

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ  
ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ  
ΚΕΝΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ «ΠΑΝΕΚΦΕ»



**13<sup>η</sup> Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα επιστημών – EUSO 2015**  
**ΕΚΦΕ Λευκάδας - Τοπικός Διαγωνισμός**

Λευκάδα 06-12-2014

**ΦΥΣΙΚΗ**

ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ: .....

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: .....

1. ....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ  
ΜΑΘΗΤΩΝ: 2. ....

3. ....

## Οριζόντια βολή. Μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας

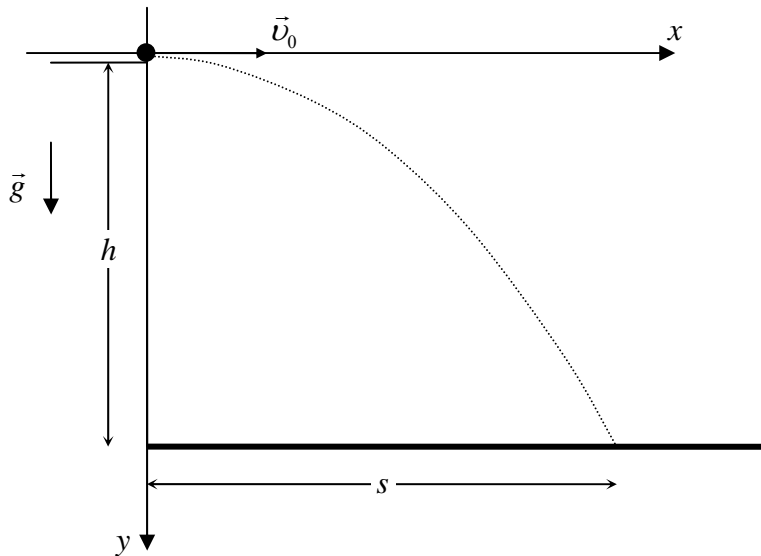
### Θεωρητικές επισημάνσεις.

Η οριζόντια και η κατακόρυφη μετατόπιση ενός σώματος που εκτελεί οριζόντια βολή δίνονται, όπως είναι γνωστό, από τις εξισώσεις,

$$x = v_0 t \quad , \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

Με απαλοιφή του χρόνου από τις δύο παραπάνω εξισώσεις προκύπτει η εξίσωση της τροχιάς,

$$y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$



Έστω ότι η βολή γίνεται σε ύψος  $h$  πάνω από οριζόντιο τραπέζι με αρχική ταχύτητα μέτρου  $v_0$ . Για το σημείο στο οποίο το σώμα θα χτυπήσει στο τραπέζι  $y = h$  και  $x = s$ , θα έχουμε,

$$\boxed{h = \frac{g}{2v_0^2} s^2} \quad (1)$$

Από την τελευταία εξίσωση φαίνεται ότι η γραφική παράσταση του  $h$  σαν συνάρτηση του  $s^2$  είναι ευθεία με κλίση,

$$k = \frac{g}{2v_0^2} \quad (2)$$

Σκοπός της άσκησης είναι η εύρεση της επιτάχυνσης της βαρύτητας μετρώντας το βεληνεκές  $s$ , για διάφορα ύψη  $h$  και αφού προσδιορίσετε την αρχική ταχύτητα, η οποία θα είναι σταθερή σε όλες τις βολές.

### **Υλικά και όργανα που θα χρησιμοποιήσετε**

- Μικρή μεταλλική σφαίρα με αντλιοσθητική επίστρωση.
- Διάδρομος εκτόξευσης προσαρμοσμένος σε ξύλινη βάση με μικρή ράβδο για στερέωση σε μεταλλικό σύνδεσμο.

- Διαστημόμετρο
- Αεροστάθμη
- Μεροταινία
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο με φωτοπύλη
- Ορθοστάτες και μεταλλικοί σύνδεσμοι
- Νήμα της στάθμης
- Χαρτί μεγέθους A3
- Χαρτοταινία
- Ένα φύλλο καρμπόν

### **Οδηγίες εκτέλεσης του πειράματος**

#### **A ΜΕΡΟΣ**

Στερεώστε στην μια από τις μικρές πλευρές του πάγκου εργασίας τον ένα ορθοστάτη και μέσω ενός συνδέσμου στερεώστε τον διάδρομο εκτόξευσης. Με τη βοήθεια της αεροστάθμης οριζοντιώστε την βάση της.

Με τη βοήθεια του δεύτερου ορθοστάτη στερεώστε την φωτοπύλη με την διεύθυνση της δέσμης κατακόρυφη και να περνά από την μικρή τρύπα που υπάρχει στην άκρη του διαδρόμου μπροστά από το σημείο εκτόξευσης της σφαίρας σε απόσταση περίπου 5mm. Ανοίξτε τον ηλεκτρονικό χρονομετρητή και επιλέξτε τη λειτουργία F1. Με αυτήν την επιλογή ο χρονομετρητής μετρά το χρονικό διάστημα διακοπής της δέσμης, δηλαδή το χρόνο διέλευσης του αντικειμένου. Κάντε μερικές δοκιμές για έλεγχο περνώντας ένα μολύβι ή το δάκτυλό σας από τη φωτοπύλη.

Κρατήστε με το δάκτυλό σας την μεταλλική σφαίρα στο ανώτερο σημείο του διαδρόμου εκτόξευσης σε επαφή με την βίδα που είναι προσαρμοσμένη στη θέση

αυτή. Αφήστε την να κυλίσει και σημειώστε το χρόνο διέλευσης από τη φωτοπύλη. Επαναλάβετε τη διαδικασία πέντε φορές και γράψτε τις μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα.

Μέτρηση	1η	2η	3η	4η	5η
$\Delta t$ (ms)					

Υπολογίστε τη μέση τιμή των μετρήσεων.

$$\overline{\Delta t} = \dots\dots\dots ms$$

Με το διαστημόμετρο μετρήστε την διάμετρο  $d$  της σφαίρας με ακρίβεια  $0,1mm$ .

$$d = \dots\dots\dots mm$$

Υπολογίστε την ταχύτητα διέλευσης της σφαίρας από τη φωτοπύλη σε  $cm/s$  και στρογγυλοποιήστε το αποτέλεσμα στον πλησιέστερο ακέραιο.

$$v_0 = \dots\dots\dots cm/s$$

## B ΜΕΡΟΣ

Απομακρύνετε τον ορθοστάτη με την φωτοπύλη. Μετακινήστε κατακόρυφα την ξύλινη βάση του διαδρόμου εκτόξευσης ώστε το άκρο του να βρίσκεται σε ύψος  $15cm$  από τον πάγκο εργασίας. Με τη βοήθεια της αεροστάθμης οριζοντιώστε. Κολλήστε με χαρτοταινία το φύλλο χαρτί A3 στον πάγκο εργασίας με τη μία μικρή πλευρά του κάτω από το τέλος του διαδρόμου εκτόξευσης. Περάστε το άκρο του νήματος της στάθμης με φορά από κάτω προς τα πάνω, μέσα από την μικρή τρύπα που βρίσκεται ακριβώς μπροστά από το τέλος του διαδρόμου εκτόξευσης. Τραβήξτε το νήμα μέχρι η μύτη του βαριδιού να βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση από το χαρτί. Σημειώστε πάνω στο χαρτί το ίχνος της κατακόρυφης. Αφήστε το νήμα περασμένο ώστε να μπορείτε εύκολα να επιβεβαιώνετε και στις επόμενες μετρήσεις ότι το άκρο του διαδρόμου βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο.

Πραγματοποιήστε μια δοκιμαστική βολή λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες του πρώτου μέρους ώστε να διαπιστώσετε σε ποιο περίπου σημείο η σφαίρα κτυπά στον πάγκο. Τοποθετήστε κατάλληλα το καρμπόν ώστε η σφαίρα να πέσει πάνω σ' αυτό και να αφήσει το ίχνος την στο χαρτί, και πραγματοποιήστε ξανά την βολή. Μετρήστε την απόσταση πτώσης της σφαίρας (βεληνεκές) από την κατακόρυφο σε εκατοστόμετρα με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου. Επαναλάβετε τη διαδικασία ανεβάζοντας το ύψος ανά  $5cm$  μέχρι τα  $40cm$  οπότε θα έχετε καταγράψει έξι μετρήσεις. Μην παραλείπετε κάθε φορά να ελέγχετε αν η βάση είναι οριζόντια και με

το νήμα της στάθμης, αν το άκρο του διαδρόμου είναι πάνω από το σημείο του χαρτιού που σημειώσατε κατά την πρώτη μέτρηση. Καταχωρίστε τις μετρήσεις στον παρακάτω πίνακα και συμπληρώστε την τρίτη γραμμή στρογγυλοποιώντας το αποτέλεσμα στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο.

Από τη σχέση (1) επιλύστε ως προς  $g$  κάντε τους υπολογισμούς λαμβάνοντας υπόψη την αρχική ταχύτητα  $v_0$  που υπολογίσατε στο Α μέρος και συμπληρώστε την τέταρτη γραμμή του πίνακα στρογγυλοποιώντας στον πλησιέστερο ακέραιο.

$h(cm)$	15	20	25	30	35	40
$s(cm)$						
$s^2(cm^2)$						
$g(cm/s^2)$						

Στο μιλιμετρέ που σας δόθηκε, σχεδιάστε ορθογώνιο σύστημα αξόνων  $h-s^2$  και βαθμολογήστε κατάλληλα τους άξονες λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές του πίνακα.

1. Σημειώστε τα σημεία που προκύπτουν από τις τιμές του πίνακα και σχεδιάστε τη γραφική παράσταση. Υπολογίστε την κλίση  $k$  της γραφικής παράστασης στρογγυλοποιώντας στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο.

$$k = \dots\dots\dots cm^{-1}$$

Από την σχέση,  $k = \frac{g}{2v_0^2}$ , υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας και στρογγυλοποιήστε στον πλησιέστερο ακέραιο.

$$g = \dots\dots\dots cm/s^2$$

Από τις τιμές της τέταρτης γραμμής του πίνακα υπολογίστε την ποσότητα,  $\delta g = \frac{g_{\max} - g_{\min}}{2}$ , που είναι το σφάλμα του υπολογισμού.

$$\delta g = \dots\dots\dots cm/s^2$$

Άρα,

$$g = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) cm/s^2$$

2. Καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή ο οποίος θα σημειώσει ένα στόχο πάνω στο χαρτί, διαφορετικό από τα ίχνη που έχουν δημιουργηθεί από τις προηγούμενες βολές σας. Κάντε τις απαραίτητες μετρήσεις και υπολογισμούς και όταν είστε έτοιμοι

καλέστε τον επιβλέποντα και πραγματοποιήστε μία βολή προσπαθώντας να πετύχετε το στόχο.

### Ερώτηση 1

Γνωρίζοντας ότι η κινητική ενέργεια της σφαίρας τη στιγμή που εγκαταλείπει το διάδρομο είναι ανάλογη του γινομένου της μάζας επί το τετράγωνο της ταχύτητας εκτόξευσης, ( $K \sim mv_0^2$ ), από ποια μεγέθη εξαρτάται η ταχύτητα  $v_0$ ; Δικαιολογήστε πλήρως την απάντησή σας. Δίνεται ότι κατά την κύλιση της σφαίρας στον διάδρομο εκτόξευσης δεν έχουμε απώλεια μηχανικής ενέργειας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Ερώτηση 2

Αν πραγματοποιούσατε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο το πείραμα σε ... άλλο πλανήτη, ποιες από τις μετρήσεις και ποια αποτελέσματα θα ήταν διαφορετικά; Δικαιολογήστε πλήρως την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Καλή επιτυχία