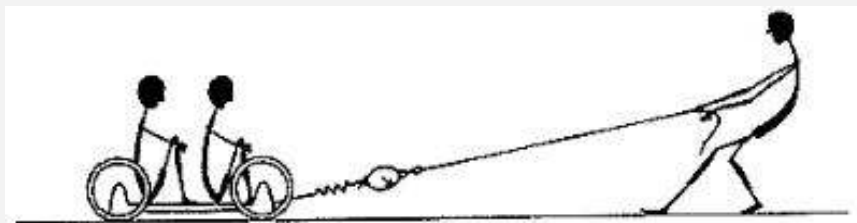


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΣΕΡΡΩΝ

10^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών
EUSO 2012



ΤΟΠΙΚΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΕΙΟ:.....

Μαθητές/τριες που συμμετέχουν:

(1).....

(2).....

(3).....

Σέρρες 26/11/2011

Σύνολο μορίων:.....

Θεωρητικές επισημάνσεις

Η αδρανειακή μάζα (ή μάζα αδράνειας) είναι το μέτρο της αδράνειας ενός σώματος. Αδράνεια είναι η ιδιότητα της ύλης να αντιστέκεται σε κάθε μεταβολή της ταχύτητάς του Δu . Η αδρανειακή μάζα για ταχύτητες πολύ μικρότερες της ταχύτητας του φωτός, παραμένει σταθερή και ανεξάρτητη από το που γίνεται η μέτρησή της, π.χ στη γη ή στη σελήνη.

Για να μετρήσουμε τη μάζα αδράνειας ενός σώματος ασκούμε επάνω του δύναμη F και μετράμε την επιτάχυνση a , που αποκτά δηλαδή ισχύει $m = \frac{F}{a}$ ή $m = \frac{F}{\Delta u / \Delta t}$.

Η μάζα μπορεί να μετρηθεί και με τον ζυγό. Τότε μετράμε το βάρος του σώματος και άρα τη βαρυτική μάζα δηλαδή $m = \frac{B}{g}$. Πειραματικά αποδείχθηκε ότι η βαρυτική και η αδρανειακή μάζα ενός σώματος είναι ίσες (αρχή της ισοδυναμίας).

Θεωρητικοί υπολογισμοί

- A. Όταν ένα σώμα κινείται πάνω σε μια επιφάνεια υπάρχει μια δύναμη στο σώμα που αντιστέκεται στην κίνησή του. Η δύναμη αυτή λέγεται τριβή. Στο πείραμα που ακολουθεί η φορά της τριβής είναι αντίθετη προς την φορά της κίνησης του σώματος και ισχύει:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F} - \vec{T}$$

- B. Το βάρος ενός σώματος συνδέεται με τη μάζα του με τη σχέση:

$$\vec{B} = m \cdot \vec{g} \quad (g = 9,81 \text{ m/s}^2)$$

- Γ. Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα η συνολική δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα και η επιτάχυνση που αποκτά αυτό είναι μεγέθη ανάλογα.

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Επομένως μπορούμε να υπολογίσουμε τη μάζα ενός σώματος αν γνωρίζουμε την επιτάχυνση που αποκτά όταν επιδρά σ' αυτό μια σταθερή δύναμη.

- Δ. Στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, όταν το κινητό ξεκινάει από την ηρεμία ισχύουν οι σχέσεις:

$$x = 1/2 \cdot a \cdot t^2$$

$$u = a \cdot t$$

- E. Η ταχύτητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$u = dx/dt$$

όπου dx είναι η μετατόπιση του σώματος, που πραγματοποιείται σε χρόνο dt . Αν ο χρόνος dt είναι πολύ μικρός τότε αναφερόμαστε στη στιγμιαία ταχύτητα. Στην πειραματική μας διάταξη, ο χρόνος dt είναι πολύ μικρός και είναι ο χρόνος που απαιτείται για να διέλθει ένας πύρος διαμέτρου dx από τη φωτοπύλη.

- ΣΤ. Αν u_1 και u_2 είναι οι στιγμιαίες ταχύτητες του σώματος τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 αντίστοιχα σε δυο σημεία που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\Delta \ell$, αποδεικνύεται ότι η επιτάχυνση προκύπτει από τη σχέση:

$$a = (u_2^2 - u_1^2) / 2 \cdot \Delta \ell$$

- Στη διάταξη που απεικονίζεται στο σχήμα 1 το καρότσι και ο μαθητής μάζας m_k και m_μ αντίστοιχα και το βαρίδι μάζας m_β συνδέονται με μη εκτατό και αμελητέου βάρους νήμα, που διέρχεται από ελαφριά τροχαλία. Το βαρίδι κινείται κατακόρυφα, χωρίς να αιωρείται.
- Η κίνηση του συστήματος των δύο σωμάτων περιγράφεται με τις εξισώσεις:

$$F - T = (m_k + m_\mu) \cdot a$$

$$B - F = m_\beta \cdot a$$

Με πρόσθεση κατά μέλη έχουμε:

$$B - T = (m_k + m_\mu + m_\beta) \cdot a$$

Αν θέσουμε $m_{ολ} = m_k + m_\mu + m_\beta$ τότε έχουμε:

$$m_{ολ} = (B - T) / a$$

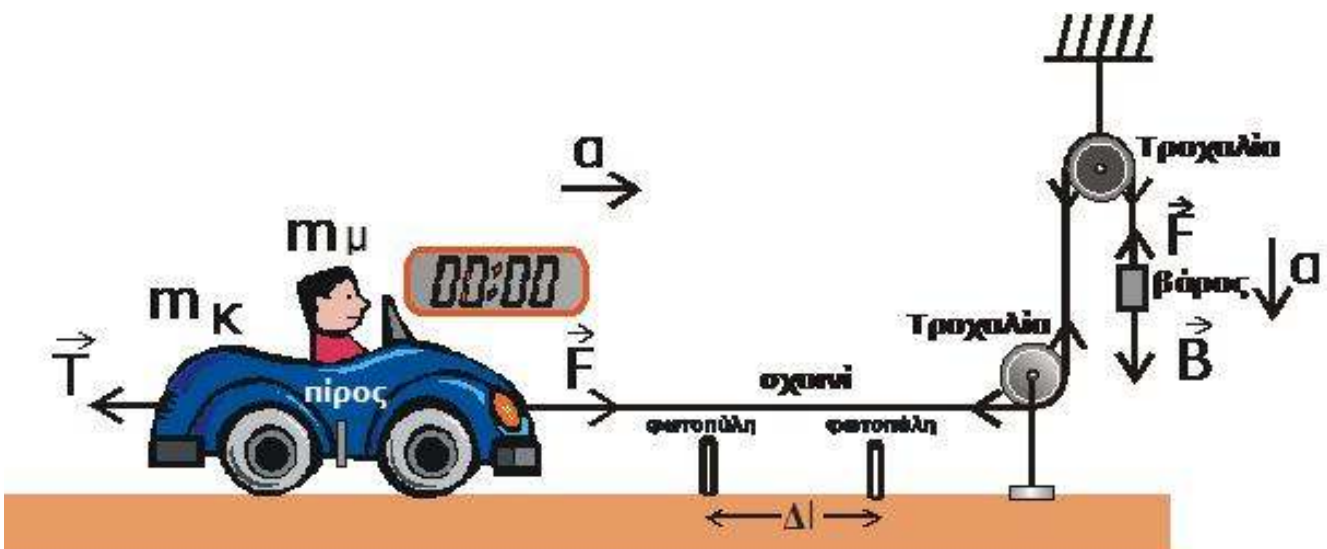
όπου F συμβολίζει την τάση του νήματος και a την κοινή επιτάχυνση των τριών σωμάτων.

Στόχοι της πειραματικής διαδικασίας

- Να πραγματοποιήσετε ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- Να κατασκευάσετε τη γραφική παράσταση Δύναμης – Επιτάχυνσης.
- Να υπολογίσετε τη μάζα αδράνειας ενός μαθητή.

Όργανα και υλικά

- | | |
|---|--|
| 1. Ένα καρότσι | 5. Ένας πύρος (π1) |
| 2. Σχοινί (θεωρείται χωρίς βάρος) | 6. Δυο φωτοθύλες με ηλεκτρονικό χρονομετρητή |
| 3. Δύο τροχαλίες κατάλληλα τοποθετημένες σε βάση (θεωρούνται χωρίς βάρος) | 7. Μετροταινία |
| 4. Βαρίδια: των 50 g 100g 200g, 500 g, 1Kg | 8. Ζυγός |
| | 9. Διαστημόμετρο |
| | 10. Αριθμομηχανή |



Σχ. 1

Πειραματική Διαδικασία (προετοιμασία)

- A. Ζυγίστε το καρότσι που θα χρησιμοποιήσετε στο πείραμα. Σημειώστε την τιμή της μάζα m_k του με προσέγγιση $1^{ου}$ δεκαδικού ψηφίου στον ΠΙΝΑΚΑ I.
- B. Μετρήστε τη διάμετρο (dx) του πύρου και σημειώστε την με προσέγγιση $3^{ου}$ δεκαδικού ψηφίου στον ΠΙΝΑΚΑ I.
- Γ. Τοποθετήστε τις φωτοπύλες σε απόσταση Δl μεταξύ τους και σημειώστε την με προσέγγιση $2^{ου}$ δεκαδικού ψηφίου στον ΠΙΝΑΚΑ I. (Επιλέξτε τις θέσεις ούτως ώστε ο πύρος να περνά από τη θέση τους καθώς το καρότσι κινείται με την επίδραση της δύναμης του σχοινιού).
- Δ. Πάνω στο καρότσι κάθετα ο μαθητής του οποίου θέλετε να υπολογίσετε τη μάζα m_μ .
- Ε. Συνδέστε το καρότσι με το σχοινί. Περάστε το σχοινί μέσα από τις τροχαλίες και στο ελεύθερο άκρο του κρεμάστε ένα μικρό βαρίδιο π.χ. 0,1Kg, ώστε το σχοινί να είναι τεντωμένο και το καρότσι ακίνητο.
- Η δύναμη του F που ασκεί το σχοινί στο βαρίδιο θεωρούμε ότι είναι αυτή που εφαρμόζεται στο καρότσι.
- ΣΤ. Φροντίστε το σχοινί να είναι παράλληλο με την ευθεία που είναι χαραγμένη στο δάπεδο.
- Z. Ρυθμίστε το χρονόμετρο στη λειτουργία **F1** στην οποία μετράει τον χρόνο που σκιάζεται η φωτοπύλη δηλαδή τον χρόνο διέλευσης ενός αντικειμένου.

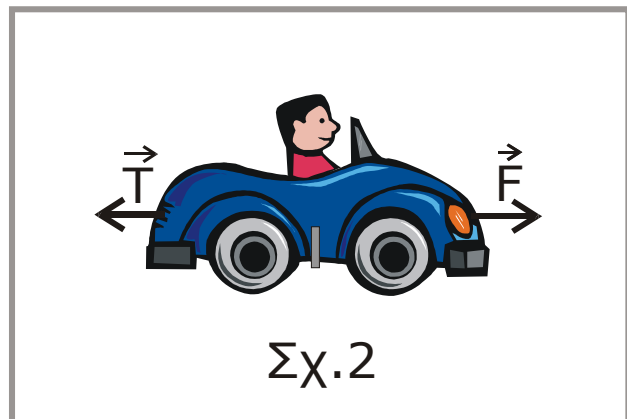
Μέτρηση της δύναμης τριβής

Για να βρείτε τη συνολική τριβή εργάζεστε ως εξής:

- A. Κρεμάτε σταδιακά στην άλλη άκρη του σχοινιού βαρίδια διαρκώς αυξανόμενης συνολικής μάζας, μέχρις ότου το καρότσι να ισορροπεί οριακά, δηλαδή μέχρις ότου με ένα ελαφρύ σπρώξιμο να αρχίσει να κινείται αργά με σταθερή ταχύτητα. Τώρα ισχύει ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα, όπως φαίνεται στο Σχήμα (2), δηλαδή:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F} - \vec{T} = 0$$

$$\text{Άρα } \vec{T} = \vec{F}$$



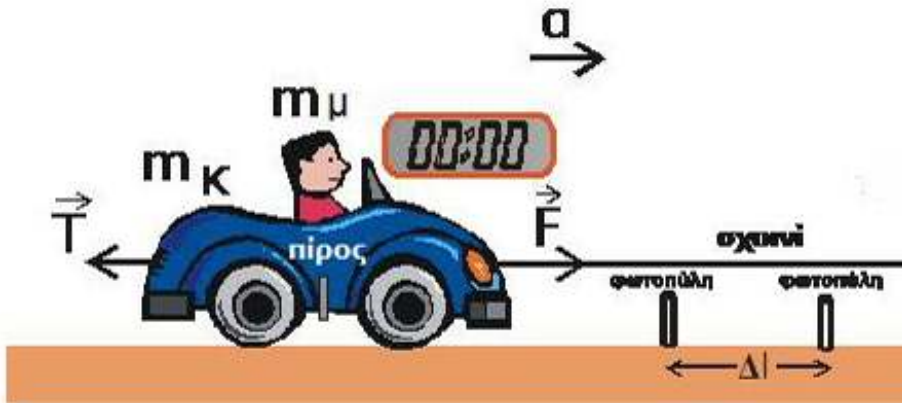
- B. Ζυγίστε τα βαρίδια. Υπολογίστε το βάρος τους. Επειδή και το βαρίδι κινείται με σταθερή ταχύτητα τώρα ισχύει:

$$\vec{B} = \vec{F}$$

Πόση είναι η δύναμη της τριβής T; Σημειώστε την τιμή της με προσέγγιση $1^{ου}$ δεκαδικού ψηφίου στον ΠΙΝΑΚΑ I.

Μέτρηση της επιτάχυνσης του καρτσιού (Χρόνοι διέλευσης)

- A. Κρεμάστε το βαρίδι των 2 Kg στην άκρη του σχοινιού που κρέμεται από την τροχαλία. Υπολογίστε το βάρος του και καταγράψτε την τιμή του με προσέγγιση 1^{ου} δεκαδικού ψηφίου στη στήλη VIII του ΠΙΝΑΚΑ II.



- B. Σημειώστε στο δάπεδο την αρχική θέση του καρτσιού και αφήστε το να κινηθεί ελεύθερα.
 Γ. Καταγράψτε στις στήλες I και II του ΠΙΝΑΚΑ II τους χρόνους διέλευσης dt_1 και dt_2 του πίρου από τις δυο φωτοπύλες με προσέγγιση 3^{ου} δεκαδικού ψηφίου.

Σημείωση: Αν υπάρχει χρόνος επαναλάβετε την ίδια διαδικασία από την ίδια ακριβώς αρχική θέση άλλες δυο φορές και καταγράψτε στον ΠΙΝΑΚΑ II τη μέση τιμή του χρόνου διέλευσης για την κάθε φωτοπύλη. Αν κάποιες μετρήσεις διαφέρουν πολύ, να τις ακυρώσετε και επαναλάβετε τη διαδικασία.

- Δ. Επαναλάβετε τα βήματα A έως Γ άλλες τρεις φορές προσθέτοντας κάθε φορά ένα σχετικά μικρό βαρίδι π.χ. των 0,3 Kg. (Πρέπει οι μεταβολές μάζας του βαριδίου να είναι πολύ μικρές σε σχέση με την ολική μάζα, ώστε η συνολική μάζα να θεωρείται περίπου σταθερή).

Μέτρηση της επιτάχυνσης του καρτσιού (Επεξεργασία Δεδομένων)

- A. Υπολογίστε τις ταχύτητες u_1 και u_2 του καρτσιού όταν ο πίρος διέρχεται από τις φωτοπύλες και συμπληρώστε τις στήλες III και IV του ΠΙΝΑΚΑ II με προσέγγιση 2^{ου} δεκαδικού ψηφίου.
 B. Συμπληρώστε με τις τιμές u_1^2 και u_2^2 τις στήλες V και VI του ΠΙΝΑΚΑ II με προσέγγιση 2^{ου} δεκαδικού ψηφίου.
 Γ. Από τη σχέση:

$$a = (u_2^2 - u_1^2) / 2 \cdot \Delta l$$

υπολογίστε την επιτάχυνση a και συμπληρώστε τη στήλη VII του ΠΙΝΑΚΑ II με προσέγγιση 2^{ου} δεκαδικού ψηφίου.

- E. Θεωρώντας ότι η δύναμη τριβής είναι πάντα η ίδια, υπολογίστε τη συνισταμένη δύναμη $\Sigma F = B - T$ που προκαλεί την κίνηση του συστήματος και καταγράψτε την τιμή της με προσέγγιση 1^{ου} δεκαδικού ψηφίου στη στήλη IX του ΠΙΝΑΚΑ II.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι.

$m_K = \dots\dots\dots \text{Kg}$	$dx = \dots\dots\dots (\text{m})$	$\Delta l = \dots\dots\dots (\text{m})$	$T = \dots\dots\dots (\text{N})$
1 δεκαδικό	3 δεκαδικά	2 δεκαδικά	1 δεκαδικό

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
dt_1 (sec)	dt_2 (sec)	$u_1 = dx/dt_1$ (m/s)	$u_2 = dx/dt_2$ (m/s)	u_1^2 (m ² /s ²)	u_2^2 (m ² /s ²)	$a = (u_2^2 - u_1^2)/2 \Delta l$ (m/s ²)	B (N)	$\Sigma F = B - T$ (N)
3 δεκαδικά	3 δεκαδικά	2 δεκαδικά	2 δεκαδικά	2 δεκαδικά	2 δεκαδικά	2 δεκαδικά	1 δεκαδικό	1 δεκαδικό

- α) Στο σύστημα αξόνων της επόμενης σελίδας, ΣF (κατακόρυφος) – α (οριζόντιος), βαθμονομήστε τους άξονες, επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα ώστε να συμπεριλαμβάνονται όλες οι πειραματικές τιμές του πίνακα.
- β) Τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία. Εξετάστε αν αυτά βρίσκονται περίπου πάνω σε μια ευθεία. Χαράξτε τη καλύτερη δυνατή κατά προσέγγιση ευθεία γραμμή που περνά πλησιέστερα από το σύνολο των σημείων.
- γ) Υπολογίστε την κλίση της ευθείας.

$\kappa = \Sigma F / a = (B - T) / a \dots\dots\dots$

- δ) Την τιμή τίνος μεγέθους δίνει η κλίση της γραμμής στο διάγραμμα αυτό; (Αξιοποιήστε τις πληροφορίες που δίνονται στην παράγραφο θεωρητικοί υπολογισμοί).

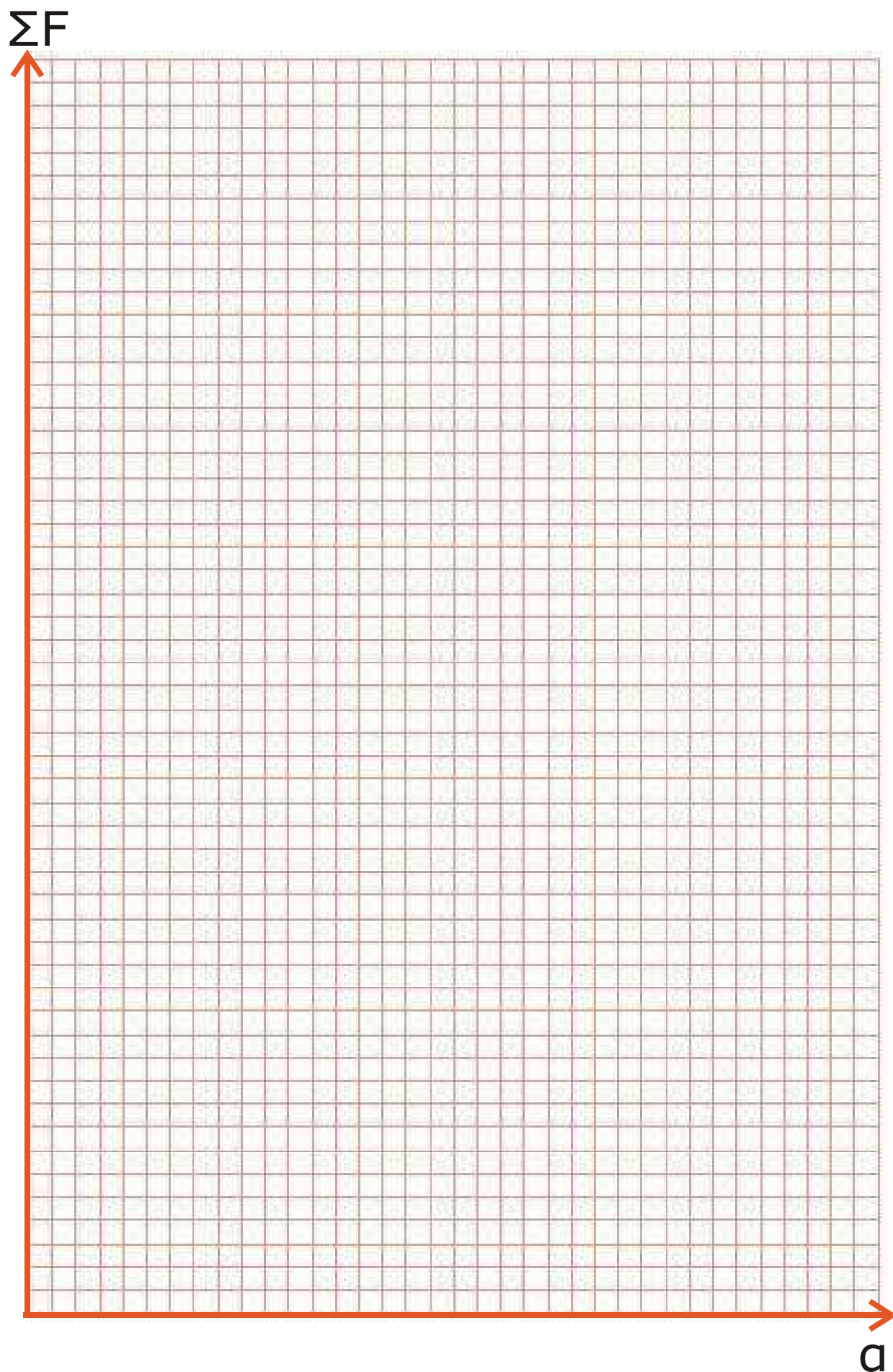
.....

- ε) Να υπολογίσετε την μάζα αδράνειας του μαθητή.

$m_{\text{αδρ μαθητή}} = m_{\mu} = \dots\dots\dots \text{Kg}$

- στ) Ποια είναι η μάζα του μαθητή όταν ζυγίζεται με τον ζυγό;

$m_{\text{ζυγ μαθητή}} = \dots\dots\dots \text{Kg}$



Ερωτήσεις

1) Βρίσκονται τα πειραματικά σημεία ΣF - α πάνω σε μια ευθεία που διέρχεται από το μηδέν, σε ικανοποιητικό βαθμό (κατά την κρίση σας);

ΝΑΙ - ΟΧΙ

2) Για ποιο λόγο τα πειραματικά σημεία δεν βρίσκονται ακριβώς πάνω σε μια ευθεία; Επιλέξτε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

α) Υπεισέρχονται αναπόφευκτα σφάλματα κατά τη διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας. ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

β) Το δάπεδο δεν είναι απολύτως ομοιόμορφο, ούτε εντελώς επίπεδο, με συνέπεια η τριβή να μεταβάλλεται ελαφρά κατά την κίνηση του καροτσιού.

ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

γ) Το θεωρητικό μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε για την περιγραφή της κίνησης του καροτσιού είναι λανθασμένο. ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

δ) Η τριβή εξαρτάται και από την ταχύτητα του καροτσιού, με συνέπεια η κίνηση να μην είναι ομαλά μεταβαλλόμενη. ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

ε) Με την πειραματική διάταξη μετράμε κάθε φορά τη μέση ταχύτητα του καροτσιού όταν ο πίσος διέρχεται από τη φωτούλη. Η τιμή της μέσης ταχύτητας διαφέρει σημαντικά από τη στιγμιαία ταχύτητα του καροτσιού. ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

στ) Στο πείραμα, μεταξύ των σωμάτων της πειραματικής διάταξης αναπτύσσονται και άλλες δυνάμεις τριβής, οι οποίες δεν έχουν ληφθεί υπόψη στο πείραμα. ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ

3) Κάποιος μαθητής εξέφρασε την άποψη ότι η διαφορά των δύο τιμών της μάζας του μαθητή οφείλεται στο ότι οι δυο μάζες υπολογίζονται με διαφορετικές μεθόδους. Άρα είναι λογικό να διαφέρουν οι τιμές τους. Συμφωνείτε με την άποψη αυτή;

ΝΑΙ - ΟΧΙ

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

4) Ποιο θα ήταν το αποτέλεσμα του πειράματος αυτού, όσον αφορά στις μετρήσεις της αδρανειακής και της βαρυτικής μάζας του σώματος, αν το πείραμα γινόταν στη Σελήνη αντί για τη Γη; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

