### Προτεινόμενη Δραστηριότητα 4: Μελέτη της οριζόντιας βολής

**Χρόνος: 80 λεπτά**

Σχετική θεωρία από το βιβλίο του μαθητή: σελ. 18-23

**Απαιτούμενα Όργανα/Εργαλεία:**

* Ορθοστάτης/Τραπέζι
* Εκτοξευτήρας (mini-launcher)
* Σιδερένιες σφαίρες (16 mm)
* Διασύνδεση (interface)
* Φωτοπύλες
* Ηλεκτρονικός υπολογιστής
* Χάρακας/μετροταινία (βαθμονομημένος σε χιλιοστόμετρα)
* Λαδόκολλα
* Λευκό χαρτί

|  |
| --- |
| **Προσοχή:** Καθόλη τη διάρκεια της δραστηριότητας θα πρέπει να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ώστε να μην έχετε οπλισμένο τον εκτοξευτήρα ενώ άτομα βρίσκονται στην τροχιά της σφαίρας. Θα πρέπει να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ώστε κανείς να μην κοιτάζει απευθείας προς τον εκτοξευτήρα ενώ είστε έτοιμοι να τραβήξετε τη σκανδάλη και απελευθερώσετε τη σφαίρα. |

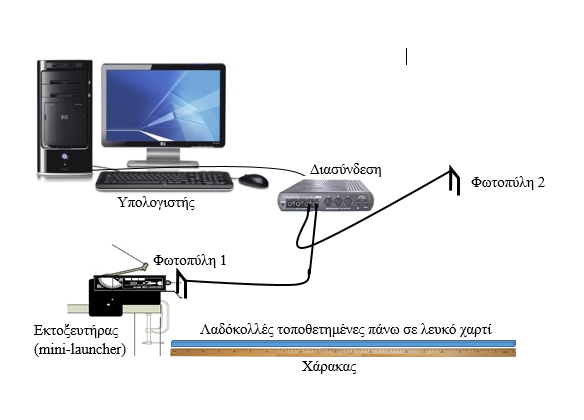
****

|  |  |
| --- | --- |
| Η συσκευή που θα χρησιμοποιήσουμε είναι αυτή της διπλανής εικόνας. Αποτελείται από έναν εκτοξευτήρα ελατηρίου που μπορεί να εκτοξεύει μεταλλικές σφαίρες 16mm με την βοήθεια σκανδάλης. Τραβώντας τη σκανδάλη το ελατήριο ελευθερώνεται και η δύναμη επαναφοράς παράγει έργο προσδίδοντας κινητική ενέργεια στη σφαίρα. Καθώς το ελατήριο φθάνει στο φυσικό του μήκος σταματά στα τοιχώματα της εκτοξευτήρα και η σφαίρα λόγω αδράνειας συνεχίζει την κίνησή της με την ταχύτητα που έχει αποκτήσει από το ελατήριο.  Η συσκευή έχει **τρεις θέσεις οπλισμού** προσδίδοντας στη σφαίρα **τρεις διαφορετικές αρχικές ταχύτητες.** |  |

**Πειραματική διάταξη-ρυθμίσεις**

Με τη βοήθεια του καθηγητή σας ετοιμάστε τη διασύνδεση ώστε με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος DataStudio να μπορείτε να λαμβάνεται μετρήσεις.

* Αρχικά κάνοντας χρήση τη μια φωτοπύλη που είναι στερεωμένη ακριβώς στο στόμιο του εκτοξευτήρα να μετρά την ταχύτητα εκτόξευσης της σιδερένιας σφαίρας.
* Ακολούθως με την χρήση και τον δύο φωτοπυλών να μετρά τον χρόνο πτήσης της σιδερένιας σφαίρας.



Ακολουθήστε τα εξής βήματα:

1. Να συνδέσετε τη διασύνδεση με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, και να θέσετε σε λειτουργία κατά σειρά τη διασύνδεση και μετά τον υπολογιστή.
2. Να συνδέσετε την πρώτη φωτοδίοδο με το κανάλι 1 της διασύνδεσης και τη δεύτερη φωτοδίοδο της τάσης με το κανάλι 2 της διασύνδεσης.
3. Να ανοίξετε το πρόγραμμα DataStudio στον υπολογιστή.
4. Να επιλέξετε Create Expiriment.
5. Από την επιλογή Add Sensor or Instraments -> Science Workshop Digital Sensors ->Photogate.
6. Επαναλάβετε την πιο πάνω διαδικασία για να συνδέσετε ακόμα μια φωτοπύλη.

**Ι. Προσδιορισμός Ταχύτητας Εκτόξευσης**

Η μέτρηση της αρχικής ταχύτητας της εκτοξευόμενης σφαίρας γίνεται με τη βοήθεια φωτοπύλης που στερεώνεται ακριβώς στο στόμιο του εκτοξευτήρα. Θα πρέπει να στερεώσετε τον εκτοξευτήρα στον πάγκο του εργαστηρίου και να τον τοποθετήσετε στην οριζόντια θέση με την ένδειξη του μοιρογνωμονίου στη θέση 0o.

Να τοποθετήσετε τη διάταξη του εκτοξευτήρα σε οριζόντια θέση και τη μεταλλική σφαίρα στο στόμιό του. Χρησιμοποιώντας την πλαστική ράβδο σπρώξτε τη σφαίρα ώστε να συμπιεστεί το ελατήριο έως ότου ακουστεί το πρώτο «κλίκ» που σηματοδοτεί τον οπλισμό του εκτοξευτήρα στην πρώτη θέση εκτόξευσης. Συμπιέζοντας το ελατήριο περισσότερο μπορείτε να φθάσετε στην δεύτερη ή τρίτη θέση οπλισμού του ελατηρίου.

**Η φωτοπύλη μετράει το χρόνο που διαρκεί το πέρασμα του αντικειμένου από το «μάτι» της (χρόνος διακοπής της δέσμης στο φωτοκύτταρο). Γνωρίζοντας το μήκος του αντικειμένου (στην προκειμένη περίπτωση τη διάμετρο της σφαίρας) υπολογίζεται η ταχύτητα του όταν περνούσε από τη φωτοπύλη.**

Θα πρέπει επιπλέον να γίνουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις στο λογισμικό Data studio.

1. Επιλέξετε την Photogate 1 -> Constants -> flag length και βάλτε την διάμετρο της σφαίρας που είναι 16mm.
2. Στο Photogate 1 ->Measurements θα πρέπει να είναι επιλεγμένο μόνο Velocity In Gate Ch 2.
3. Από την περιοχή Displays να μεταφέρετε το εικονίδιο table και να το ρίξετε στο εικονίδιο Velocity In Gate Ch 1. στην περιοχή Data.
4. Η στήλη του χρόνου δεν χρειάζεται συνεπώς αν θέλετε μπορεί να αφαιρεθεί πατώντας δεξί κλικ και πατώντας στο time έτσι ώστε να μην είναι επιλεγμένο.
5. Η φωτοπύλη στο κανάλι 2 δεν χρειάζεται στο μέρος αυτό της δραστηριότητας συνεπώς θα ήταν καλύτερα να την αποσυνδέσετε.

Τραβώντας τη σκανδάλη η σφαίρα απελευθερώνεται. **Να χρησιμοποιήσετε ένα μεταλλικό κουτί μετά τη φωτοπύλη ώστε να συγκρατείτε τη σφαίρα μετά την εκτόξευσή της**. Να καταγράψετε τις τρεις τιμές της αρχικής ταχύτητας εκτόξευσης στον πίνακα 1. Να πάρετε τρείς μετρήσεις για κάθε κλικ.

|  |
| --- |
| Συζητήστε με τους συμμαθητές σας αλλά και με τον καθηγητή σας γιατί να χρειάζεται η μέτρηση της αρχικής ταχύτητας εκτόξευσης τρεις φορές για κάθε θέση. Καταγράψετε τα συμπεράσματα από την συζήτηση αυτή. |
|  |

**Πίνακας 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Οπλισμός | u(m/s) | Μέση τιμή της ταχύτητας (m/s) |
| Θέση 1 |  |  |
|  |
|  |
| Θέση 2 |  |  |
|  |
|  |
| Θέση 3 |  |  |
|  |
|  |

**ΙΙ. Βεληνεκές και χρόνος πτήσης για βολές από το ίδιο ύψος και διαφορετικές αρχικές ταχύτητες**

Η μέτρηση του βεληνεκούς (δραστηριότητα ΙΙ.1) και του χρόνου πτήσης (δραστηριότητα ΙΙ.2**) να γίνουν ταυτόχρονα** για εξοικονόμηση χρόνου. Για το λόγο αυτό διαβάστε και τις δύο δραστηριότητες να κατανοήσετε τι πρέπει να κάνετε και μετά να αρχίσετε τη διαδικασία λήψης μετρήσεων.

**ΙΙ.1 Βεληνεκές**

Έχοντας τη διάταξη του εκτοξευτήρα στην οριζόντια θέση και τη σφαίρα στο στόμιο του εκτοξευτήρα να μετρήσετε το αρχικό της ύψος, *h*αρχ., από το δάπεδο χρησιμοποιώντας μετροταινία ή ένα δίμετρο χάρακα. Να καταγράψετε την τιμή που μετρήσατε στον Πίνακα 2.

* Να οπλίσετε τον εκτοξευτήρα στην 1η θέση και **να βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει κανένα άτομο να παρεμβάλετε στην τροχιά της σφαίρας**.
* Να τραβήξετε τη σκανδάλη και να παρατηρήσετε το σημείο στο οποίο η σφαίρα πέφτει στο δάπεδο. Να κάνετε 2 δοκιμαστικές βολές και στο σημείο που προσδιορίσατε να τοποθετήσετε λαδόκολλα και να τη στερεώσετε στο δάπεδο με χαρτοταινία. Όταν η σφαίρα χτυπήσει στο δάπεδο αφήνει το αποτύπωμα της πάνω στο χαρτί.
* Χρησιμοποιώντας μετροταινία να μετρήσετε την οριζόντια απόσταση του ίχνους του σημείου πτώσης της σφαίρας από την προβολή του σημείου εκτόξευσης στο έδαφος. Η απόσταση αυτή αποτελεί το βεληνεκές, *d*, της οριζόντιας βολής που εκτελεί η σφαίρα. **Να καταγράψετε στον Πίνακα 2 το βεληνεκές**.

Να επαναλάβετε τα προηγούμενα βήματα της διαδικασίας για τις άλλες δύο θέσεις οπλισμού **παίρνοντας 3 μετρήσεις** του βεληνεκούς για κάθε περίπτωση. Να καταγράψετε τις μετρήσεις στον Πίνακα 2 και να υπολογίσετε τη μέση τιμή τους .

|  |
| --- |
| Που οφείλεται κατά την γνώμη σας η διακύμανση των τιμών του βεληνεκούς που μετρήσατε; |
|  |

* Να υπολογίσετε την τιμή του βεληνεκούς χρησιμοποιώντας την τιμή της αρχικής ταχύτητας εκτόξευσης που βρήκατε στο προηγούμενο στάδιο μετρήσεων και το μέγιστο ύψος της τροχιάς και να καταγράψετε τα αποτελέσματά σας στις αντίστοιχες θέσεις του Πίνακα 2 (αναμενόμενο βεληνεκές).

**Πίνακας 2**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Αρχικό ύψος εκτόξευσης: hαρχ. = | | | | |
| Θέση 1 - αναμενόμενο βεληνεκές: | | | | |
| Θέση 2 - αναμενόμενο βεληνεκές: | | | | |
| Θέση 3 - αναμενόμενο βεληνεκές: | | | | |
| Οπλισμός | *d*(m) | (m) | (ms) | (ms) |
| Θέση 1 |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
| Θέση 2 |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
| Θέση 3 |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |
| --- |
| Πως συγκρίνονται οι αναμενόμενες τιμές του βεληνεκούς με τις μέσες τιμές των μέγιστων αποστάσεων που μετρήσατε σε κάθε περίπτωση; Να σχολιάσετε τυχόν διαφορές. |
|  |

**II.2 Χρόνος πτήσης**

Για τη μέτρηση του χρόνου πτήσης της σφαίρας, θα πρέπει να εφαρμόσετε μία μή αυτοματοποιημένη διαδικασία. **Θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσετε και τις δύο φωτοπύλες,** η μία εκ των οποίων είναι στερεωμένη στο άνοιγμα του σωλήνα του εκτοξευτή όπως προηγουμένως, και χρησιμοποιείται για να ξεκινά το χρονόμετρο. Η δεύτερη φωτοπύλη χρησιμοποιείται από τον παρατηρητή της ομάδας για να σταματά το χρονόμετρο όταν η σφαίρα πέφτει στο δάπεδο διακόπτοντας τη φωτοδέσμη με το δάχτυλο.

Θα πρέπει επιπλέον να γίνουν οι ακόλουθες ρυθμίσεις στο λογισμικό Data studio.

1. Να βεβαιωθείτε ότι είναι συνδεδεμένες στην διασύνδεη και οι 2 φωτοπύλες.
2. Στο Photogate 1 ->Measurements δεν θα πρέπει να είναι τίποτα επιλεγμένο.
3. Στο Photogate 2 ->Measurements θα πρέπει να είναι επιλεγμένο μόνο Time Between Any Gates, Ch 2.
4. Από την περιοχή Displays να μεταφέρετε το εικονίδιο table και να το ρίξετε στο εικονίδιο Between Any Gates, Ch 2 στην περιοχή Data.
5. Η στήλη του χρόνου που θα διαβάζεται είναι αυτή που ονομάζεται elapsed time.

* Να πατήσετε start και να τραβήξετε τη σκανδάλη. Όταν ακουστεί ο ήχος πρόσκρουσης της σφαίρας στο έδαφος να διακόψετε με το δάχτυλο τη φωτοδέσμη της φωτοπύλης 2.
* Να επαναλάβετε την μέτρηση του χρόνου πτήσης 3 φορές για κάθε τιμή της αρχικής ταχύτητας της σφαίρας.
* Να συμπληρώστε τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας στον Πίνακα 2 και να υπολογίσετε τη μέση τιμή του χρόνου πτήσης, .

|  |
| --- |
| Ποιος κατά τη γνώμη σας είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που συνεισφέρει συστηματικό σφάλμα στις μετρήσεις του χρόνου πτήσης; Αφού συζητήσετε στη τάξη να προτείνετε κάποιους τρόπους για να μπορέσετε να μειώσετε το σφάλμα αυτό. |
|  |

**ΙΙΙ. Ανάλυση δεδομένων**

|  |
| --- |
| **Α.** Στο χιλιοστομετρικό χαρτί που σας δίνεται να κατασκευάσετε την , τη γραφική παράσταση δηλαδή του βεληνεκούς συναρτήσει της αρχικής ταχύτητας εκτόξευσης για το ίδιο ύψος βολής. Να χαράξετε την ευθεία που περνά πιο κοντά από όλα τα πειραματικά σημεία της. |
|  |

|  |
| --- |
| **Β.** Να γράψετε τα συμπεράσματά σας για την εξάρτηση του βεληνεκούς από την αρχική ταχύτητα εκτόξευσης. |
|  |

|  |
| --- |
| **Γ.** Να γράψετε την σχέση που συνδέει την κλίση της ευθείας με την επιτάχυνση της βαρύτητας και το ύψος της βολής. Από τη σχέση αυτή και υπολογίζοντας την κλίση της ευθείας να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας, g, και να συγκρίνετε τη τιμή που βρήκατε με τη θεωρητικά αναμενόμενη τιμή της στην Κύπρο, g = 9,80m/s2 (η ακριβής τιμή είναι 9,7975 m/s2). Να προσδιορίσετε το % σχετικό σφάλμα, **σg** της επιτάχυνσης της βαρύτητας: 100. |
| Κλίση ευθείας: α = ............................. ...............................  **gπειρ. =** ........................... σg = …………………….. |

|  |
| --- |
| Δ. Να γράψετε τα συμπεράσματά σας για την εξάρτηση του χρόνου πτήσης από την αρχική ταχύτητα εκτόξευσης. |
|  |

|  |
| --- |
| **Ε.** Εάν αντί της μεταλλικής σφαίρας χρησιμοποιούσατε μια ξύλινη σφαίρα ίδιας διαμέτρου πως θα άλλαζε το βεληνεκές σε κάθε περίπτωση αρχικής ταχύτητας; Κατά την γνώμη σας, το βεληνεκές θα ήταν μεγαλύτερο ή μικρότερο από αυτό που έχετε μετρήσει; Αν αντί για μεταλλική σφαίρα είχατε χρησιμοποιήσει ένα μεταλλικό κύβο ακμής όσο η διάμετρος της σφαίρας το βεληνεκές θα ήταν μεγαλύτερο, μικρότερο ή το ίδιο με αυτό της σφαίρας; |
|  |