Τοπικός Μαθητικός Διαγωνισμός
EUSO 2014 -2015

ΟΜΑΔΑ :
1]
2]
3]

Γενικό Λύκειο Άργους Ορεστικού.   6 - Δεκ. - 1014

Φυσική

Θέμα: Μέτρηση επιτάχυνσης.

1] Θεωρητική εισαγωγή

Κίνηση είναι η αλλαγή της θέσης ενός σώματος σε σχέση με κάτι το οποίο θεωρούμε ακίνητο (σύστημα αναφοράς). Το σύστημα αναφοράς είναι σύστημα αξόνων (συνήθως καρτεσιανών x΄x , y΄y και z΄z), ώστε κάθε σημείο του χώρου κίνησης να προσδιορίζεται με κατάλληλες συντεταγμένες, όπως (x,y,z).

Η κίνηση σε μία διεύθυνση (ευθεία) μπορεί να μελετηθεί με τη χρήση ενός άξονα x΄x, ο οποίος έχει διεύθυνση πάνω στην ευθεία κίνησης.

Θέση του σώματος (x) , είναι η συντεταγμένη του σημείου του άξονα, στο οποίο βρίσκεται το σώμα. Γενικά η θέση του σώματος προσδιορίζεται με την εξίσωση θέσης x=x(t).

Ταχύτητα της κίνησης του σώματος (u) , είναι ο ρυθμός μεταβολής της θέσης και εκφράζει το πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα και προς τα πού.

Επιτάχυνση της κίνησης του σώματος (α) είναι ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας και εκφράζει το πόσο γρήγορα και πώς, αλλάζει η ταχύτητα.

2] Σχέσεις.

Τιμή της θέσης είναι η προσανατολισμένη απόσταση του σημείου που βρίσκεται το σώμα, από το σημείο που ορίζεται ως αρχή μέτρησης (αρχή του άξονα). Πρακτικά αυτό γίνεται με την μέτρηση της θέσης από το σημείο x=0, με κατάλληλη μονάδα μέτρησης (στο S.I. είναι το 1m).

Η **τιμή της ταχύτητας** υπολογίζεται από τη σχέση :

$$u = \frac{\Delta \mathrm{x}}{\Delta \mathrm{t}} \rightarrow u = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

όπου Δx η αλλαγή της θέσης και Δt ο αντίστοιχος χρόνος.

Επειδή όμως η ταχύτητα αλλάζει και στο χρονικό διάστημα από t_1 έως t_2 , η παραπάνω σχέση υπολογίζει την μέση τιμή της ταχύτητας στο χρονικό διάστημα από t_1 έως t_2.

<u>Μια καλή προσέγγιση είναι να αντιστοιχίσουμε την τιμή, αυτή στη χρονική στιγμή $t_\mu = (t_1 + t_2)/2$.</u>

Προφανώς, όσο μικρότερο είναι το Δt , τόσο καλύτερη είναι η ταύτιση της μέτρησης με την πραγματική τιμή της ταχύτητας.

Η **τιμή της επιτάχυνσης** υπολογίζεται από τη σχέση :

$$a = \frac{\Delta \mathrm{u}}{\Delta \mathrm{t}} \rightarrow a = \frac{u_2 - u_1}{t_2 - t_1}$$

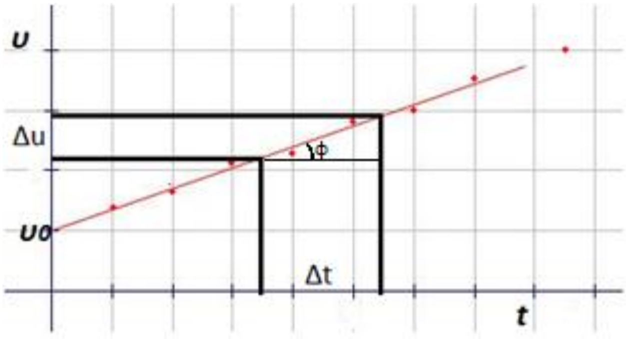
όπου Δu η αλλαγή της ταχύτητας και Δt ο αντίστοιχος χρόνος.

Η αντιστοίχηση της μετρούμενης τιμής με τον χρόνο t ακολουθεί την ίδια διαδικασία, όπως και στην αντιστοίχιση της ταχύτητας.

Αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας είναι η παραγωγή ενός πίνακα όπου γνωρίζουμε για κάποιες χρονικές στιγμές την θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση της κίνησης ενός σώματος.

3] Μαθηματική επεξεργασία.

Στην εικόνα δεξιά, φαίνεται η μεταφορά των μετρήσεων ενός μεγέθους σε σχέση με τον χρόνο, σε σύστημα αξόνων.



Στον οριζόντιο άξονα είναι ο χρόνος και στον κατακόρυφο άξονα είναι οι τιμές μέτρησης του μεγέθους.

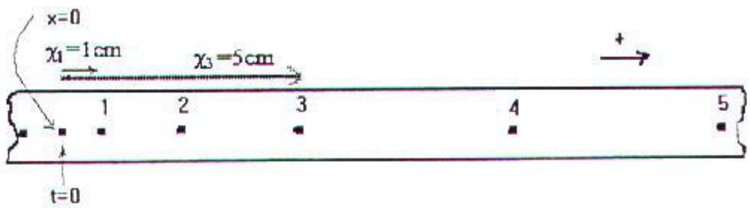
Τα κόκκινα σημεία είναι οι μετρήσεις. Η ευθεία χαράζεται ώστε να διέρχεται από το «μέσο» των πειραματικών μετρήσεων.

Η κλίση της ευθείας (εφ(φ) = Δu/Δt) , γίνεται από σημεία της ευθείας και όχι από κάποιο ζεύγος μετρήσεων.

Το σημείο στο οποίο η ευθεία τέμνει τον κατακόρυφο άξονα, προσδιορίζει την τιμή του μεγέθους την χρονική στιγμή μηδέν.

4] Εισαγωγή για τα πειραματικά δεδομένα.

Α] Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η απεικόνιση μιας κίνησης με χρονομετρητή του εργαστηρίου. Οι κουκίδες αντιστοιχούν στις θέσεις του σώματος. Οι χρονικές στιγμές που αποτυπώθηκαν οι κουκίδες απέχουν (χρονικά) σταθερό χρονικό διάστημα Δt.



Θεωρούμε αυθαίρετα ότι μια κουκίδα αντιστοιχεί στην αρχή του άξονα (x=0) και στην αρχή μέτρησης του χρόνου (t=0). Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να προσδιορίσουμε την θέση του σώματος (μέτρηση) σε διάφορες χρονικές στιγμές (από την δεδομένη **χρονική** απόσταση των κουκίδων).

Με επεξεργασία των μετρήσεων, μπορεί να προσδιορισθεί το είδος της κίνησης , η επιτάχυνση της κίνησης , καθώς και η τιμή της ταχύτητας που είχε το σώμα τη χρονική στιγμή που ορίσαμε ως μηδέν.

Β] Η επιτάχυνση της ελεύθερης πτώσης συμβολίζεται με g και ονομάζεται επιτάχυνση της βαρύτητας. Μπορεί να υπολογισθεί με την προηγούμενη διαδικασία , ή με τον προσδιορισμό άλλων μεγεθών σε μια σχέση που συμμετέχει.

Για παράδειγμα στην ελεύθερη πτώση ισχύει η σχέση:

$$g = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{(t_2 - t_1)^2}$$

όπου h οι μετατοπίσεις και t οι αντίστοιχες χρονικές στιγμές.

Συνεπώς ο προσδιορισμός της τιμής του g γίνεται μέσω της μέτρησης των τιμών h_1 , h_2 , και $\Delta t = (t_2 - t_1)$.

Πείραμα 1. Υπολογισμός επιτάχυνσης α.

Δεδομένα: 1] Αριθμημένη χαρτοταινία.
2] Χάρακας.
3] Παχύμετρο (Βερνιέρος).

Σας δίνεται αριθμημένη χαρτοταινία η οποία περιέχει τις θέσεις κινούμενου σώματος σε ευθεία γραμμή. Η κίνηση είναι επιταχυνόμενη με αρχική ταχύτητα.

Κάθε κουκίδα απέχει χρονικά από την επόμενη κατά $\Delta t = 0.02sec$.

Θεωρήστε ως αρχή την 1η κουκίδα, όπου θα θέσετε $x=0$ και $t=0$.

Δράση 1. Συμπληρώστε τον πίνακα Ι.

Δώστε ιδιαίτερη προσοχή στην καταγραφή της αρίθμησης της χαρτοταινίας

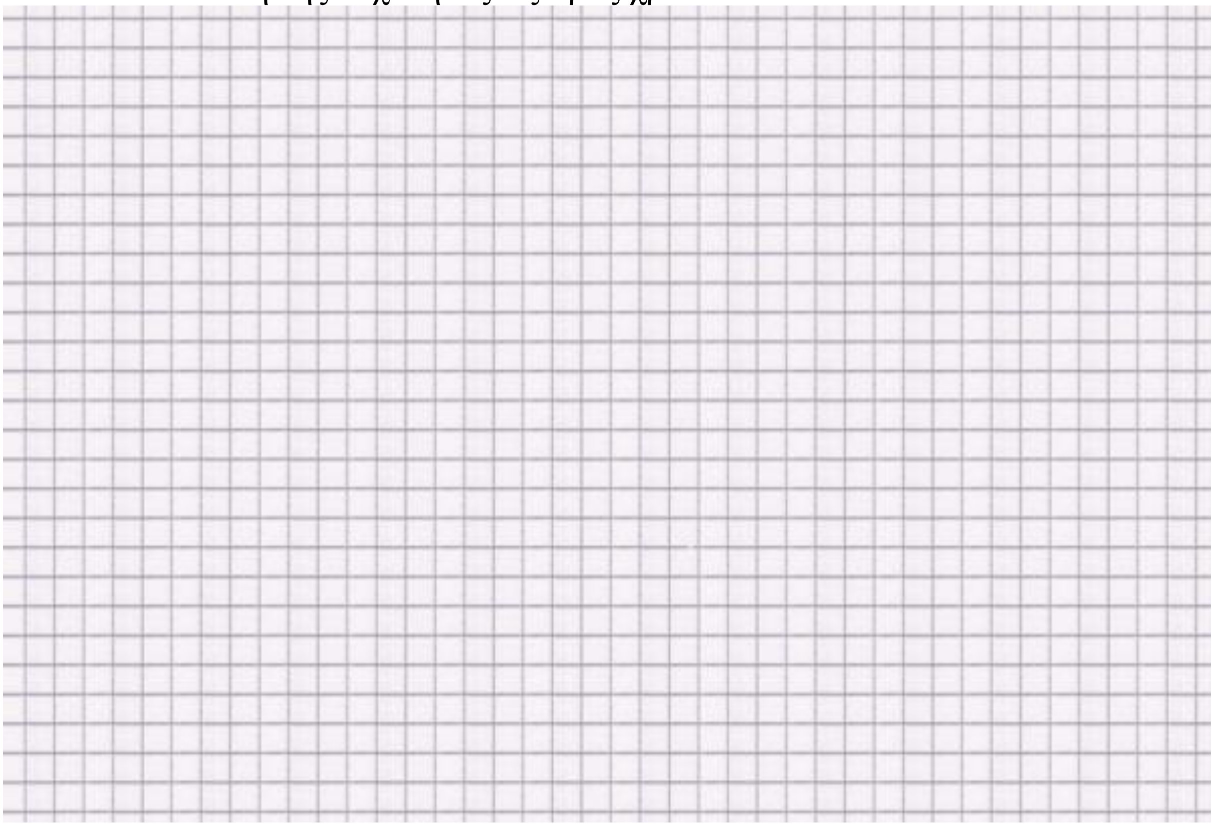
ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

<table>
<tr><td colspan="3">Αριθμός χαρτοταινίας :</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>α/α</td><td>Χρονική στιγμή t</td><td>Θέση σώματος x</td><td>Μεταβολή θέσης Δx</td><td>Ταχύτητα u</td><td>Παρατηρήσεις</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">0</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">11</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Δράση 2

Με βάση τις τιμές του πίνακα 1, να κάνετε την γραφική παράσταση της ταχύτητας με τον χρόνο u=u(t).

Απεικόνιση της ταχύτητας ως προς χρόνο.



Κάντε την απεικόνιση σε πρόχειρο χαρτί, πριν την μεταφέρετε στο παραπάνω διάγραμμα.

Παρατηρήσεις.

1] Βαθμολογήστε κατάλληλα τους άξονες.

2] Μεταφέρατε τις τιμές της ταχύτητας στις χρονικές στιγμές όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη σελίδα.

3] Χαράξτε την ευθεία, ώστε να διέρχεται από το «μέσο» της ομάδας των σημείων.

4] Προεκτείνετε την ευθεία ώστε να τμήσει τον κατακόρυφο άξονα.

Δράση 3

Από την γραφική παράσταση, προσδιορίστε την επιτάχυνση (α) της κίνησης και εκτιμήστε την αρχική ταχύτητά της (u_o) .

α = ……………   u = ………………

Πείραμα 2. Υπολογισμός επιτάχυνσης g.

Ελεύθερη πτώση είναι η κίνηση που κάνει ένα σώμα, χωρίς αρχική ταχύτητα , μόνο με την επίδραση του βάρους του. Η κίνηση είναι ομαλά επιταχυνόμενη και η επιτάχυνση συμβολίζεται με g και ονομάζεται επιτάχυνση της βαρύτητας. Στις περισσότερες σχολικές ασκήσεις δίνεται, καθαρά για ευκολία των υπολογισμών, η τιμή $g=10 m/s^2$.

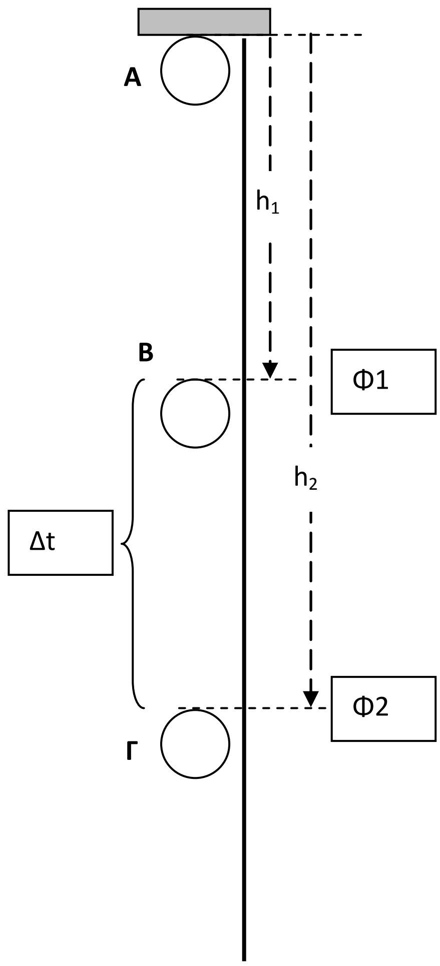
Η τιμή του g αλλάζει από τόπο σε τόπο. Σε γεωγραφικό πλάτος 45^o και στο επίπεδο της θάλασσας, η τιμή είναι $g=9.81\ m/s^2$. Η τιμή αυτή μειώνεται καθώς αυξάνει το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας. Σε ένα τόπο, η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας εξαρτάται από την θέση του (γεωγραφικό πλάτος, ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας), αλλά διαμορφώνεται και από την σύσταση του υπεδάφους.

Σκοπός είναι ο υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην περιοχή μας, μέσω της ελεύθερης πτώσης.

1] Θεωρητική εισαγωγή – Περιγραφή της πειραματικής διάταξης.

Στο σχήμα δεξιά φαίνεται σφαίρα να εκτελεί ελεύθερη πτώση. Η κίνηση ξεκινά από την θέση Α με μηδενική ταχύτητα.

Τη χρονική στιγμή t_1 βρίσκεται στη θέση Β, έχοντας μετατοπισθεί κατά h_1. Οι αντίστοιχες τιμές για τη θέση Γ είναι t_2 και h_2 . Στις θέσεις Β και Γ υπάρχει σύστημα φωτοπυλών, το οποίο μπορεί να υπολογίσει το χρονικό διάστημα της μετατόπισης από το Β στο Γ.



Για την κίνηση ισχύουν τα παρακάτω:

$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \quad από\ όπου \quad t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad και$$

$$h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad από\ όπου \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}.$$

Με αφαίρεση των σχέσεων :

$$t_2 - t_1 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} - \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \frac{\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1}}{\sqrt{g}} .\ Συνεπώς :$$

$$\sqrt{g} = \frac{\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1}}{t_2 - t_1} \rightarrow g = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{(t_2 - t_1)^2} . \qquad Έτσι :$$

$$\boldsymbol{g = \frac{(\ \sqrt{2 \cdot h_2} - \sqrt{2 \cdot h_1}\ )^2}{(\Delta t)^2}}$$

Σκοπός είναι να μετρήσετε τις τιμές h_1 , h_2 , Δt και να υπολογίσετε την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g.

Δράση 4

Δεδομένα: Βάση μελέτης κίνησης.
2 σφικτήρες τύπου G .
Κλειδί Allen
Αλφάδι.
Διαστημόμετρο.
Μεταλλική σφαίρα.

■ Στηρίξτε την βάση που φαίνεται στη δεξιά εικόνα με τους σφιγκτήρες . Με το αλφάδι φέρτε το διάδρομο ολίσθησης σε κατακόρυφη θέση και ασφαλίστε με το κλειδί τύπου Allen.

■ Στηρίξτε τις φωτοπύλες πάνω στο διάδρομο ολίσθησης.

■ Συνδέστε τις φωτοπύλες με το ηλεκτρονικό χρονόμετρο.

■ Τροφοδοτείστε το ηλεκτρονικό χρονόμετρο μέσω του μετασχηματιστή και θέστε το σε λειτουργία F2 (μέτρηση χρόνου μεταξύ των δύο φωτοπυλών).

■ Μετρήστε τις αποστάσεις h_1 και h_2 **του κέντρου** των φωτοπυλών από το πάνω μέρος του διαδρόμου κύλισης με διαστημόμετρο και καταχωρείστε τις τιμές τους στον ΠΙΝΑΚΑ ΙΙ.

■ Αφήστε τη σφαίρα να πέσει από το πάνω άκρο και καταγράψτε την ένδειξη του χρονομέτρου Δt. (Κάντε τουλάχιστον πέντε μετρήσεις του Δt και καταχωρήστε την μέση τιμή στον ΠΙΝΑΚΑ ΙΙ).

(Κάντε δύο σετ μετρήσεων αποστάσεων και χρονικού διαστήματος Δt.)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

Μέγεθος:			Τιμή	Μονάδα
Θεωρητική τιμή της επιτάχυνσης βαρύτητας		g_θ	9.81	m/s^2
Μέτρηση 1	Θέση 1η	h_{11}		
	Θέση 2η	h_{21}		
	Χρονική διάρκεια της μετατόπισης Β→Γ	Δt_1		
	Πειραματική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας : $\boldsymbol{g} = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{(\Delta t)^2}$	$g_{\pi 1}$		
Μέτρηση 2	Θέση 1η	h_{12}		
	Θέση 2η	h_{22}		
	Χρονική διάρκεια της μετατόπισης Β→Γ	Δt_2		
	Πειραματική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας : $\boldsymbol{g} = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{(\Delta t)^2}$	$g_{\pi 2}$		
Τελική πειραματική τιμή $g_\pi = (g_{\pi 1} + g_{\pi 2}) / 2$		g_π		
	Σχετικό σφάλμα μεταξύ θεωρητικής και πραγματικής τιμής $\sigma\% = \frac{(g_\theta - g_\pi)}{g_\theta} \cdot 100\%$	σ%		

Βαθμολόγηση

Ασφάλεια :	**.**	**10 μονάδες**
Δράση 1 :	Μέτρηση αποστάσεων	10 μονάδες
	Υπολογισμός μεταβολής Δχ	5 μονάδες
	Υπολογισμός ταχύτητας u	10 μονάδες
Δράση 2 :	Απεικόνιση u-t	10 μονάδες
	Ευκρίνεια απεικόνισης	5 μονάδες
Δράση 3 :	Υπολογισμός επιτάχυνσης με βάση τις μετρήσεις.	10 μονάδες
	Υπολογισμός αρχικής ταχύτητας με βάση τις μετρήσεις.	10 μονάδες
Δράση 4:	Απόκλιση gπ1 , gπ2	10 μονάδες
	Απόκλιση gπ από την μέση τιμή όλων των ομάδων.	10 μονάδες
Επαναφορά της χώρου εργασίας στην αρχική μορφή		**10 μονάδες**
		100 μονάδες