

Προκριματικός διαγωνισμός για την 14^η EUSO 2016
στην Φυσική
Σάββατο 5/12/2015

Όνοματεπώνυμο μελών ομάδας

- 1).....
2).....
3).....

Σχολείο:.....

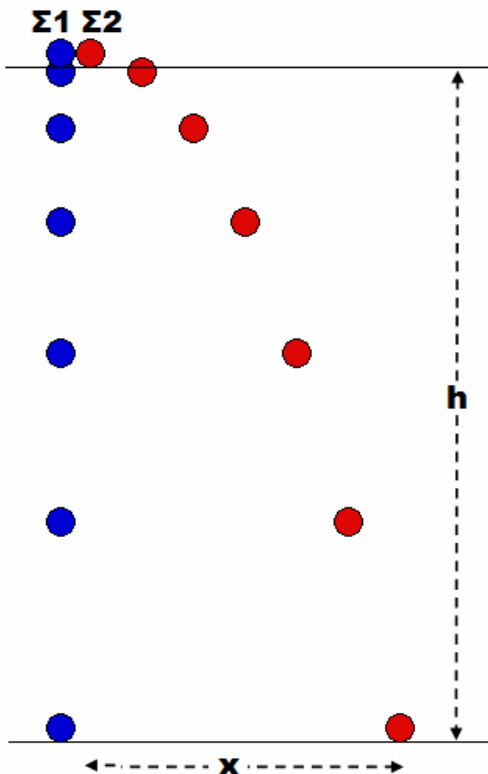
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΒΟΛΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (g)

Διάρκεια: 45 λεπτά

Στόχοι

1. Να διαπιστώσετε ότι κατά την οριζόντια βολή μιας σφαίρας και την ελεύθερη πτώση μιας άλλης σφαίρας όταν ξεκινούν ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος, φθάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος.
2. Να προσδιορίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας g.

Εισαγωγικές γνώσεις



Αφήνουμε από ύψος h μια σφαίρα (Σ1) να πέσει και ταυτόχρονα εκτοξεύουμε οριζόντια άλλη μία ίδια σφαίρα (Σ2) με ταχύτητα u_0 .

Υπό την προϋπόθεση ότι αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα η κίνηση της σφαίρας Σ1 είναι ελεύθερη πτώση και η κίνηση της σφαίρας Σ2 είναι οριζόντια βολή.

Επειδή κατά την οριζόντια διεύθυνση δεν ασκείται καμία δύναμη στη σφαίρα Σ2, αυτή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά με ταχύτητα u_0 , δηλαδή με την αρχική ταχύτητα εκτόξευσης. Συγχρόνως, η σφαίρα Σ2 πέφτει ελεύθερα κατά την κατακόρυφη διεύθυνση υπό την επίδραση του βάρους της

Αν επιλέξουμε το κατάλληλο σύστημα συντεταγμένων οι εξισώσεις που μας δίνουν τη θέση της σφαίρας Σ2 είναι:

$$x = v_0 t \quad \text{και} \quad y = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

Όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, και η εξίσωση που μας δίνει τη θέση της σφαίρας Σ1 είναι:

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

Με απαλοιφή του χρόνου από τις εξισώσεις (1) προκύ-

ΠΤΕΙ:

$$x = \sqrt{\frac{2y}{g}} v_0 \quad (2)$$

Η σχέση (2) υποδεικνύει ότι η μεταβλητή x (βεληνεκές) της οριζόντιας βολής είναι ανάλογη της ταχύτητας εκτόξευσης, δεδομένου ότι η οριζόντια βολή γίνεται από συγκεκριμένο (σταθερό) ύψος.

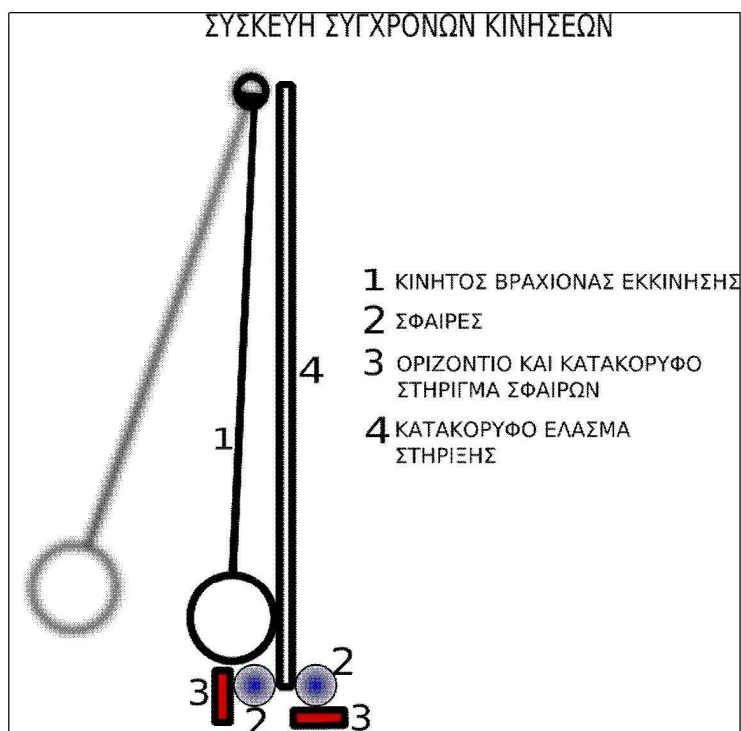
Όργανα συσκευές και υλικά που απαιτούνται:

- Συσκευή σύγχρονων κινήσεων.
- Νήμα της στάθμης.
- Παχύμετρο-διαστημόμετρο.
- Δύο λαβίδες.
- Δύο σύνδεσμοι απλοί.
- Δύο γυάλινες σφαίρες.
- Ορθοστάτης.
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο με φωτοπύλη και το τροφοδοτικό τους.
- Μετροταινία χάρτινη.
- Λευκές κόλλες και καρμπόν

Μέθοδος – Πειραματική διάταξη

Η συσκευή σύγχρονων κινήσεων (ΣΣΚ) του διπλανού σχήματος εξασφαλίζει την ταυτόχρονη εκκίνηση των δύο σφαιρών Σ1 και Σ2. Οι σφαίρες Σ1 και Σ2 (2) στηρίζονται κατάλληλα στο οριζόντιο και κατακόρυφο στήριγμα σφαιρών (3) γύρω από το ελεύθερο άκρο του κατακόρυφου ελάσματος στήριξης (4). Όταν ο κινητός βραχίονας εκκίνησης (1) ανυψωθεί και αφεθεί ελεύθερος συγκρούεται με το κατακόρυφο έλασμα στήριξης σφαιρών (4). Τότε το έλασμα στήριξης ελευθερώνει την μία σφαίρα (2), και αυτή εκτελεί ελεύθερη πτώση και ταυτόχρονα εκτοξεύει την άλλη σφαίρα (2) οριζόντια με μια αρχική ταχύτητα.

Αφήνουμε τον βραχίονα εκκίνησης από διαφορετικά ύψη και έτσι επιτυγχάνουμε διαφορετικές ταχύτητες εκτόξευσης της μιας από τις δύο σφαίρες.

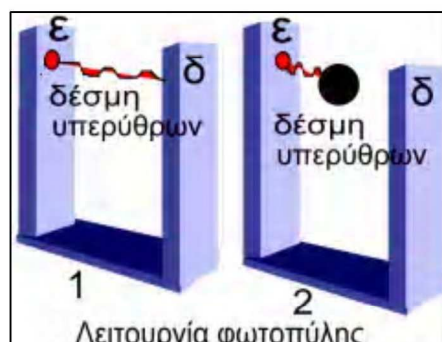


Για να μετρήσουμε την ταχύτητα εκτόξευσης χρησιμοποιούμε την φωτοπύλη. Αυτή σχηματικά φαίνεται στην διπλανή εικόνα. Στη θέση ϵ της φωτοπύλης έχουμε εκπομπή δέσμης υπεριώθρων ακτινών και στη θέση δ έναν ανιχνευτή τους. Κινούμενη η εκτοξευόμενη σφαίρα Σ2 διακόπτει την επικοινωνία μεταξύ ϵ και δ για ένα χρονικό διάστημα. Αυτή τη διακοπή καταγράφει το ηλεκτρονικό χρονόμετρο με το οποίο επικοινωνεί η φωτοπύλη.

Γνωρίζοντας αυτό το χρονικό διάστημα και τη διάμετρο της εκτοξευόμενης σφαίρας μπορούμε από τον τύπο της ταχύτητας

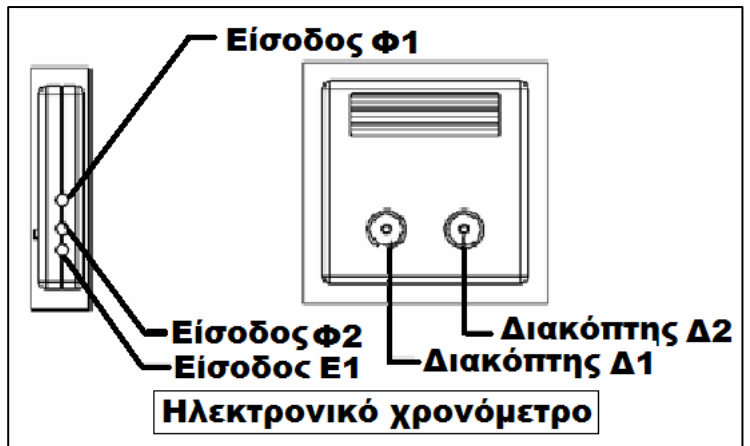
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

να υπολογίσουμε την αρχική ταχύτητα v_0 οριζόντιας εκτόξευσης της σφαίρας Σ2.



Το ηλεκτρονικό χρονόμετρο παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα. Εισάγουμε το καλώδιο της φωτοπύλης στην είσοδο **Φ1**. Μόλις η είσοδος **Ε1** του χρονομέτρου συνδεθεί στο τροφοδοτικό:

- Εμφανίζεται το μήνυμα «HELLO»
- Εμφανίζεται η ένδειξη «0.0000» και είναι έτοιμο για χρήση
- Πατάμε στιγμιαία τον διακόπτη **Δ1** και μετά με τον διακόπτη **Δ2** επιλέγουμε τον τρόπο λειτουργίας του χρονομέτρου, **F1**.
- Με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας το χρονόμετρο καταγράφει την διάρκεια **μιας διακοπής** της δέσμης υπερύθρων.
- Το χρονόμετρο σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας καταγράφει 8 μετρήσεις.
- Όταν καταγραφεί και η 8^η μέτρηση η τιμή της εμφανίζεται στην οθόνη αναβοσβήνοντας.
- Πατώντας τον διακόπτη **Δ2** εμφανίζεται στην οθόνη ο τρόπος λειτουργίας του χρονομέτρου (**F1**) και στην συνέχεια ο αριθμός μέτρησης και στην συνέχεια η τιμή της μέτρησης. Για παράδειγμα μόλις πατήσουμε το **Δ2** έχουμε με σειρά εμφάνισης: Τρόπος λειτουργίας → αριθμός μέτρησης → τιμή μέτρησης → αριθμός μέτρησης → τιμή μέτρησης → αριθμός μέτρησης → τιμή μέτρησης...



Πειραματική διαδικασία

1. Προσαρμόστε τη διάταξη της εικόνας 1 με τη βοήθεια των λεπτομερέστερων εικόνων 2 και 3.



Εικόνα 1



Εικόνα 2



Εικόνα 3

2. Μετρήστε με το παχύμετρο τη διάμετρο της οριζόντια εκτοξευόμενης σφαίρας **Σ2** και καταγράψτε την τιμή της στην αντίστοιχη θέση του πίνακα 1.
3. Μετρήστε το ύψος από το έδαφος της οριζόντια εκτοξευόμενης σφαίρας **Σ2** και καταγράψτε την τιμή του στην αντίστοιχη θέση του πίνακα 1.

4. Ρυθμίστε την φωτοπύλη στον τρόπο λειτουργίας F1.
5. Ανυψώστε το κινητό βραχίονα εκκίνησης και αφήστε τον ελεύθερο.
6. Διαπιστώστε αν οι σφαίρες φθάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος και καταχωρήστε (Ναι/Όχι) στην αντίστοιχη θέση του πίνακα 1.
7. Μετρήστε και καταγράψτε στην αντίστοιχη θέση του πίνακα 1 την οριζόντια απόσταση χ (βεληνεκές).
8. Επαναλάβετε τα βήματα 5, 6 και 7 για τέσσερα ακόμη διαφορετικά ύψη εκκίνησης του κινητού βραχίονα εκκίνησης.

Επεξεργασία

1. Υπολογίστε την ταχύτητα εκτόξευσης της σφαίρας u_0 και συμπληρώστε τις αντίστοιχες θέσεις στον πίνακα 1.
2. Παραστήστε τα ζεύγη των τιμών $\chi - u_0$ στο σύστημα αξόνων και χαράξτε την κατάλληλη ευθεία γραμμή που να ικανοποιεί καλύτερα όλες τις μετρήσεις που προκύπτουν από τις αντίστοιχες πειραματικές τιμές του πίνακα 1.
3. Υπολογίστε από το διάγραμμα την κλίση (κ) της ευθείας που έχετε σχεδιάσει. Σύμφωνα με τη σχέση (2) η κλίση της ευθείας είναι ίση με το συντελεστή

$$\kappa = \sqrt{\frac{2y}{g}} \text{ του } u_0$$

Επομένως ισχύει:

$$g = \frac{2y}{\kappa^2} \quad (3)$$

Από τη σχέση (3) υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας g .

Ερωτήσεις

A) Συγκρίνοντας τη διάρκεια των κινήσεων των δύο σφαιρών συμπεραίνουμε ότι οι κινήσεις γίνονται ταυτόχρονα. Είναι αποδεκτό να πούμε, σύμφωνα με την προηγούμενη διαπίστωση, ότι η κατακόρυφη συνιστώσα της κίνησης της οριζόντιας βολής είναι ελεύθερη πτώση;

.....

B) Συγκρίνετε την πειραματική τιμή με την τιμή $g_0=9,80\text{m/s}^2$. Κάνετε μια αξιολόγηση των μετρήσεών σας υπολογίζοντας τη σχετική επί τοις εκατό απόκλιση από την τιμή $g_0=9,80\text{m/s}^2$:

$$\alpha = \frac{|g - g_0|}{g_0} \times 100$$

.....

Γ1) Σύμφωνα με τη σχέση (2) και την πειραματική διαδικασία που ακολουθήσατε είναι αποδεκτό να πούμε ότι η οριζόντια συνιστώσα της κίνησης της οριζόντιας βολής είναι ευθύγραμμη ομαλή κίνηση;

.....

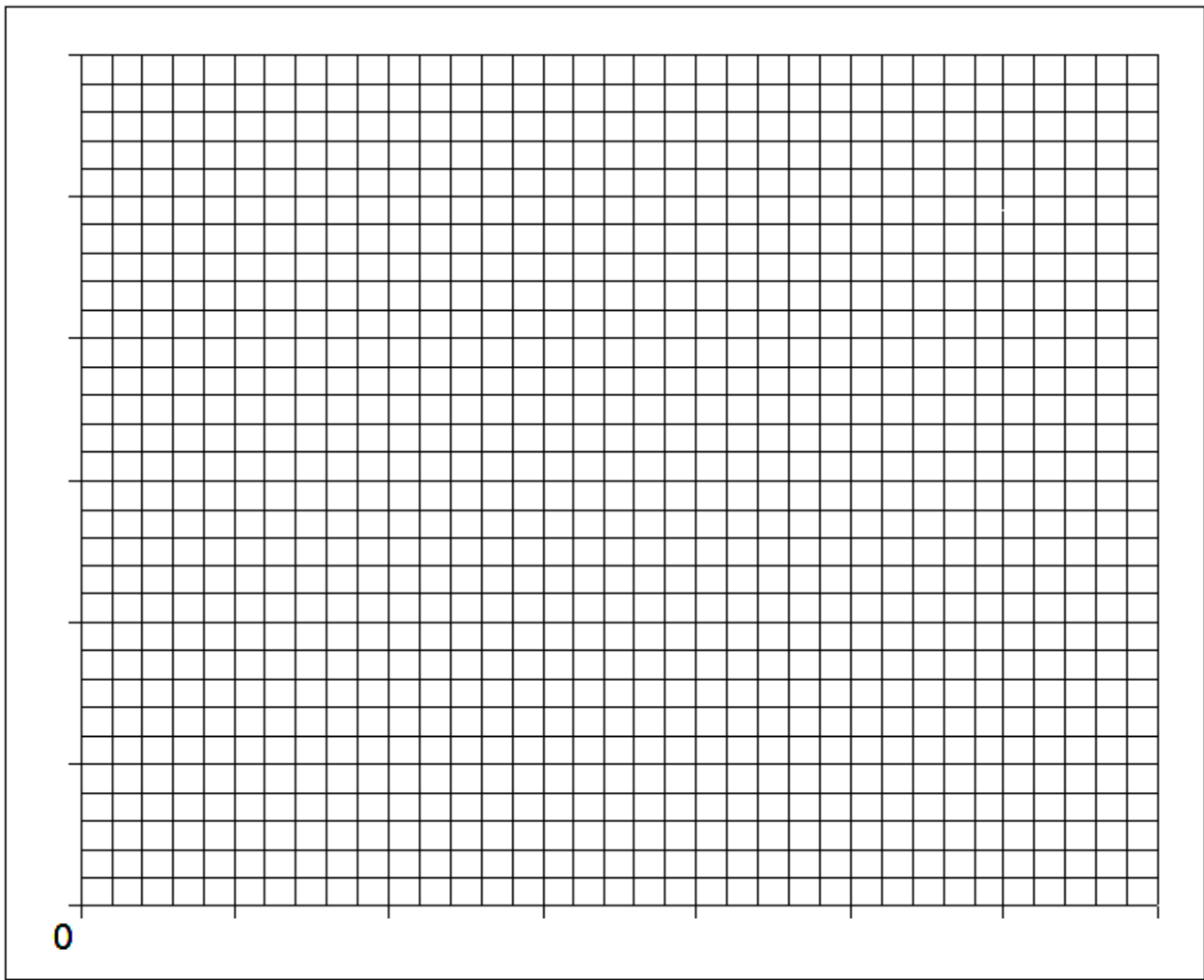
.....

Γ2) Ποια είναι η διάρκεια πτώσης των σφαιρών;

.....

.....

ΠΙΝΑΚΑΣ 1				
Διάμετρος της οριζόντια εκτοξευόμενης σφαίρας =m				
Ύψος από το έδαφος της οριζόντια εκτοξευόμενης σφαίρας =m				
Αριθμός μέτρησης	Οι σφαίρες φθάνουν ταυτόχρονα; (Ναι/Όχι)	Διάρκεια διέλευσης της σφαίρας(sec)	Βεληνεκές χ σφαίρας(m)	Ταχύτητα εκτόξευσης σφαίρας(m/sec)
1				
2				
3				
4				
5				
Τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g που υπολογίσατε =				



ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΟΜΑΔΑ.....

Σημεία αξιολόγησης	Μέγιστη τιμή	Αξιολόγηση ομάδας
Προσαρμογή της πειραματικής διάταξης – δοκιμαστική εκτόξευση	5	
Μέτρηση ύψους εκτόξευσης	5	
Μέτρηση διαμέτρου σφαίρας	5	
Ρύθμιση φωτοπύλης-χρονομέτρου	5	
Έναρξη μέτρησης με φωτοπύλη	5	
Καταχώριση μετρήσεων	5	
Υπολογισμοί στον πίνακα μετρήσεων	5	
Κλίμακες, μονάδες, βαθμολόγηση αξόνων	10	
Τοποθέτηση σημείων στη γραφική παράσταση	10	
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας	5	
Υπολογισμός κλίσης ευθείας	10	
Εκτίμηση g από πειραματική ευθεία	10	
Εκτίμηση της επί τοις % απόκλισης από την τιμή της g_0	5	
Αιτιολόγηση της απόκλισης- Ερώτηση Β	5	
Ερώτηση Α	5	
Ερώτηση Γ1 + Γ2	5	
Σύνολο	100	