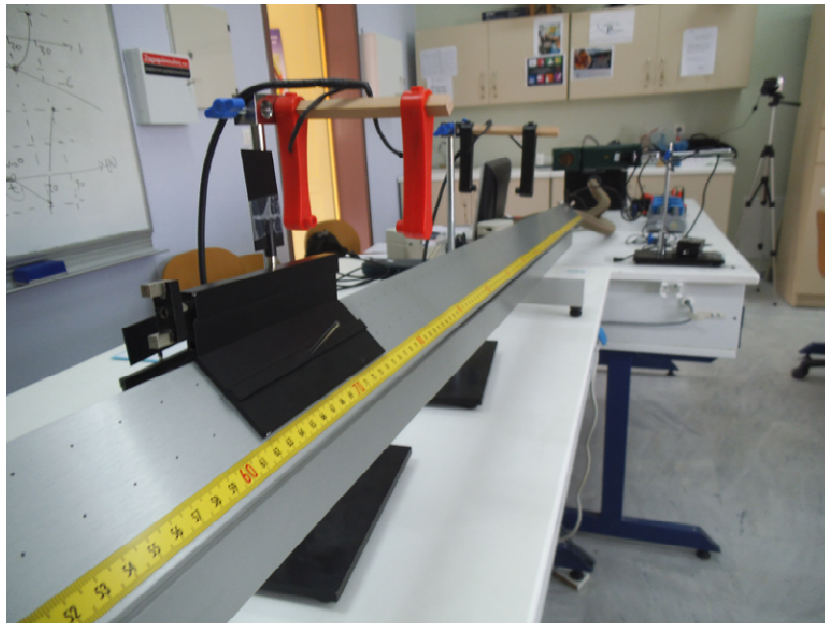


Πειράματα Μηχανικής με αεροδιάδρομο



**Φύττας Γεώργιος
Σφαέλος Ιωάννης**

**ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ
ΟΜΑΛΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ
ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΑΕΡΟΔΙΑΔΡΟΜΟ**



1. Θεωρητικό πλαίσιο

- Ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση ονομάζεται η κίνηση ενός σώματος σε ευθεία τροχιά κατά την οποία η ταχύτητα του σώματος αλλάζει το ίδιο στη μονάδα του χρόνου δηλαδή με σταθερό ρυθμό.

Οπότε $a = \Delta u / \Delta t = \text{σταθερό}$

Στην κίνηση αυτή διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

Αν $a > 0$, τότε $\Delta u / \Delta t > 0 \Leftrightarrow \Delta u > 0 (\Delta t > 0) \Leftrightarrow u - u_0 > 0 \Leftrightarrow u > u_0$

Άρα η ταχύτητα αυξάνεται.

Γι' αυτό και λέγεται ευθύγραμμη ομαλά **επιταχυνόμενη** κίνηση.

Αν $a < 0$, τότε $\Delta u / \Delta t < 0 \Leftrightarrow \Delta u < 0 (\Delta t > 0) \Leftrightarrow u - u_0 < 0 \Leftrightarrow u < u_0$

Άρα η ταχύτητα μειώνεται.

Γι' αυτό και λέγεται ευθύγραμμη ομαλά **επιβραδυνόμενη** κίνηση.

$$\text{Αν } \alpha=0, \text{ τότε } \Delta u/\Delta t=0 \Leftrightarrow \Delta u=0 \Leftrightarrow u = u_0$$

Άρα η ταχύτητα είναι σταθερή
(ευθύγραμμη ομαλή κίνηση).

Τύποι ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης:

$$U = U_0 + at \Leftrightarrow t = \frac{U-U_0}{a} \quad (1)$$

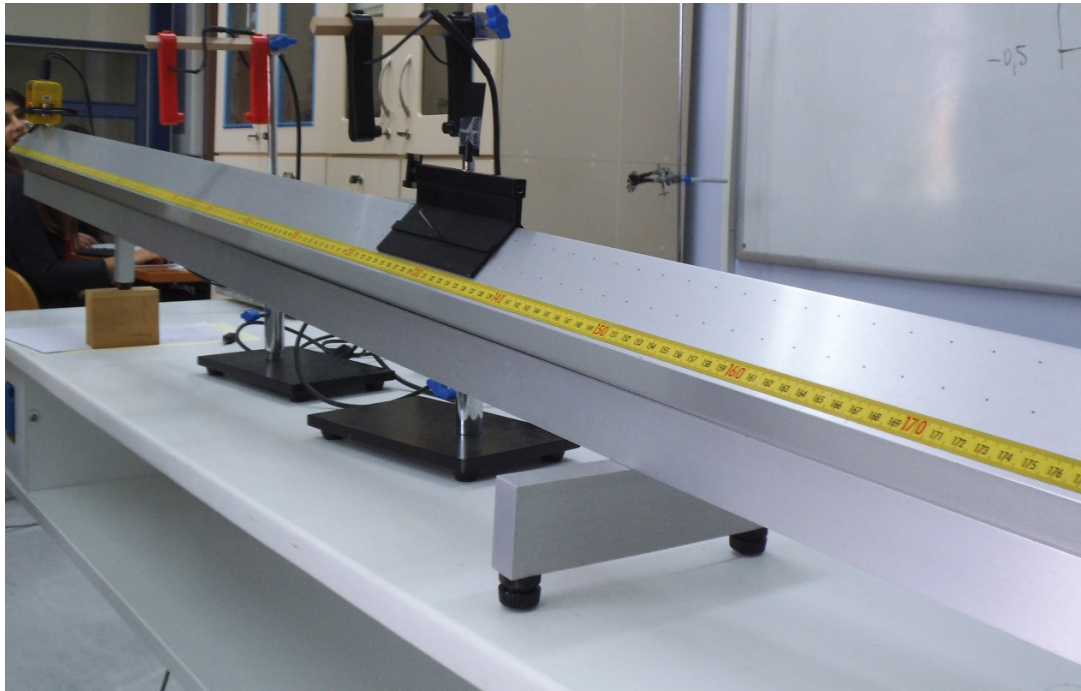
$$\Delta x = U_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

Κάνοντας αντικατάσταση της (1) στην (2)
πετυχαίνουμε την απαλοιφή του χρόνου και
προκύπτει ο τύπος:

$$\alpha = \frac{U^2 - U_0^2}{2\Delta x} \quad (3).$$

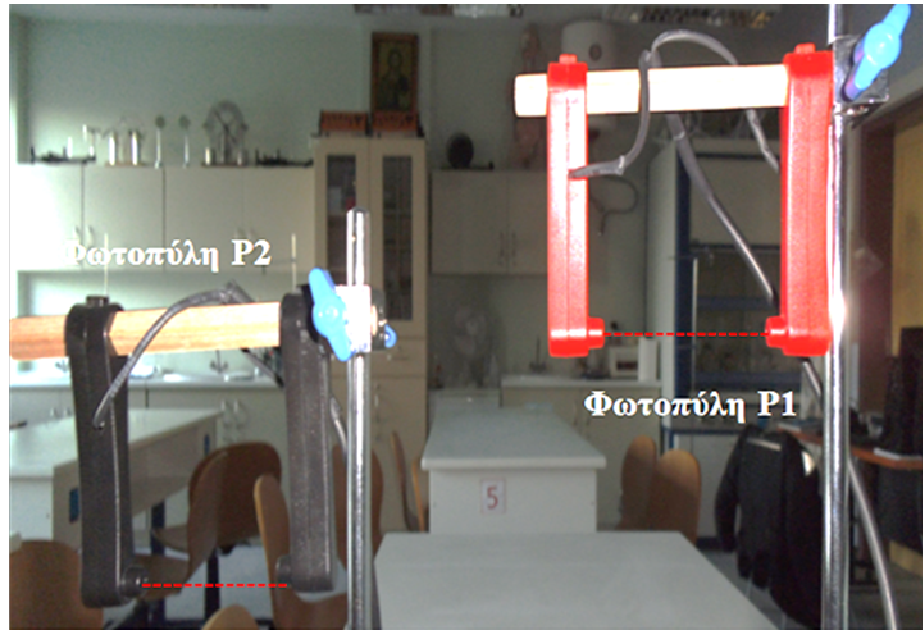
2. Υλικά που χρησιμοποιήσαμε:

- Αεροδιάδρομος: Κωδικός 432.100



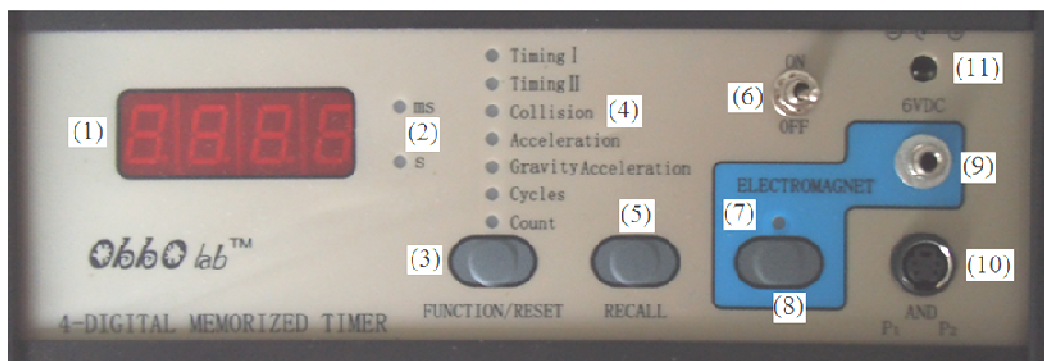
Ο αεροδιάδρομος με κλίση

- Συμπιεστής αέρα: Κωδικός 432.101
- Ζεύγος φωτοπυλών: MULTIRAMA ΑΕΒΕ



Το σύστημα των φωτοπυλών

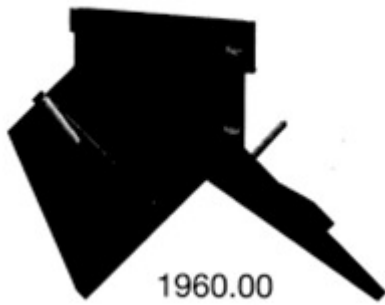
- Ψηφιακός Χρονομετρητής: MULTIRAMA ΑΕΒΕ



Το σύστημα του ηλεκτρονικού χρονομετρητή με τα κουμπιά

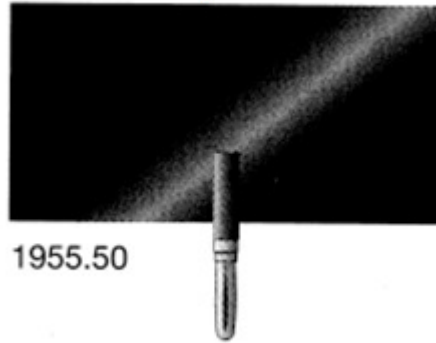
- Λοιπά παρελκόμενα αεροδιαδρόμου:

ιπέας



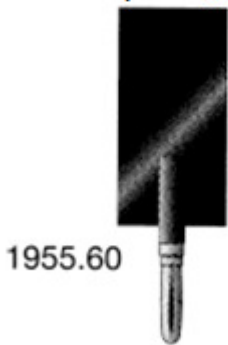
1960.00

πέτασμα 10cm



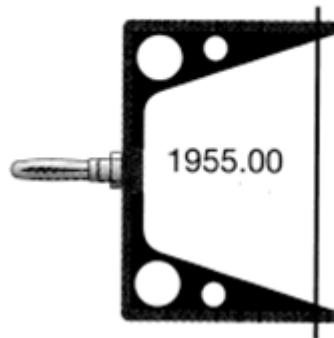
1955.50

πέτασμα 2,5cm

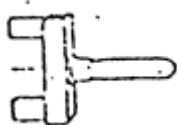
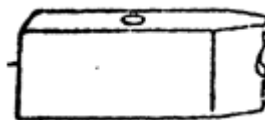
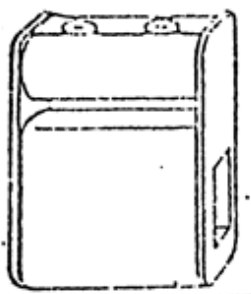


1955.60

ανακλαστήρας
εκτόξευσης



1955.00



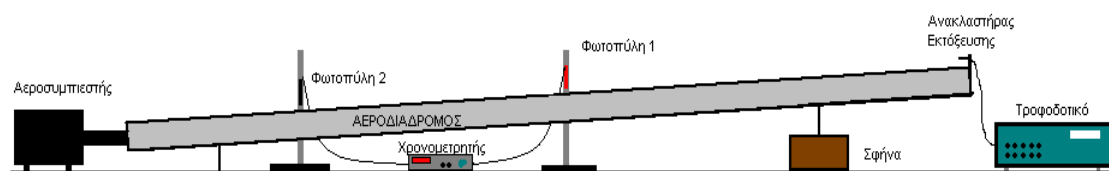
πηνίο 400 σπειρών
οπλισμός

πυρήνας

3.Συναρμολόγηση διάταξης

Πείραμα 1^ο

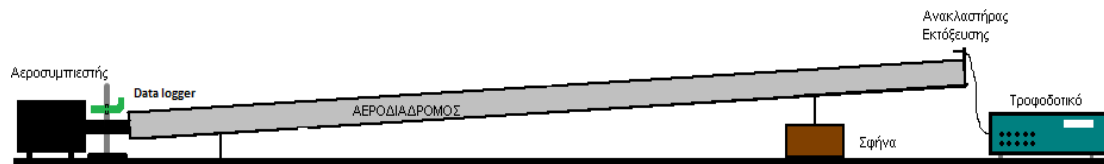
Για το πρώτο πείραμα τοποθετήσαμε το διάδρομο υπό κλίση χρησιμοποιώντας την σφήνα και συνδέσαμε τον αεροσυμπιεστή στην κατάλληλη υποδοχή. Συνδέσαμε ακόμη ένα πηνίο με μαγνήτη με το τροφοδοτικό και το τοποθετήσαμε στην κορυφή της διάταξης ώστε να συγκρατεί τον ιππέα. Σε αυτό το πείραμα χρησιμοποιήσαμε το ζεύγος φωτοπυλών και τον ψηφιακό χρονομετρητή. Πήραμε πολλές μετρήσεις, καθεμία με διαφορετική απόσταση μεταξύ των φωτοπυλών.



Πείραμα 2^ο

Στο δεύτερο πείραμα η διάταξη ήταν παρόμοια με αυτήν στο πρώτο. Βασική διαφορά είναι ότι αντί για φωτοπύλες χρησιμοποιήσαμε το data logger, το οποίο τοποθετήσαμε στο κάτω

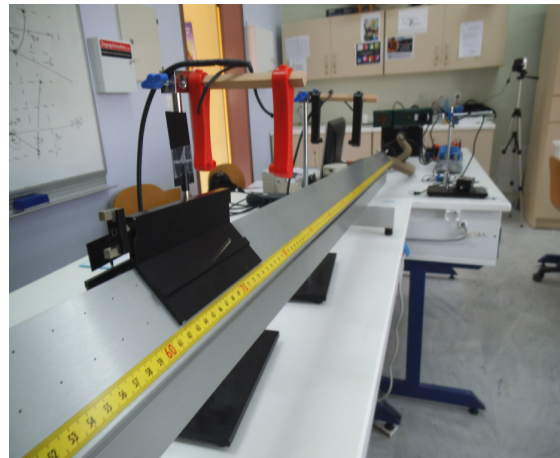
μέρος του αεροδιαδρόμου και συνδέσαμε με τον υπολογιστή.



4. Η Εκτέλεση των Πειραμάτων

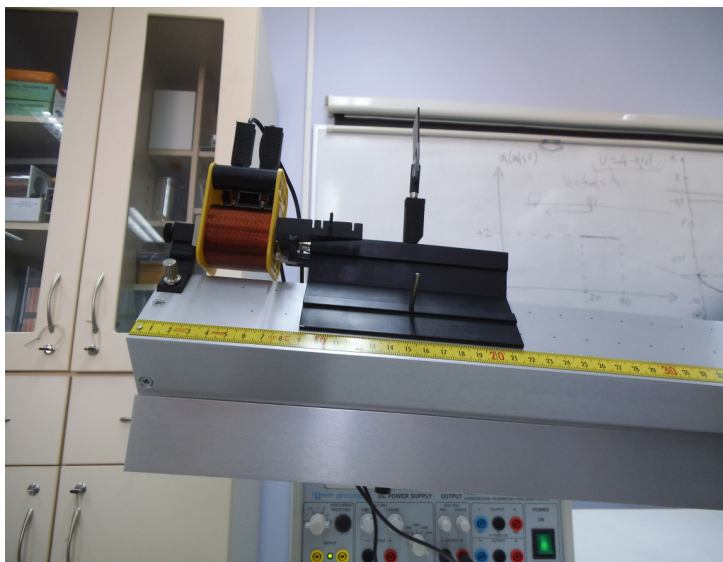
Πείραμα 1^ο

Αφού τοποθετήσαμε τις φωτοπύλες και καταγράψαμε την μεταξύ τους απόσταση, θέσαμε σε λειτουργία το τροφοδοτικό ώστε ο ιππέας να συγκρατείται



στην κορυφή της διάταξης. Ρυθμίσαμε τον χρονομετρητή στο timing 1 και τον μηδενίσαμε. Όταν όλα ήταν έτοιμα κλείσαμε το τροφοδοτικό και ο ιππέας εξαιτίας της οριζόντιας συνισταμένης του βάρους ως προς τον αεροδιάδρομο άρχισε να κινείται. Όταν ο ιππέας με το πέτασμα πέρασε μέσα από την

κάθε φωτοπύλη αυτή μέτρησε τον χρόνο σκίασης, δηλαδή τον χρόνο που χρειάστηκε το πέτασμα για να διέλθει μέσα από αυτήν. Καταγράψαμε αυτούς του χρόνους και φτιάξαμε τον σχετικό πίνακα. Επαναλάβαμε το πείραμα πολλές φορές, κάθε φορά με διαφορετική απόσταση των φωτοπυλών.



Σύστημα εκτόξευσης του ιπέα

Πείραμα 2ο

Όπως και στο πρώτο πείραμα αφήσαμε τον ιπέα από την κορυφή της διάταξης κλείνοντας το τροφοδοτικό. Ο ιπέας κινήθηκε προς την άλλη άκρη του αεροδιαδρόμου και όταν έφτασε εκεί έγινε

κρούση με ένα μεταλλικό αντικείμενο που είχε ως αποτέλεσμα ο ιππέας να αλλάξει φορά και να αρχίσει την άνοδο. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος το data logger κατέγραφε την θέση και την ταχύτητα του ιππέα.

5.Επεξεργασία Δεδομένων

Καταγράφοντας τα δεδομένα από τις φωτοπύλες (1^ο πείραμα) και από το data logger (2^ο πείραμα) συμπληρώσαμε τους ανάλογους πίνακες και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας το Microsoft Excel 2010 κατασκευάσαμε τα διαγράμματα θέσης-χρόνου και ταχύτητας-χρόνου για κάθε πείραμα χωριστά.

Οι Μετρήσεις Πείραμα 1^ο

1^{ος} Πίνακας

Στον πρώτο πίνακα περιέχονται όλες οι μετρήσεις που έγιναν για το πρώτο πείραμα καθώς και οι ταχύτητες που υπολογίστηκαν από τους τύπους της κινηματικής.

Δx (cm)	Δt_1 (msec)	Δt_2 (msec)	V_1 (cm/msec)	V_2 (cm/msec)
40	32,61	26,98	0,1533	0,1853
40	32,86	27,23	0,1530	0,1836
35	32,56	27,50	0,1536	0,1818
35	32,85	27,64	0,1522	0.1810
60	9,172	25,98	0,5451	0,1925
60	9,264	25,99	0,5398	0,1924
30	9,126	28,88	0,5479	0,1731
30	9,225	27,10	0,5420	0,1845
20	9,439	8,250	0,5298	0,6060
20	9,434	8,220	0,5300	0,6082

1. Δx η απόσταση μεταξύ των φωτοκυλών.
2. Δt ο χρόνος σκίασης.
3. $V=d/\Delta t$ όπου d (Μήκος πετάσματος)=5cm.

2^{ος} Πίνακας

Στον δεύτερο πίνακα περιέχονται μόνο οι μετρήσεις για αποστάσεις 40 και 35 εκατοστών μεταξύ των φωτοκυλών καθώς και η επιτάχυνση του ιππέα για αυτές τις μετατοπίσεις, η οποία βρέθηκε από τον τύπο (3).

Δx (cm)	Δt_1 (ms)	Δt_2 (ms)	V_1 (cm/ms)	V_2 (cm/ms)	α (cm/ms ²)x10 ⁻⁵
40	32,61	26,98	0,1533	0,1853	27
40	32,86	27,23	0,1530	0,1836	26
35	32,56	27,50	0,1536	0,1818	27
35	32,85	27,64	0,1522	0.1810	27

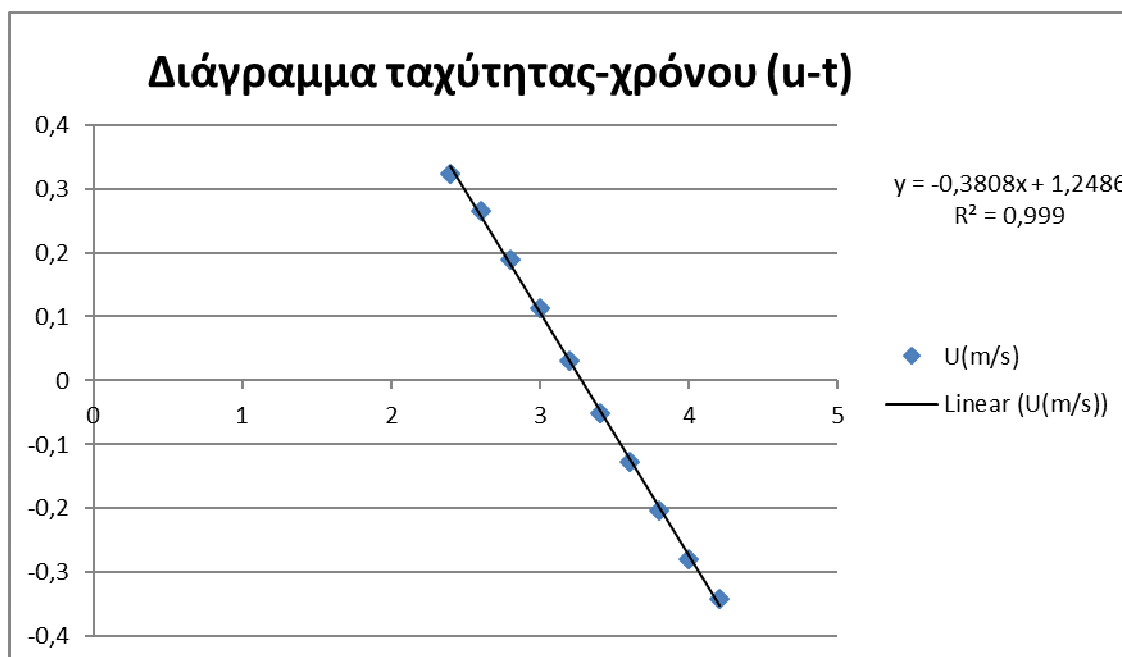
Πείραμα 2^ο

Σε αυτόν τον πίνακα υπάρχουν τα δεδομένα που μας παρείχε το data logger για το δεύτερο πείραμα για το χρονικό διάστημα $\Delta t=4,2-2,4s$.

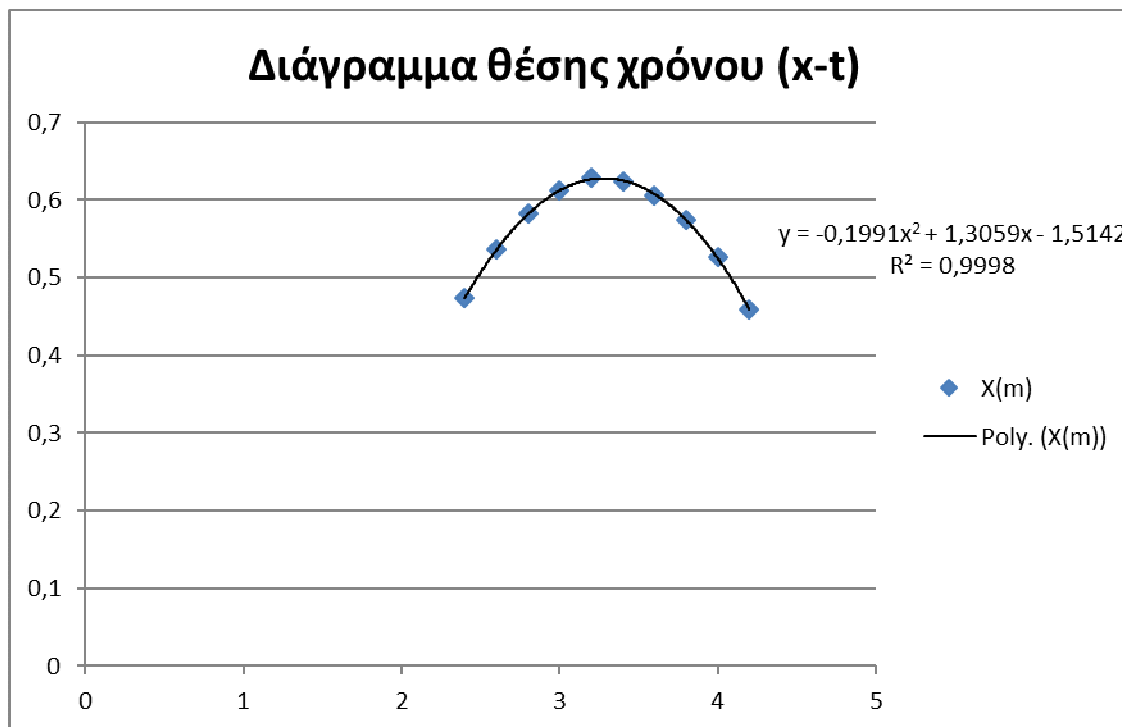
t(s)	X(m)	U(m/s)
2,4	0,473	0,323
2,6	0,536	0,266
2,8	0,582	0,190
3,0	0,612	0,113
3,2	0,628	0,030
3,4	0,624	-0,051
3,6	0,606	-0,127
3,8	0,574	-0,203
4,0	0,526	-0,279
4,2	0,459	-0,342

Τα Διαγράμματα

Τα παρακάτω διαγράμματα αφορούν το 2^ο πείραμα.



Διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου. Στον κατακόρυφο άξονα η ταχύτητα και στον οριζόντιο ο χρόνος.



Διάγραμμα θέσης-χρόνου. Στον κατακόρυφο άξονα η θέση και στον οριζόντιο ο χρόνος.

7.Συμπεράσματα

Από τον δεύτερο πίνακα του πρώτου πειράματος παρατηρούμε ότι επιτάχυνση του ιππέα κατά την κάθοδο παραμένει σταθερή και είναι ανεξάρτητη του χρόνου ή της θέσης του. Αυτό επιβεβαιώνει την υπόθεση μας ότι η κίνηση είναι ομαλά μεταβαλλόμενη και μάλιστα ομαλά επιταχυνόμενη καθώς σε κάθε περίπτωση $V_2 > V_1$. Το συμπέρασμα αυτό είναι απολύτως λογικό καθώς η επιτάχυνση είναι

ίση με τον λόγο της συνισταμένης των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα προς την μάζα του σώματος. και η συνισταμένη των δυνάμεων σε αυτήν την περίπτωση είναι η παράλληλη προς τον αεροδιάδρομο συνιστώσα του βάρους η οποία παραμένει σταθερή.

Από το διάγραμμα ταχύτητας χρόνου του δεύτερου πειράματος είναι εύκολο να βρούμε την στιγμιαία επιτάχυνση μέσω της κλίσης. Όμως, επειδή προκύπτει ευθεία η κλίση είναι σταθερή, συνεπώς και η επιτάχυνση είναι σταθερή. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως η κίνηση είναι ομαλά μεταβαλλόμενη.

Ένα επιπλέον συμπέρασμα που γίνεται αντιληπτό από το διάγραμμα θέσης χρόνου του δεύτερου πειράματος είναι ότι στην κορυφή της καμπύλης αντιστοιχεί η χρονική στιγμή της κρούσης του ιππέα με την άκρη του αεροδιαδρόμου και η αλλαγή της φοράς της ταχύτητας του.

8.Μελλοντική επέκταση

Μελλοντικά θα μπορούσαμε να μελετήσουμε την κίνηση στον κεκλιμένο αεροδιάδρομο και με άλλους τρόπους (π.χ. μέθοδος της χαρτοταινίας που προσαρμόζεται σε χρονομετρητή με καρμπόν) και να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα. Έτσι θα επιβεβαιώναμε την ορθότητα της πειραματικής διαδικασίας και θα εντοπίζαμε σημεία απ' όπου πιθανότατα πηγάζουν σφάλματα.

Στο μέλλον θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αυτήν την πειραματική διαδικασία και για να βρούμε πειραματικά την επιτάχυνση της βαρύτητας και να επαληθεύσουμε τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα. Ακόμη χρησιμοποιώντας τον αεροδιάδρομο για κρούσεις μεταξύ σωμάτων θα ήταν δυνατό να επιβεβαιώσουμε την αρχή διατήρησης της ορμής και την αρχή διατήρησης της κινητικής ενέργειας.

**Η ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΡΟΥΣΕΩΝ
ΣΤΟΝ ΑΕΡΟΔΙΑΔΡΟΜΟ**

1.ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Οι Έννοιες που θα συναντήσουμε:

- 1.Κρούση: Είναι η ελαστική ή ανελαστική σύγκρουση μεταξύ δυο σωμάτων. Ειδική περίπτωση της ανελαστικής είναι η πλαστική κατά την οποία μετά την σύγκρουση δημιουργείται συσσωμάτωμα
- 2.Αρχή της διατήρησης της κινητικής ενέργειας (Α.Δ.Κ.Ε): Προκύπτει από την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας(Α.Δ.Μ.Ε) παίρνοντας ως επίπεδο αναφοράς τον αεροδιάδρομο άρα αφού $U_1=U_2 \Rightarrow K_1=K_2$
- 3.Ορμή: Είναι διανυσματικό μέγεθος που ισούται με το γινόμενο της μάζας επί τη στιγμιαία ταχύτητα

4. Αρχή της διατήρησης της ορμής(Α.Δ.Ο):
 Ισχυει σε μονομενα συστήματα($\Sigma F_{εξ}=0$)
 και $P_{αρχ}=P_{τελ}$.

2.Τα πειράματά μας

Πειραματική διαδικασία 1

Στο 1ο πείραμα μελετήσαμε την ελαστική κρούση 2 ομοβαρών σωμάτων . Από τις μετρήσεις που πήραμε πριν την κρούση υπολογίσαμε την ορμή κάθε σώματος ώστε να την συγκρίνουμε με αυτή μετά την ελαστική κρούση. Παρατηρήσαμε αφού συγκρίναμε τα δεδομένα ότι η συνολική ορμή του συστήματος παρέμεινε σταθερή. Αυτό το πείραμα μας βοήθησε να κατανοήσουμε καλύτερα την αρχή της διατήρησης της ορμής αφού το θεωρητικό υπόβαθρο που είχαμε επιβεβαιώθηκε και πειραματικά. Τα 2 σώματα έτσι αφού αλληλεπίδρασαν στιγμιαία το ένα με το άλλο χάρη στο έλασμα που είχε το ένα από αυτά άλλαξαν φορά κίνησης στον αεροδιάδρομο. Με τη βοήθεια των 2

φωτοφυλών έτσι πήραμε με ακρίβεια τις μετρήσεις που μας οδήγησαν στην εξαγωγή των συμπερασμάτων μας.

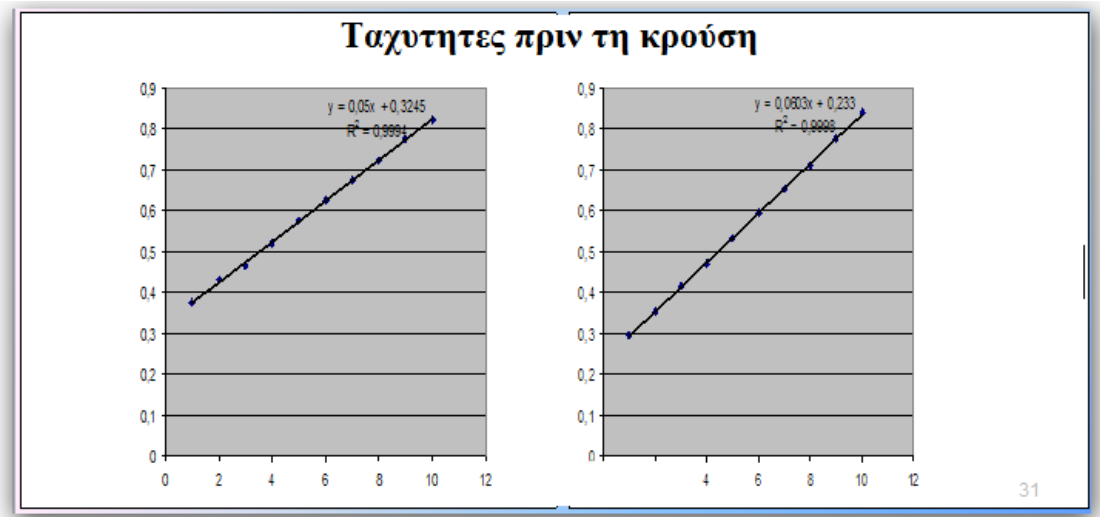
Πειραματική διαδικασία 2

Το 2ο πείραμα αναφέρεται στην πλαστική κρούση μεταξύ των 2 ιππέων στην οποία γίνονται συσσωμάτωμα, πράγμα που επετεύχθη με τα σκρατς . Η εξαγωγή των συμπερασμάτων έγινε με όμοιο τρόπο με την ελαστική κρούση μετά από διαδοχικές μετρήσεις της ορμής του συστήματος πριν και μετά την σύγκρουση. Αφού τα 2 σώματα μετά την αρχική αντίρροπη κίνηση τους έγιναν 1 είδαμε αφενός ότι μειώθηκε η ταχύτητά τους άλλα η ορμή παρέμεινε πάλι σταθερή. Καταλήξαμε έτσι πως αυτό ήταν λογικό αφού η συνολική μάζα αυξήθηκε. Αναρωτηθήκαμε στη συνέχεια γιατί κινήθηκε προς την μια κατεύθυνση και δεν έμεινε ακίνητο το συσσωμάτωμα. Ξαναμελετήσαμε λοιπόν τις

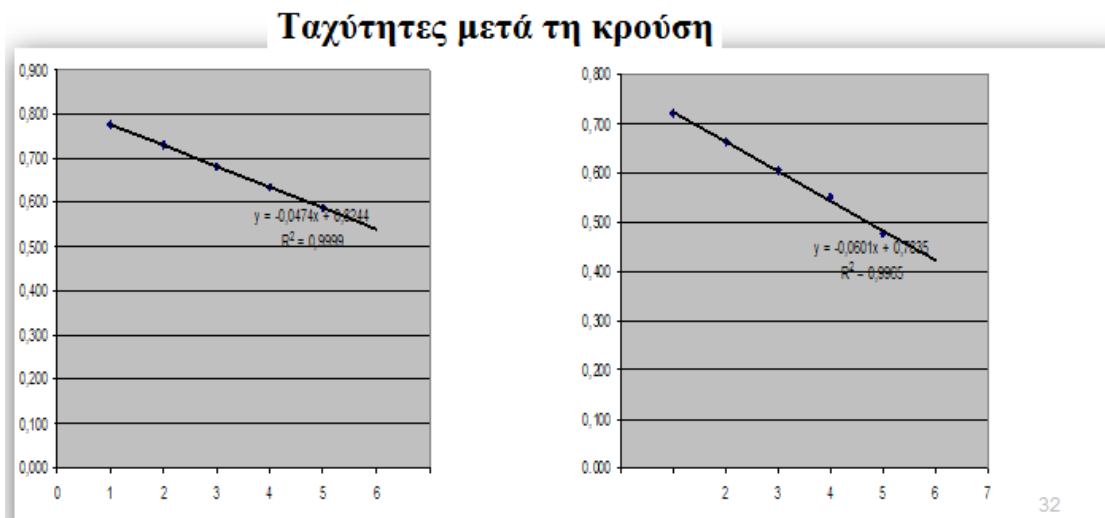
μετρήσεις μας και διαπιστώσαμε ότι η κίνηση έγινε προς την φορά κίνησης του σώματος με την μεγαλύτερη ορμή πριν την κρούση πράγμα που αιτιολογεί τη διατήρηση της .

Στη συνέχεια παραθέτουμε τα διαγράμματα 1 & 2 απο τα οποία υπολογίσαμε τις ταχύτητες των ιππέων πριν ακι μετά τη κρούση

Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 2



Τα διαγράμματα 1&2 αποδίδουν τη σχέση θέσης – χρόνου. Η κλίση των αντίστοιχων ευθειών παριστάνει τη ταχύτητα του ιππέα.

3.Οι υπολογισμοί μας

Πείραμα 1

Η αρχική και η τελική ορμή του συστήματος των δυο ιππέων:

$$P_{ολ(πριν)} = m_1 \cdot u_1 - m_2 \cdot u_2 = 24 \times 10^{-3} \text{ Kg} \cdot \text{m} / \text{s}$$

$$P_{ολ(μετά)} = -m_1 \cdot u_1' + m_2 \cdot u_2' = 26 \times 10^{-3} \text{ Kg} \cdot \text{m} / \text{s}$$

Η αρχική και η τελική κινητική ενέργεια του συστήματος των δυο ιππέων:

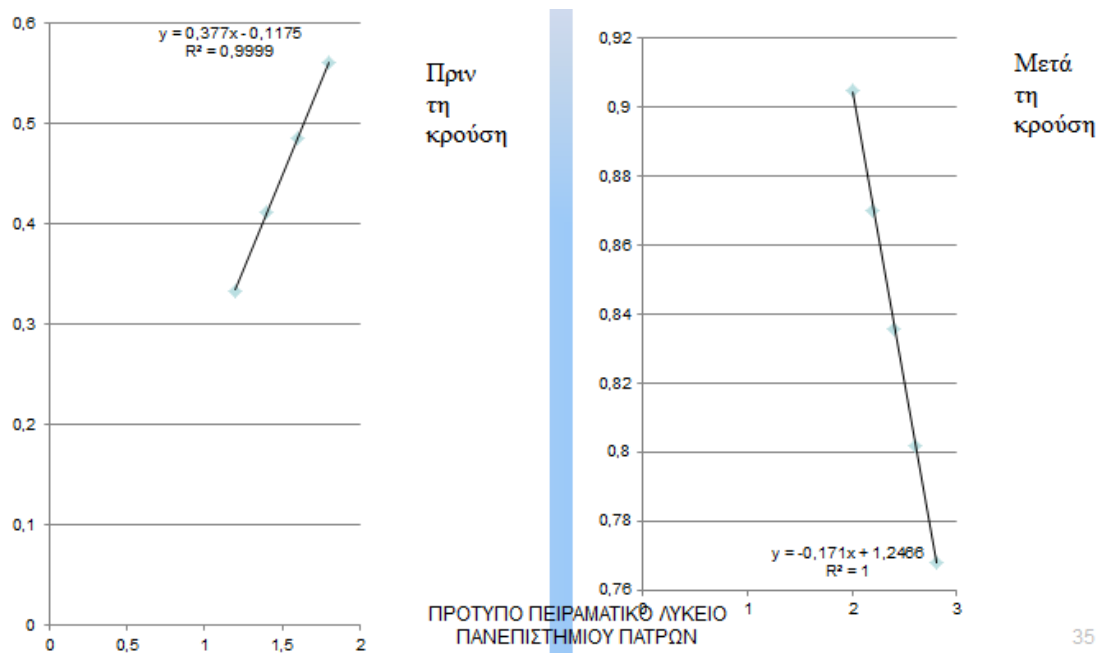
$$K_{ολ(πριν)} = \frac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2 = 6 \times 10^{-4} \text{ J}$$

$$K_{ολ(μετά)} = \frac{1}{2} m_1 \cdot u_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot u_2'^2 = 6 \times 10^{-4} \text{ J}$$

Πείραμα 2

Προέκυψαν τα Διαγράμματα 3 θέσης χρόνου για τους δυο ιπείς πριν και μετά τη κρούση:

Διάγραμμα 3



Στη συνέχεια έγινε ο υπολογισμός της αρχικής και τελικής ορμής του συστήματος όπως και των αντίστοιχων κινητικών ενεργειών

$$P_{ολ(πριν)} = m_1 \cdot u_1 - m_2 \cdot u_2 = 71 \times 10^{-3} \text{ Kg} \cdot \text{m} / \text{s}$$

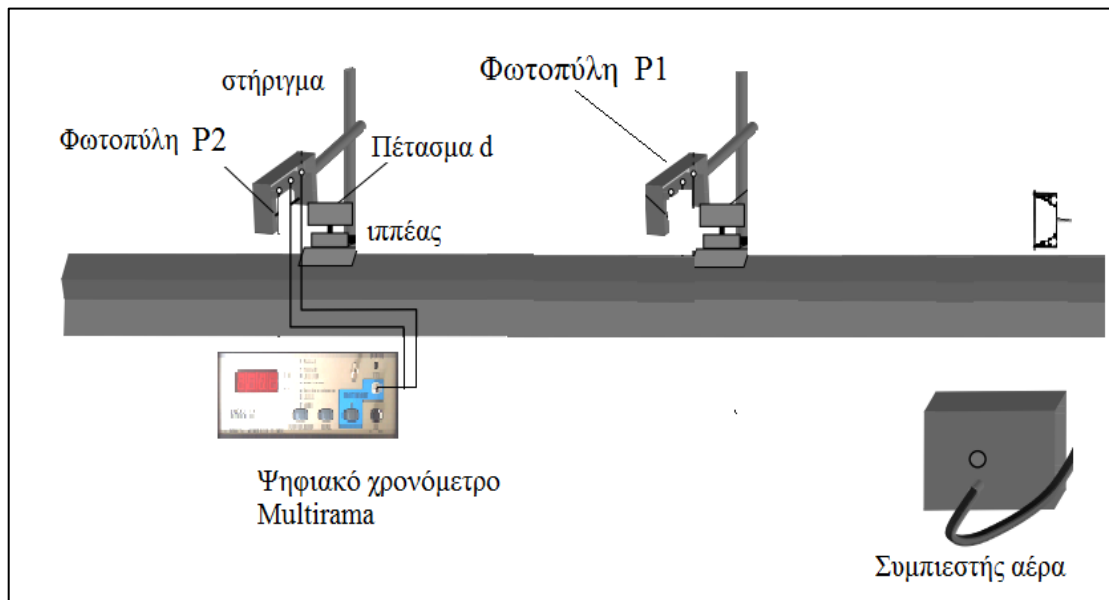
$$P_{ολ(μετά)} = (m_1 + m_2) \cdot u_{\sigma} = 69 \times 10^{-3} \text{ Kg} \cdot \text{m} / \text{s}$$

$$K_{ολ(πριν)} = \frac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2 = 13.5 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$K_{ολ(μετά)} = \frac{1}{2} m_1 \cdot u_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot u_2'^2 = 5 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\Delta K = K_{πριν} - K_{μετά} = 8.5 \times 10^{-3} \text{ J}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΑΕΡΟΔΙΑΔΡΟΜΟ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΦΩΤΟΠΥΛΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟΥ



1. Το Θεωρητικό Πλαίσιο

Γνωρίζουμε πως η μετατόπιση και η ταχύτητα είναι διανυσματικά μεγέθη. Η σχέση που δίνει την ταχύτητα στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση είναι:

$$v = \Delta x / \Delta t \quad (1)$$

όπου η ταχύτητα v είναι σταθερή, με αποτέλεσμα σε ίσους χρόνους να διανύονται ίσες μετατοπίσεις.

Με την εξίσωση (1), μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα ενός σώματος. Χρησιμοποιείται δε συχνά και ως ορισμός της ίδιας της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Από την εξίσωση ορισμού της ταχύτητας προκύπτει ότι η μετατόπιση Δx είναι :

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \quad (2)$$

Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας στο διεθνές σύστημα S.I είναι το m/s.

Οι νόμοι της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης

Α.Νόμος ταχύτητας της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης

Η μεταβολή της ταχύτητας (Δv) ενός σώματος, που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, μεταξύ δύο τυχαίων θέσεων (μιας αρχικής και μιας τελικής), ισούται με το μηδέν (ακριβέστερα με το μηδενικό διάνυσμα $\mathbf{0}$). Ισοδύναμα, μπορούμε να πούμε ότι η ταχύτητα (v) παραμένει σταθερή (κατά μέτρο, διεύθυνση και φορά). Δηλαδή (η ταχύτητα) δεν μεταβάλλεται χρονικά, ή αλλιώς δεν αλλάζει από την μια χρονική στιγμή στην άλλη.

Β.Νόμος μετατόπισης της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης

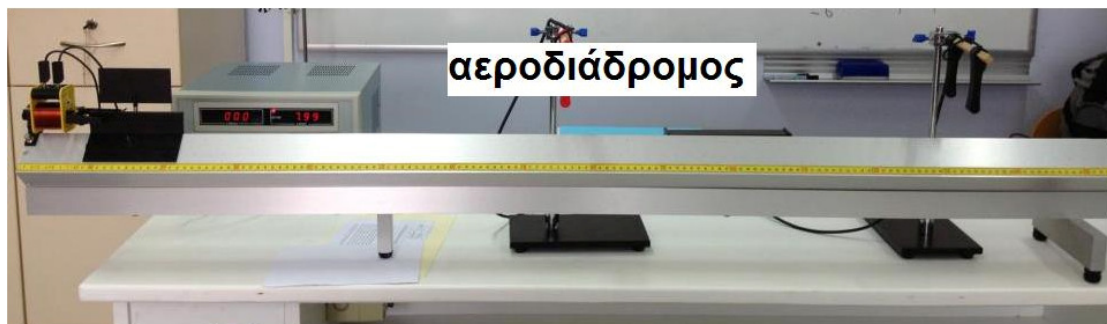
Η μετατόπιση (Δx) ενός σώματος, που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, μεταξύ δύο τυχαίων θέσεων (μίας αρχικής και μιας τελικής), ισούται με το γινόμενο της ταχύτητας (v) του σώματος επί το χρόνο (Δt) κατά τον οποίο έγινε η μεταβολή (Εξ. 2).

Σημειώνεται ότι η ποσότητα (Δt) εκφράζει χρονική διάρκεια (Δt) Μονάδων Χρόνου, ενώ η μεταβλητή t εκφράζει τη χρονική στιγμή που χαρακτηρίζεται από την παρέλευση t μονάδων χρόνου από τη στιγμή μέτρησης του χρόνου.

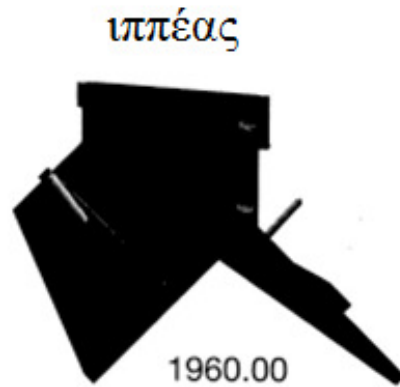
2. Τα υλικά που χρησιμοποιήσαμε

Τα υλικά που χρειαστήκαν για την διεξαγωγή των πειραμάτων είναι τα ακόλουθα :

1. Το βασικότερο όλων ο **αεροδιάδρομος** και ο **ιπέας**



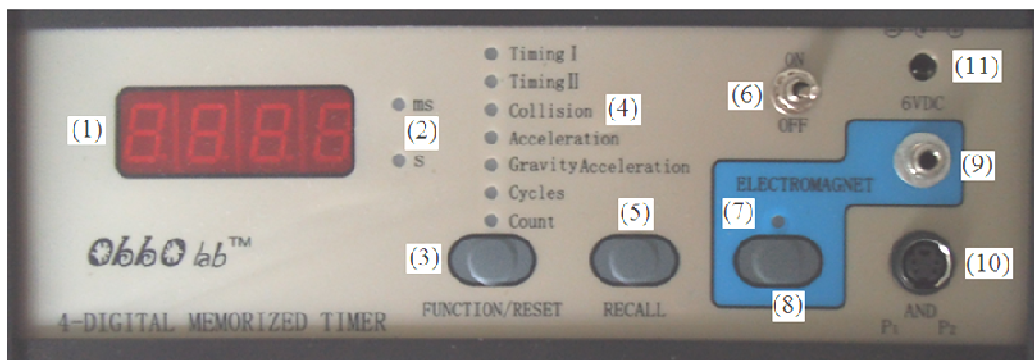
Το μοντέλο αεροδιαδρόμου της UNILAB



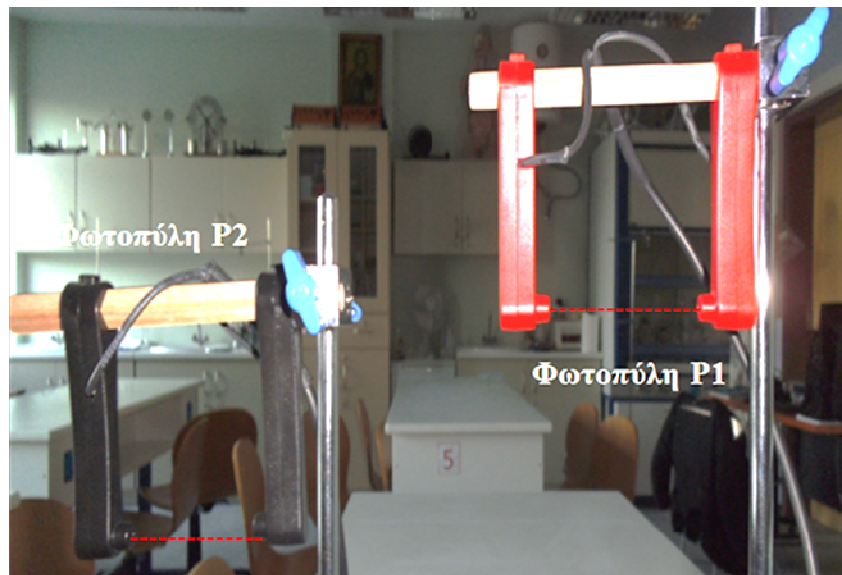
Ο ιπέας απο τα παρελκόμενα

2. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του ψηφιακού **χρονομετρητή** και με ένα ζεύγος **φωτοπύλες**.

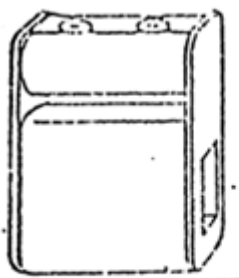
ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΤΗΣ



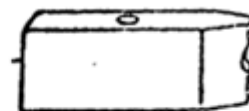
ΤΟ ΖΕΥΓΟΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΠΥΛΩΝ



4. Ο μηχανισμός εκτόξευσης του ιππέα αποτελείται από τον **οπλισμό**, το **πυρήνα** με το **πηνίο** που είναι συνδεδεμένο με ένα **τροφοδοτικό**, και τον **ανακλαστήρα** εκτόξευσης.

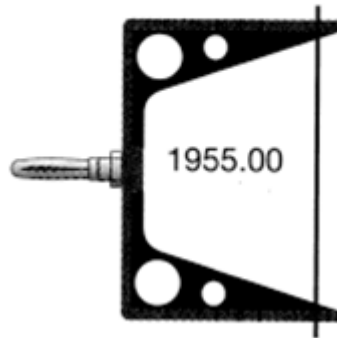


Πηνίο 400 σπειρών



Πυρήνας

ανακλαστήρας
εκτόξευσης



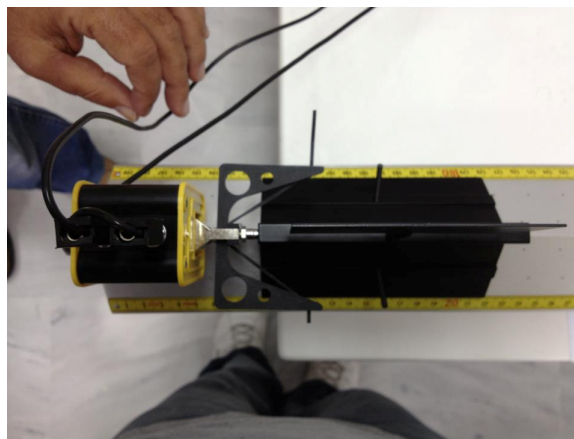
ΤΟ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ



3.Η Προετοιμασία:

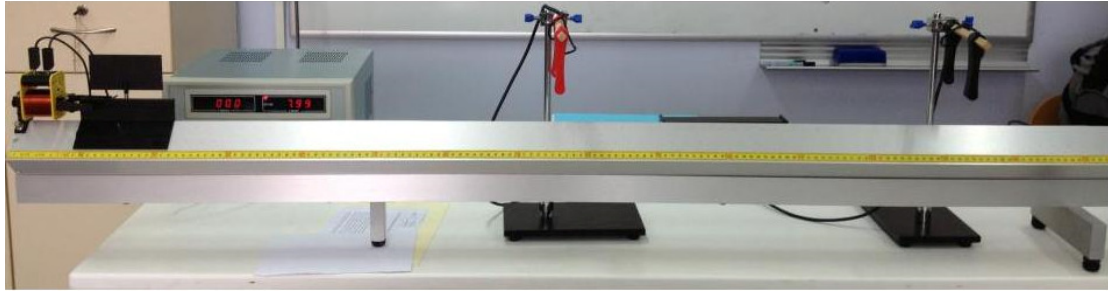
Αρχικά στήσαμε το ζεύγος των φωτοκυλών σε συγκεκριμένη απόσταση (Δx), μετρημένη με μεγάλη ακρίβεια. Ανοίγουμε τον ψηφιακό

χρονομετρητή και με το κουμπί function επιλέγουμε την λειτουργία TIMING I. Στη συνέχεια συνδέσαμε τον μηχανισμό εκτόξευσης στην μια άκρη του αεροδιάδρομου και στερεώσαμε τον ιπέα πάνω στον μηχανισμό εκτόξευσης με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε το πηνίο να τον κρατεί κολλημένο πάνω του. Τέλος ανοίγουμε τον αεροδιάδρομο στην κατάλληλη ένταση (4) ώστε να μηδενιστούν οι τριβές από την επιφάνειά του.



Ο Μηχανισμός εκτόξευσης

Ο χρονομετρητής καταγράφει το χρόνο περάσματος(Δt) από τις δύο φωτοπύλες. Αλλάζουμε διαδοχικά την απόσταση των δύο φωτοπυλών και επαναλαμβάνουμε τις μετρήσεις.

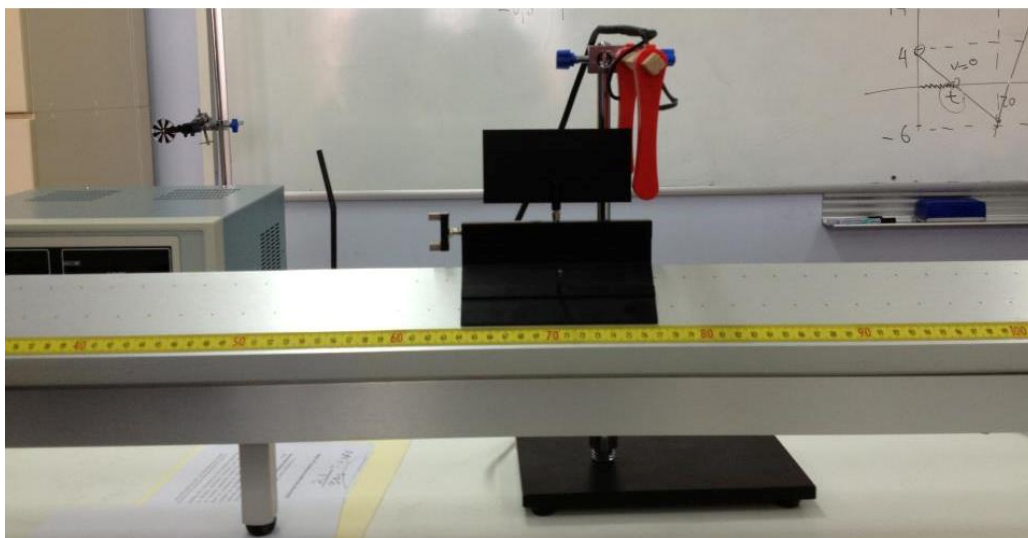


Η Διάταξη

4.Η Εκτέλεση:

Αρχικά κλείσαμε την τροφοδοσία με αποτέλεσμα το πηνίο να μην μαγνητίζει (παύει να είναι μαγνήτης) και κατά συνέπεια να κρατάει τον ιππέα πάνω του και έτσι ο ανακλαστήρας εκτόξευσης να εκτοξεύει τον ιππέα. Στη συνέχεια μετρήσαμε με τον χρονομετρητή τον χρόνο που χρειάστηκε για να περάσει πλήρως ο ιππέας από την μια φωτοπύλη μέχρι να περάσει πλήρως (χρόνος περάσματος) από την άλλη. Τέλος επαναλάβαμε την μέτρηση για μερικές ακόμα φορές αλλάζοντας και μετρώντας την απόσταση του ζεύγους των Φωτοπυλών. Με αυτή τη διαδικασία συμπληρώνεται ο Πίνακας 1.

Ο χρόνος περάσματος



Το πέτασμα περνάει από τη φωτοπύλη και ο χρόνος αρχίζει να μετράει

5. Η επεξεργασία των δεδομένων

Συμπληρώθηκε από τις μετρήσεις ο παρακάτω Πίνακας 1.

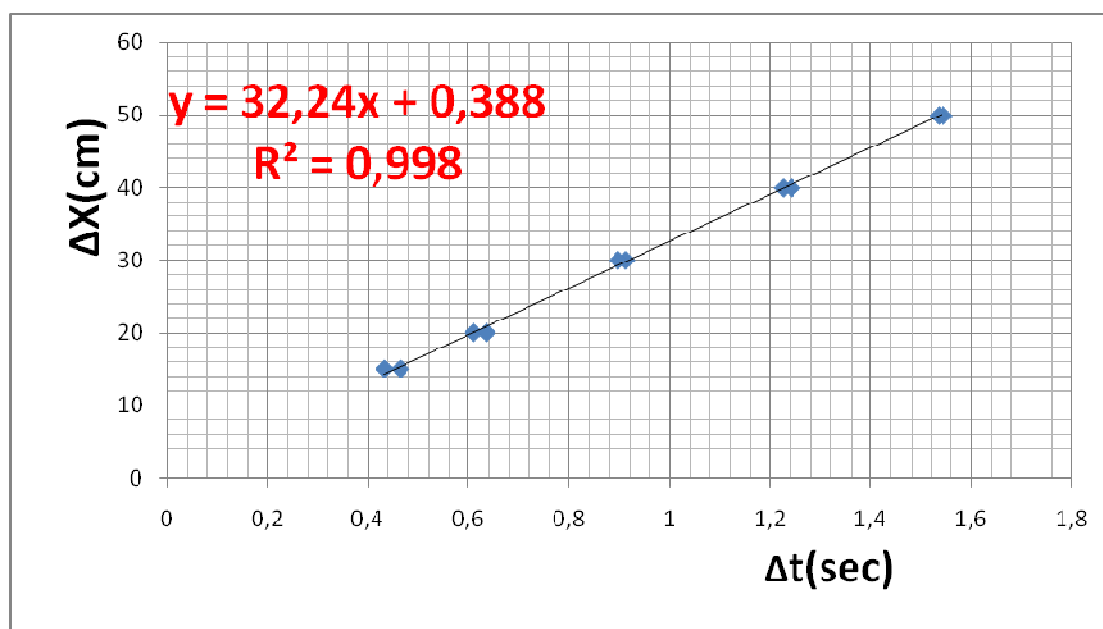
ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Δx (cm)	Δt (sec)	$V=\Delta x/\Delta t$ (m/sec)
50	1,543	32,404
50	1,534	32,594
40	1,225	32,653
40	1,241	32,232
20	0,610	32,786
20	0,635	31,496

15	0,464	32,327
15	0,433	34,642
30	0,912	32,894
30	0,897	33,444

Με βάση τα δεδομένα της 1^{ης} και 2^{ης} στήλης του Πίνακα 1 σχεδιάζουμε το διάγραμμα

ΔX - Δt :



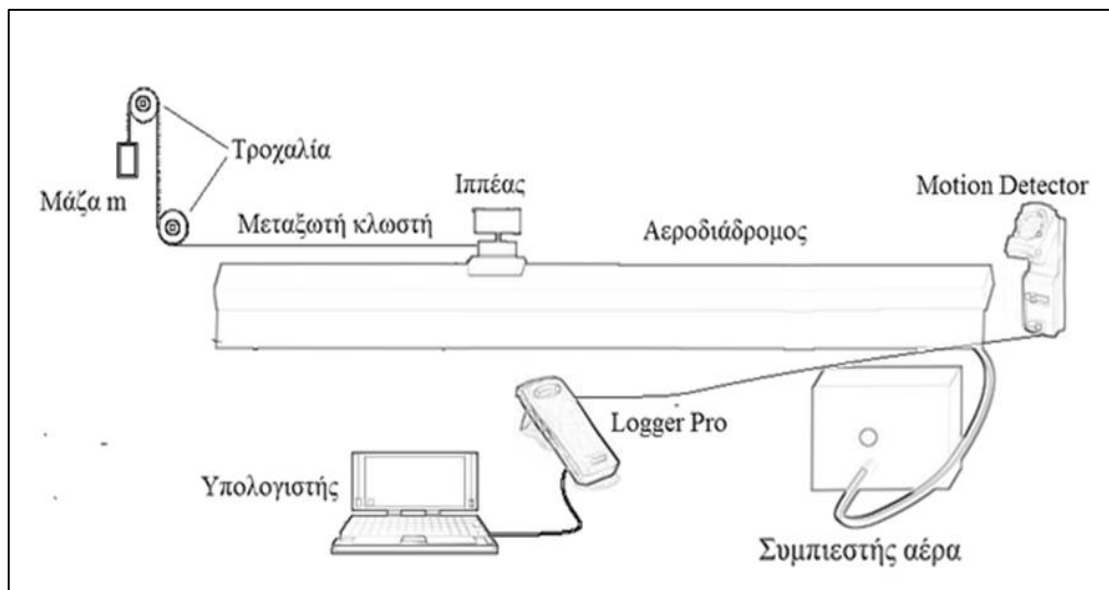
6. Τα συμπεράσματά μας

Από την τρίτη στήλη του πίνακα παρατηρούμε ότι η μέση ταχύτητα με την οποία περνάει ο ιππέας από τις δυο φωτοπύλες είναι σταθερή και μάλιστα οι μετατοπίσεις είναι ανάλογες

των χρόνων. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γράφημα $\Delta X - \Delta t$. Η κλίση της ευθείας εκφράζει και τη μέση ταχύτητα (κλίση=32,24cm/s).

Πρέπει να θεωρήσουμε ότι κατά την εκτόξευση πάντα ο ιππίας έχει την ίδια αρχική ταχύτητα.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΝΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΣΕ ΑΕΡΟΔΙΑΔΡΟΜΟ (ΔΕΥΤΕΡΟΝ ΝΟΜΟΣ NEWTON)



1. Το θεωρητικό πλαίσιο

Ο δεύτερος νόμος του Newton: η επιτάχυνση είναι ανάλογη της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σε ένα σώμα μάζας m .

Η μαθηματική έκφραση του νόμου είναι η αμέσως διπλανή σχέση: $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$1) \quad \text{Έννοιες/Ορισμοί:} \quad \Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις της κίνησης που έχουν αποδειχθεί και απαλείφοντας το χρόνο προκύπτει η σχέση:

$$a = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2\Delta x}$$

$$\Sigma F = ma \Rightarrow B - F = ma \Rightarrow mg - F = ma \quad (1)$$

Στη περίπτωση που m η μάζα του σφαιριδίου και M η μάζα του ιπέα (Σχήμα σελίδας 36) τότε:

$$\Sigma F = Ma \Rightarrow F = Ma \quad (2)$$

$$(1) + (2) \Rightarrow mg = a(M + m) \Rightarrow a = \frac{mg}{M + m} \quad (3)$$

Αφού $m \ll M$, θα είναι $a = \frac{m}{M} g$

Ο τύπος που μαδίνει το % σχετικό σφάλμα είναι:

$$\text{σφάλμα} = \frac{|M_{\theta} - M_{\pi}|}{M_{\theta}} 100\%$$

2. Υλικά που χρησιμοποιήσαμε:

- Αεροδιάδρομος
- Ιπείς (2)
- Πετάσματα (2) (μήκους 2,5 και 10cm)
- Σπάγκος
- Βαρίδια (6) (βάρους 1g, 2,5g, 5g, 10g, 15g, 20g)
- Τροχαλία
- Motion detector (Vernier)
- Αλφάδι

3. Προγράμματα- λογισμικά:

- Logger Pro 3.8.2
- Microsoft Word 2007
- Microsoft Power Point 2007
- Microsoft Excel 2007
- Mathtype

4. Η Συναρμολόγηση της διάταξης

- Ελέγχουμε με το αλφάδι να είναι οριζόντιος ο αεροδιάδρομος πάνω στον πάγκο, ώστε να εξασφαλίσουμε να είναι μηδενικό το έργο του βάρους.
- Τοποθετούμε την τροχαλία στην μια άκρη του αεροδιαδρόμου και το Motion Detector στην άλλη έτσι ώστε να «βλέπει» τον ιππέα στο φορέα του αεροδιαδρόμου.
- Δένουμε με μεταξωτή κλωστή ένα βαρίδι και συνδέουμε την άλλη άκρη του με τον ιππέα.
- Περνάμε την κλωστή από την τροχαλία και εξασφαλίζουμε πως το βαρίδι είναι κάθετο ως προς το έδαφος.

5. Η Εκτέλεση του πειράματος

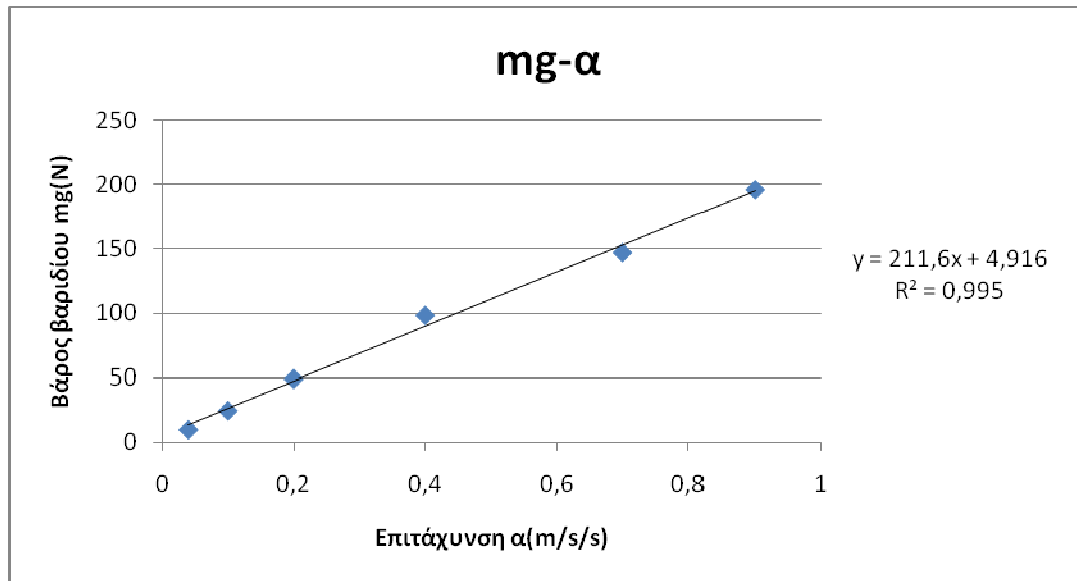
Συναρμολογούμε τη διάταξη που αναφέραμε προηγουμένως. Αρχικά

τοποθετούμε το βαρίδι βάρους 1 g. Ενεργοποιούμε το Motion Detector και το συνδέουμε στον υπολογιστή με το πρόγραμμα Logger Pro. Θέτουμε τον αεροδιάδρομο σε λειτουργία, ξεκινάμε τη μέτρηση με το πρόγραμμα και ακαριαία αφήνουμε ελεύθερο το σύστημα. Παίρνουμε τις μετρήσεις και επαναλαμβάνουμε το πείραμα με τα υπόλοιπα βαρίδια.

A (m/s ²)	m (g)
0,04	9,810
0,10	24,52
0,20	49,05
0,40	98,10
0,70	147,15
0,90	196,20

Χρησιμοποιώντας το Excel παράγω το διάγραμμα βάρους σφαιριδίου και

επιτάχυνσης. Να επισημάνουμε εδώ ότι το βάρος του σφαιριδίου είναι και συνισταμένη – κινούσα δύναμη του ιπέα με μια καλή προσέγγιση εφόσον $m \ll M$, όπως πρικόπτει και απο το θεωρητικό πλαίσιο.



Διάγραμμα ΣF-m

Υπολογίζουμε τη κλίση της ευθείας του διαγράμματος απο την εξίσωση που προκόπτει απο το λογισμικό μας:

$$\kappa = \eta \text{ κλίση} = 211,6 \text{ g}$$

Σύμφωνα με το θεωρητικό πλαίσιο, η κλίση ισούται με τη μάζα του ιπέα (M).

$$\sigma\phi\acute{\alpha}\lambda\mu\alpha = \frac{|201,3 - 211,6|}{201,3} 100\% = \frac{10,3}{201,3} 100\% = 5,1\%$$

Από το διάγραμμα απορρέει πως η δύναμη που επιταχύνει τον ιππέα είναι ανάλογη της επιτάχυνσης που αποκτά. Άρα επιβεβαιώνεται ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα.