



Προκριματικός διαγωνισμός για την EUSO 2019

Εξέταση στην Φυσική

Ε.Κ.Φ.Ε. Χανίων, 8 Δεκ. 2018

“Σύνθετη κίνηση σώματος στο βαρυτικό πεδίο”

Στοιχεία μαθητικής Ομάδας:

Όνομα	Επώνυμο	Τάξη	Σχολείο

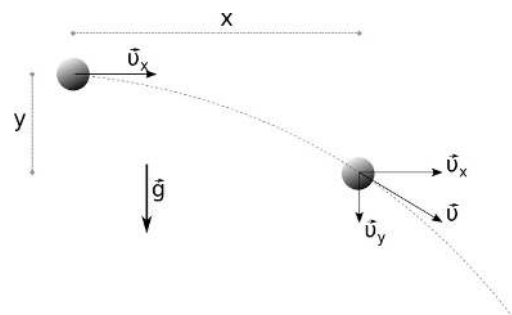
A. Στοιχεία Θεωρίας

Κινήσεις.

Ένα αντικείμενο είναι δυνατόν να εκτελεί **ταυτόχρονα** περισσότερες από μία, απλές κινήσεις. Δυο τέτοια παραδείγματα είναι:

A) Η οριζόντια βολή στο κατακόρυφο (ομογενές) βαρυτικό πεδίο. Το σώμα εκτελεί ταυτόχρονα:

- Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με την αρχική του ταχύτητα, κάθετα στις δυναμικές γραμμές:



$$x = v_x \cdot t \quad (1)$$

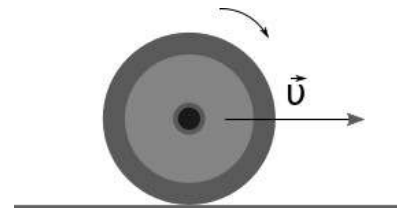
- Ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση παράλληλα στις δυναμικές γραμμές:

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad \& \quad v_y = g \cdot t \quad (2)$$

B) Η κύλιση ενός τροχού (ή μίας μπίλιας...). Εκτελούνται ταυτόχρονα:

- Μεταφορική κίνηση καθώς προχωράει
- Περιστροφική κίνηση γύρω από τον άξονά του.

Μάλιστα, αν ο τροχός κινείται **χωρίς να ολισθαίνει**, **δεν εμφανίζεται τριβή ολίσθησης** και δεν υπάρχουν οι αντίστοιχες ενεργειακές απώλειες σε θερμότητα.



Ενέργεια.

- Ένα σώμα μάζας m , λόγω της θέσης του μέσα στο βαρυτικό πεδίο έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια. Θεωρώντας το πεδίο ομογενές κοντά στην επιφάνεια της γης, και με απόσταση h από το επίπεδο αναφοράς, για την ενέργεια αυτή ισχύει:

$$U_\beta = m \cdot g \cdot h \quad (3)$$

- Ένα υλικό σημείο μάζας m που κινείται με ταχύτητα v , έχει κινητική ενέργεια:

$$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (4)$$

- Ένα *πραγματικό αντικείμενο* μάζας m είναι δυνατόν να εκτελεί σύνθετη κίνηση, ως συνδυασμό μεταφορικής και περιστροφικής κίνησης. Η κινητική του ενέργεια οφείλεται όχι μόνο στην ταχύτητα με την οποία προχωράει, αλλά και στην ταχύτητα περιστροφής. Έτσι, για να την υπολογίσουμε πρέπει να αθροίσουμε τις δύο επιμέρους ενέργειες:

$$K = K_{\text{μεταφορική}} + K_{\text{περιστροφική}} \quad (5)$$

Για την κινητική ενέργεια λόγω *μεταφορικής κίνησης* μπορούμε να εφαρμόσουμε μια εξίσωση της μορφής (4), χρησιμοποιώντας την ταχύτητα με την οποία προχωράει το αντικείμενο. Όσο για την *στροφική κινητική ενέργεια*, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι συνδέεται με την μεταφορική ως εξής:

$$K_{\text{περιστροφική}} = \lambda \cdot K_{\text{μεταφορική}} \quad (6)$$

όπου λ είναι μια σταθερά αναλογίας (εξαρτάται από το σχήμα και την γεωμετρία του σώματος)...

B. Σκοπός – Διάταξη

Σκοπός:

Εξετάζουμε παραμέτρους της κίνησης ενός αντικειμένου (μεταλλική μπίλια) όπως: Μεταφορά ενέργειας σε κρούση, ενέργεια λόγω κίνησης, βεληνεκές σε οριζόντια βολή.

Διάταξη:

Η διάταξη του πειράματος αποτελείται από:

- Δύο συστήματα ράβδων σε μορφή ορθογωνίου παραλληλογράμμου
- Τρεις μεταλλικές σφαίρες. Η μία είναι αναρτημένη από την ανώτερη οριζόντια ράβδο του συστήματος, μέσω δύο δακτυλίων.
- Μία πλάγια ράβδο – “stop” που καθορίζει την ανώτερη αρχική θέση κατά την κίνηση της αναρτημένης σφαίρας. Φροντίζουμε να είναι τοποθετημένη έτσι ώστε η μπίλια να ανυψώνεται από την αρχική της θέση κατά $h_1 = 5\text{cm}$.
- Έναν καμπυλόγραμμο διάδρομο κίνησης με επιπλέον στήριγμα για την σφαίρα που εκτελεί οριζόντια βολή.
- Μία οριζόντια επιφάνεια με τοποθετημένα χαρτί μιλιμετρέ / καρμπόν και δυνατότητα μετακίνησης καθ’ ύψος. Στην διάταξη είναι προσαρμοσμένος ηλεκτρονικός χάρακας για να μετράμε το ύψος, με το “0” να βρίσκεται στο ύψος της αρχικής θέσης βολής.



Εικόνα 3

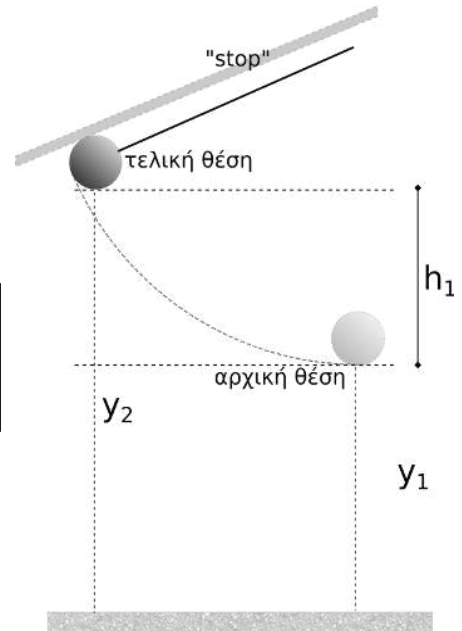
Γ. Πείραμα

Δραστηριότητα 1: Κρούση, ενεργειακές μετατροπές I (20 μον)

- Μετακινήστε την αναρτημένη σφαίρα έτσι ώστε να ακουμπήσει στην ράβδο "stop", (διατηρώντας τα νήματα που την συγκρατούν τεντωμένα). Χρησιμοποιώντας τον χάρακα υπολογίστε την κατακόρυφη ανύψωσή από την αρχική της θέση, συμπληρώνοντας τον πίνακα 1. (3μον.)

y_1 (αρχική θέση)	y_2 (τελική θέση)	Ανύψωση h_1

Πίνακας 1



- Χρησιμοποιώντας τον ηλεκτρονικό ζυγό και το παχύμετρο μετρήστε τη μάζα και την διάμετρο της αναρτημένης σφαίρας (ΣΦΑ) καθώς και των δύο άλλων μεταλλικών σφαιρών (ΣΦ1 & ΣΦ2) που βρίσκονται στην θέση εργασίας σας. Είναι οι σφαίρες όμοιες; (2μον.)

.....

.....

- Μετακινήστε εκ νέου την αναρτημένη σφαίρα (ΣΦΑ) μέχρι την ράβδο "stop". Ταυτόχρονα στο στήριγμα που βρίσκεται στην αρχική της θέση, τοποθετήστε την σφαίρα 1 (ΣΦ1).

Αφήστε ελεύθερη την σφαίρα ΣΦΑ να κινηθεί έτσι ώστε να συγκρουστεί με την "ΣΦ1". Επαναλάβετε την διαδικασία 2-3 φορές και **βάσει των παρατηρήσεων σας** επιβεβαιώστε ή διαψεύστε τις παρακάτω προτάσεις: (15μον.)

- Η αναρτημένη σφαίρα (ΣΦΑ) μεταβιβάζει όλη της την κινητική ενέργεια στην αρχικά ακίνητη σφαίρα (ΣΦ1).

.....

.....

- Η σφαίρα "ΣΦ1" ξεκινάει την κίνηση της με ταχύτητα ίση αυτής που είχε η "ΣΦΑ" ακριβώς πριν την σύγκρουση.

-
-
- Όταν η “ΣΦ1” φτάσει στο οριζόντιο επίπεδο, έχει την ίδια κινητική ενέργεια με αυτήν που είχε η “ΣΦΑ” πριν την κρούση.
-
-

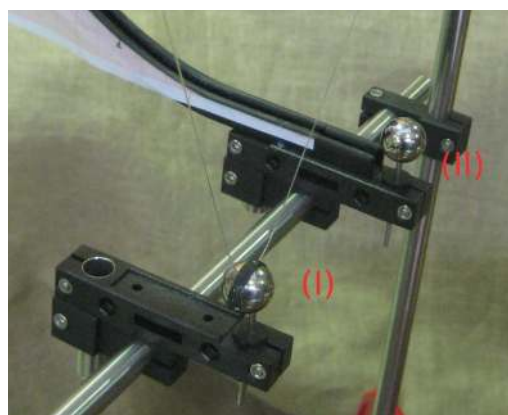
Δραστηριότητα 2. Κρούση, ενεργειακές μετατροπές II (40μον)

Στόχος της δραστηριότητας είναι να μετρήσουμε και να σχολιάσουμε την οριζόντια απόσταση (βεληνεκές) που διανύει η σφαίρα (1) όταν ξεκινήσει την οριζόντια βολή με δύο διαφορετικούς τρόπους:

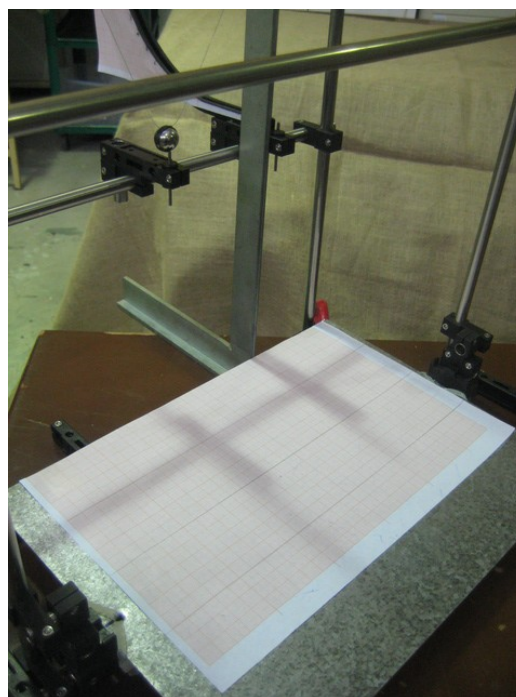
Με την βοήθεια της αναρτημένης σφαίρας (ΣΦΑ) και με την βοήθεια της σφαίρας ΣΦ2 στον διάδρομο κύλισης.

Παρατηρήστε ότι ο διάδρομος κύλισης είναι διαμορφωμένος έτσι ώστε η σφαίρα ΣΦ2 που θα αφηθεί ελεύθερη, να κυλάει χωρίς να γλιστράει. (Κάνετε 1-2 δοκιμές για επιβεβαίωση...). Επίσης είναι σημειωμένα τα ύψη από τα οποία μπορεί να αφηθεί ελεύθερη η σφαίρα να κυλίσει.

- Τοποθετήστε το χαρτί μιλιμετρέ στο οριζόντιο επίπεδο, μπροστά από την διάταξη με τις μεταλλικές σφαίρες και στερεώστε το με λίγο σελοτέηπ. Ελέγξτε ότι είναι τοποθετημένο έτσι ώστε να μετράει σωστά την οριζόντια απόσταση από τα δύο σημεία εκκίνησης δηλ., τα στηρίγματα στις θέσεις (I) και (II).
- Τοποθετήστε το καρμπόν ώστε να καλύπτει όλο το χαρτί μιλιμετρέ.



Εικόνα 4



Εικόνα 5

- Απομακρύνετε την σφαίρα ΣΦΑ από την αρχική της θέση μέχρι το stop και τοποθετήστε την ΣΦ1 στο στήριγμα (I).
 - Αφήστε ελεύθερη την “ΣΦΑ” ώστε να κινηθεί και να συγκρουστεί με την “ΣΦ1”. Η σφαίρα 1 πέφτει στο καρμπόν και αφήνει σημάδι στο χαρτί.
 - Επαναλάβετε άλλες δύο φορές και μετρήστε το **βεληνεκές β_1** (εκμεταλλευτείτε τις δύο μετρήσεις για μεγαλύτερη ακρίβεια): (5μον.)

Βεληνεκές β_1 (cm):

- Τοποθετήστε την “ΣΦ1” στο στήριγμα του διαδρόμου κύλισης (θέση II) και κρατήστε ακίνητη την δεύτερη σφαίρα ΣΦ2 σε ύψος h_1 απ’ αυτήν (ίσο με αυτό που βρισκόταν και η αναρτημένη σφαίρα στο προηγούμενο βήμα).
 - Αφήστε ελεύθερη την “ΣΦ2” να κυλίσει και να συγκρουστεί με την ακίνητη “ΣΦ1”. Επαναλάβετε και μετρήστε το **βεληνεκές β_2** . (5μον.)

Βεληνεκές β_2 (cm):

- Επιβεβαιώστε ή διαψεύστε τις παρακάτω προτάσεις (σχολιάζοντας σχετικά): (15μον.)
 - Η κυλιόμενη σφαίρα (ΣΦ2) στην αρχική της θέση (πριν την ελευθερώσουμε) έχει την ίδια δυναμική ενέργεια με την αναρτημένη σφαίρα (ΣΦΑ) στην αντίστοιχη θέση.
.....
 - Η κυλιόμενη σφαίρα (ΣΦ2) έχει κινητική ενέργεια μόνο λόγω μεταφορικής κίνησης.
.....
 - Η κυλιόμενη σφαίρα (ΣΦ2) μεταβιβάζει όλη της την κινητική ενέργεια στην (ΣΦ1).
.....

- Συγκρίνετε τα δύο βεληνεκή, β_1 & β_2 (2μον.):

- Δώστε μία εξήγηση για το αποτέλεσμα της σύγκρισης των β_1 και β_2 , λαμβάνοντας υπόψιν τις προτάσεις του προηγούμενου ερωτήματος αλλά και αυτές της προηγούμενης δραστηριότητας 1. (13μον.)

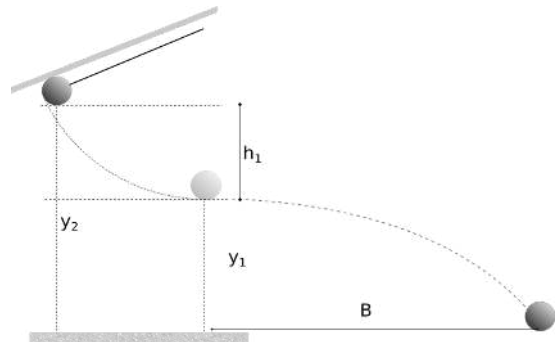
.....
.....
.....

Δραστηριότητα 3.(40μον.)

Επανερχόμαστε στην κρούση μέσω της αναρτημένης σφαίρας. Θα προβλέψετε πειραματικά την θεωρητική σχέση που συνδέει το βεληνεκές B με το αρχικό ύψος h_1 , και θα επαληθεύσετε πειραματικά την πρόβλεψή σας.

Αλλάξτε το χαρτί μιλιμετρέ, ελέγξτε την θέση του και τοποθετήστε το καρμπόν.

- Με την βοήθεια του ηλεκτρονικού χάρακα, τοποθετήστε το επίπεδο με το μιλιμετρέ κλπ., σε κατακόρυφη απόσταση y ίση με h_1 , κάτω από το σημείο οριζόντιας βολής. Ζητήστε από τον επιβλέποντα να σας βοηθήσει.



- Τοποθετήστε την “ΣΦ1” στο στήριγμα και απομακρύνετε την “ΣΦΑ” σε ύψος h_1 (“stop”). Μετά την κρούση, η σφαίρα 1 διανύοντας οριζόντια απόσταση B χτυπάει στο καρμπόν και αφήνει σημάδι. Επαναλάβετε ακόμα δύο φορές (...ακρίβεια).
- Μετακινήστε το επίπεδο διαδοχικά σε κατακόρυφες αποστάσεις $y = 2h_1$ και $y = 4h_1$ επαναλαμβάνοντας το πείραμα.

- “Διαβάστε” τις θέσεις των σημαδιών στο μιλιμετρέ και καταγράψτε τις μετρήσεις στον Πίνακα 2: (15μον.)

h_1 (ύψος της “ΣΦΑ” από σημείο κρούσης)	y (Κατακόρυφη απόσταση βολής)	Βεληνεκές B			
		1η Μέτρηση	2η Μέτρηση	3η Μέτρηση	Μέση τιμή

Πίνακας 2

Για τα ακόλουθα βήματα, λάβετε υπόψιν πιθανό σφάλμα της τάξης 3% - 5%

Τέσσερις συμμαθητές σας (Γιώργος, Μαρία, Ελπίδα, Νίκος) χρησιμοποιώντας την θεωρία για την δυναμική, την κινητική ενέργεια και την οριζόντια βολή καθώς και τις αντίστοιχες εξισώσεις κατέληξαν στις παρακάτω σχέσεις ανάμεσα στις αποστάσεις h_1 , y και B :

Γιώργος: $B=2 \cdot h_1$ Μαρία: $B=2\sqrt{h_1 \cdot y}$ Ελπίδα: $B=2 \cdot h_1 \cdot y$ Νίκος: $B=4 \cdot h_1$

- Χρησιμοποιείτε τα δεδομένα του παραπάνω Πίνακα 2 για να επιλέξετε την σωστή από τις προηγούμενες εξισώσεις. (10 μον.):

.....

.....

.....

- Μετακινήστε το επίπεδο σε μία θέση της επιλογής σας. Προβλέψτε το βεληνεκές χρησιμοποιώντας την εξίσωση που διαλέξατε και συμπληρώστε το στον Πίνακα 3. (5 μον.)
- Επιβεβαιώστε (η διαψεύστε!) την πρόβλεψη σας εκτελώντας πάλι το πείραμα και μετρώντας το βεληνεκές: (10 μον.):

.....

.....

h_1 (ύψος της "ΣΦΑ" από σημείο κρούσης)	y (Κατακόρυφη απόσταση βολής)	Βεληνεκές B, Προβλεπόμενη τιμή:			
		1η Μέτρηση	2η Μέτρηση	3η Μέτρηση	Μέση τιμή

Πίνακας 3



Καλή Επιτυχία!

Παράρτημα:

Υλικά – Παρατηρήσεις

- Από σειρά οργάνων μηχανικής σχολικών εργαστηρίων: Ράβδοι (2 διατάξεις κεκλιμένου επιπέδου), 3 μεταλλικές μπίλιες, 2 στηρίγματα μπίλιας για κρούσεις, 1 διάδρομος κύλισης, 1 ηλεκτρονικός χάρακας.
- Στον διάδρομο κύλισης προσαρμόζουμε χαρτί μιλιμετρέ για να μετράμε εύκολα το ύψος.
- 4 Σφιγκτήρες U, 2 δακτύλιοι με άγκιστρα,
- Χάρακας - μέτρο.
- 1 οριζόντια επιφάνεια (π.χ. οθόνη προβολής από πειράματα οπτικής)
- 1 ζυγαριά ακριβείας, 1 παχύμετρο.
- 2 σελίδες χαρτί μιλιμετρέ, 1 σελίδα καρμπόν.
- Πετονιά, κόλλα στιγμής, λίγο θερμοσυστελλόμενο διαμέτρου της μπίλιας (για να αναρτηθεί μπίλια στην πετονιά) και λίγο θερμοσυστελλόμενο για τον διάδρομο κύλισης.
 - Αν δεν υπάρχουν όλα τα υλικά σειράς οργάνων μηχανικής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά ορθοστάτες, και βίδες ως στηρίγματα της μπίλιας, συνδετήρες, ράβδοι κλπ, απο τον κλασικό εξοπλισμό των εργαστηρίων. (Εικόνα 1)
 - Το θερμοσυστελλόμενο στον διάδρομο κύλισης χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσουμε ότι η μπίλια θα κυλάει χωρίς ολίσθηση. (Εικόνα 2)
 - Η μπίλια μπορεί να αναρτηθεί με την βοήθεια θερμοσυστελλόμενου και λίγης κόλλας στιγμής (Εικόνα 3). Η μάζα της αυξάνεται λίγο αλλά στα όρια της ακρίβειας του πειράματος δεν μας επηρεάζει.
 - Ρυθμίζουμε τα ύψη ώστε να μπορούμε να κατεβάσουμε την οριζόντια επιφάνεια έως 20 cm χαμηλότερα από την θέση "0".
 - Ρυθμίζουμε (με την βοήθεια ενός τριγώνου ή γωνίας) την αρχή του άξονα των μετρήσεων (μιλιμετρέ) να είναι στην θέση από όπου θα ξεκινήσει η βολή.

Βιβλιογραφία:

- Σχολικά βιβλία Φυσικής Α', Β', Γ', Λυκείου.
- Halliday.Resnick: Φυσική μέρος Α'



Εικόνα 1



Εικόνα 2



Εικόνα 3



Εικόνα 4



Εικόνα 5



Εικόνα 6



Εικόνα 7

Βαθμολόγηση:

Ποινές κατά την εκτέλεση των πειραμάτων:

Συνεργασία ομάδας	Καλή: 0	Μέτρια -3	Κακή -5
Τακτοποίηση εικόνα πάγκου	Καλή: 0	Μέτρια -1	Κακή -2
Ακρίβεια ανάγνωσης μετρήσεων	Καλή :0	Μέτρια -2	Κακή -5
Έλεγχος θέσης αρχής των αξόνων	Ναι: 0	Όχι - 5	
Εφαρμογή ποσοστού σφάλματος	Ναι: 0	Όχι - 3	

Πίνακας Βαθμολόγησης Δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα	Μονάδες
Δ.1: (20 μον.)	
Μέτρηση ύψους (πίνακας)	3
Όμοιες μπίλες	2
Ερωτήσεις	3 x 5 = 15
Δ.2: (40 μον.)	
Βεληνεκές 1	5
Βεληνεκές 2	5
Ερωτήσεις	3 x 5 = 15
Σύγκριση βεληνεκούς	2
Σχολιασμός αιτιολόγηση διαφοράς	13
Δ.3: (40 μον.)	
Καταγραφή μετρήσεων πίνακα 1	15
Επιλογή εξίσωσης	10
Θεωρητικός υπολογισμός	5
Επιβεβαίωση	10
	Σύνολο

Τελικός βαθμός: + =