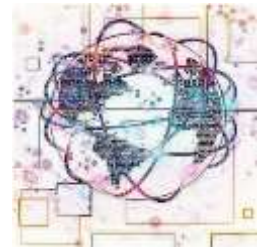




ΠΑΝΕΚΦΕ
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
(Ε.Κ.Φ.Ε.)

17^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών EUSO 2019

Τοπικός Διαγωνισμός Καρδίτσας



Ε.Κ.Φ.Ε. Καρδίτσας

ΠΡΟΚΡΙΜΑΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ

ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

8 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2018

(Διάρκεια εξέτασης 50 min)

Μαθητές:	Σχολείο
1.	
2.	
3.	

Υπεύθυνοι σύνταξης:
Βασίλης Βασιλείου
Νίκος Ιωάννου
Αριστείδης Γκάτσης

Επιτρέπεται να χρησιμοποιήσετε μόνο τις παρεχόμενες υπολογιστικές μηχανές.

Δεν επιτρέπεται η χρήση κινητού τηλεφώνου.

Να γράφετε ευανάγνωστα.

Ευχόμαστε να περάσετε δημιουργικά και συνεργατικά!

Καλώς ήρθατε στο εργαστήριο. Θυμηθείτε και εφαρμόστε τους κανόνες ασφαλείας του.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (g) ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ

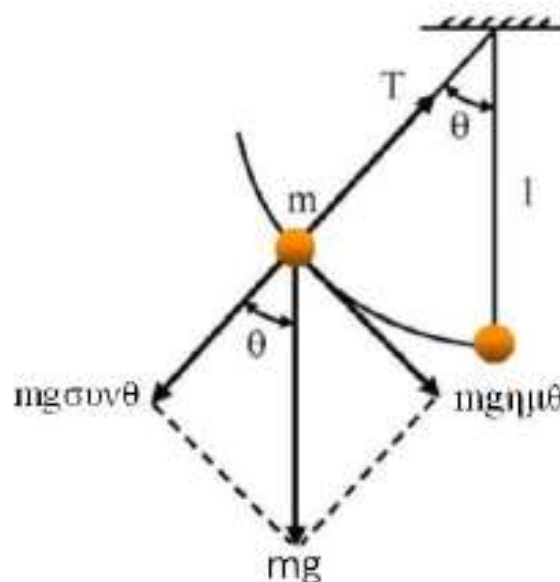
Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Επιτάχυνση της βαρύτητας - Απλό εκκρεμές – Ταλάντωση – Περίοδος – Πλάτος ταλάντωσης

Θεωρία

Απλό εκκρεμές

Το απλό εκκρεμές είναι ένα ιδανικό σύστημα το οποίο αποτελείται από μια σημειακή μάζα εξαρτημένη από ακλόνητο σημείο με την βοήθεια αβαρούς, μη εκτατού νήματος. Κατά προσέγγιση ένα απλό εκκρεμές πραγματοποιείται εάν από σταθερό σημείο εξαρτηθεί δια λεπτού νήματος μια σφαίρα μικρής διαμέτρου της οποίας την μάζα θεωρούμε συγκεντρωμένη στο κέντρο της. Όταν ένα απλό εκκρεμές μετατοπισθεί από τη θέση ισορροπίας του και αφεθεί ελεύθερο τότε αυτό αιωρείται σε κατακόρυφο επίπεδο λόγω της επίδρασης της βαρύτητας. Η κίνησή του είναι περιοδική και εκτελεί ταλάντωση. Το Σχήμα 1 δείχνει ένα εκκρεμές μήκους l με μάζα m που σχηματίζει γωνία θ με την κατακόρυφο. Οι δυνάμεις που δέχεται το σώμα μάζας m είναι η δύναμη του βάρους του mg και η τάση του νήματος T .



Σχήμα 1 Δυνάμεις που δέχεται η μάζα του εκκρεμούς όταν μετατοπισθεί από την κατακόρυφο.

Η δύναμη του βάρους αναλύεται σε δυο συνιστώσες: μια είναι ακτινική και ισούται με $mg \cos \theta$ και η άλλη εφαπτομενική και ισούται με $mg \sin \theta$. Η ακτινική συνιστώσα δίνει την απαραίτητη κεντρομόλο επιτάχυνση για να κινηθεί το σώμα επάνω σε κυκλικό τόξο. Η εφαπτομενική συνιστώσα είναι η δύναμη επαναφοράς που ασκείται στη μάζα m και την επαναφέρει στη θέση ισορροπίας. Άρα η δύναμη επαναφοράς είναι: $F = -mg \sin \theta$. Εάν η γωνία θ είναι μικρή τότε το $\sin \theta$, με μεγάλη προσέγγιση είναι ίσο με την ίδια τη γωνία θ εκφρασμένη όμως σε ακτίνια (rad)

Αν κρεμάσουμε στο ένα άκρο ελαφρού νήματος ένα μικρό βαρίδι και δέσουμε σε σταθερό σημείο το άλλο, έχουμε κατασκευάσει ένα απλό εκκρεμές. Αν εκτρέψουμε το βαρίδι από τη θέση της ισορροπίας του, έτσι ώστε το νήμα να σχηματίζει με την κατακόρυφη που περνάει από το σημείο στήριξης γωνία μέχρι 10 μοίρες το πολύ, και το αφήσουμε ελεύθερο, η κίνηση που θα κάνει (σε πολύ καλή προσέγγιση) είναι απλή αρμονική ταλάντωση.

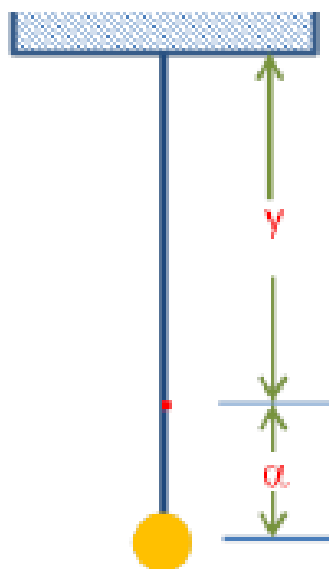
Περίοδος απλού εκκρεμούς

Αποδεικνύεται θεωρητικά ότι η περίοδος της ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς, όταν το πλάτος της είναι μικρό, δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι η περίοδος εξαρτάται μόνο από το μήκος του νήματος (L) και από την επιτάχυνση της βαρύτητας (g). Στον ίδιο τόπο, αφού το g παραμένει σταθερό, η περίοδος T εξαρτάται μόνο από το μήκος L του νήματος.

Εάν το νήμα του απλού εκκρεμούς είναι αβαρές και μη εκτατό τότε θα μετρούσαμε το μήκος L από το σταθερό σημείο εξάρτησης μέχρι το κέντρο βάρους της σφαίρας το οποίο μάλιστα συμπίπτει και με το γεωμετρικό της κέντρο. Επειδή όμως το νήμα δύσκολα εκπληρώνει τις παραπάνω προϋποθέσεις δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε την ακριβή θέση του κέντρου βάρους του συστήματος νήματος -σφαιριδίου.



Σχήμα 2 Εκκρεμές με κόμπο

Προκειμένου να ξεπεραστεί η προηγούμενη δυσκολία χρησιμοποιείται το εξής τέχνασμα. Δένεται ένας κόμπος στο νήμα, ώστε το μήκος y από το κόμπο μέχρι το σημείο εξάρτησης μπορεί να μετρηθεί με αρκετή ακρίβεια ενώ η απόσταση α του ίδιου κόμπου από το κέντρο βάρους του συστήματος εξακολουθεί να παραμένει άγνωστη.

Από τη σχέση (1) προκύπτει αν θέσουμε $L=y+\alpha$:

$$T^2 = \left(2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}\right)^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad \text{ώστε,} \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L \quad (2)$$

$$\text{Ή} \quad T^2 = \left(2\pi \sqrt{\frac{y+a}{g}}\right)^2 = 4\pi^2 \frac{y+a}{g} \quad \text{και τελικά} \quad y = \frac{g}{4\pi^2} T^2 - a \quad (3)$$

Από τη σχέση (2) προκύπτει ότι η γραφική παράσταση του T^2 σε συνάρτηση με το L είναι μια ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

Επίσης από την (3) προκύπτει ότι η γραφική παράσταση : $y=f(T^2)$ είναι ευθεία γραμμή, που όμως **δεν διέρχεται από την αρχή των αξόνων** και η κλίση της οποίας δίνεται από την σχέση : $\text{κλίση} = \frac{g}{4\pi^2}$

Νόμος της παγκόσμιας έλξης - Επιτάχυνση της βαρύτητας



Μεταξύ δυο σωμάτων που έχουν μάζες M και m και απέχουν απόσταση R αναπτύσσεται μια ελκτική δύναμη επάνω στην ευθεία που ενώνει τα σώματα και έχει μέτρο

$$F = G \frac{M \cdot m}{R^2} \quad (4)$$

όπου G είναι μια παγκόσμια σταθερά που έχει την ίδια τιμή για όλα τα ζευγάρια σωμάτων και ονομάζεται σταθερά της παγκόσμιας έλξης. Η τιμή της σταθεράς αυτής βρέθηκε πειραματικά και είναι (στο SI): $G=6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{Kg}$.

Η σταθερά G της παγκόσμιας έλξης δεν εξαρτάται από το είδος των μαζών αλλά ούτε και από το μέσον το οποίο τις περιβάλλει. Εάν θεωρηθεί όλη η μάζα M της γης συγκεντρωμένη στο κέντρο της, από τον νόμο της παγκόσμιας έλξης υπολογίζεται η ελκτική δύναμη που ασκεί η γη σε ένα σώμα μάζας m που βρίσκεται στην επιφάνειά της: $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$

όπου R είναι η ακτίνα της γης με μέση τιμή $R=6371\text{km}$. Βέβαια, λόγω του ότι η δύναμη F είναι ακριβώς το βάρος B του σώματος θα ισχύει: $m \cdot g = G \frac{M \cdot m}{R^2}$ και τελικά:

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (5)$$

Πειραματική διαδικασία



Απαιτούμενα Υλικά - Διάταξη:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρεια-
στούμε :

- ✓ Ένας ορθοστάτης
- ✓ Ένα νήμα της στάθμης (εικόνα 1).
- ✓ Αν δεν υπάρχει, μπορούμε απλά να προσδέσουμε στο ένα άκρο νήματος μια σιδερένια βίδα και να δέσουμε το άλλο άκρο στην οριζόντια ράβδο ενός ορθοστάτη.
- ✓ Ένα χρονόμετρο.
- ✓ Μια μετροταινία, ή μεγάλο χάρακα (1m).
- ✓ Αριθμομηχανή (κομπιουτεράκι)

Εικόνα 1 Διάταξη απλούς εκκρεμούς

a) Με χρήση του y (όπου $L=y+\alpha$)

1. Στην παραπάνω διάταξη, αν δεν υπάρχει, κάντε ένα κόμπο με ένα άλλο σχοινί σε μήκος περίπου 80cm από πάνω.
2. Μετρείστε το χρόνο 10 περιόδων ταλάντωσης του εκκρεμούς για 8 διαφορετικές τιμές του μήκους y ξεκινώντας από τα 10cm με μετακίνηση κάθε φορά του νήματος. Μπορείτε να ξετυλίγετε και να τυλίγετε την πάνω άκρη στη νέα της θέση για τη στερέωση της διάταξης.
3. Συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

a/a	y(cm)	10T (sec)	T(sec)	T ² (sec) ²
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Πίνακας 1. Πειραματικές μετρήσεις

4. Να κάνετε το διάγραμμα $y - T^2$ στο μιλιμετρέ χαρτί που σας δίνεται.

5. Υπολογίστε την κλίση της πειραματικής ευθείας.

.....

.....

.....

.....

.....

6. Υπολογίστε στη συνέχεια με την τιμή της κλίσης που βρήκατε, την επιτάχυνση της βαρύτητας

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

7. Γράψτε τα τελικά αποτελέσματα:

$$\text{κλίση} = (\quad) \text{ και } g = (\quad)$$

8. Από το σημείο τομής της πειραματικής ευθείας με τον κατακόρυφο άξονα υπολογίστε το άγνωστο μήκος α.

$$\alpha = \dots\dots\dots(\quad)$$

ΠΡΟΣΟΧΗ: σε όλους τους υπολογισμούς να υπάρχουν στο τέλος και οι μονάδες ()

Ερωτήσεις:

1. Όταν ένα εκκρεμές, κερδίζει χρόνο (πηγαίνει εμπρός) τι ρύθμιση πρέπει να του γίνει για να διορθωθεί ώστε να δείχνει κανονική ώρα ;

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

2. Υπολογίστε την μάζα της Γης με τη βοήθεια της σχέσης (5), κάνοντας χρήση της τιμής του g που βρήκατε και.

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

3. Συμπερασματικά πιστεύετε ότι θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε το βάρος της Γης; Αιτιολογείστε την απάντησή σας

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

4. Σύγκρινε την πειραματική τιμή του $g_0=9,81\text{m/sec}^2$ με επιτάχυνση της βαρύτητας που βρήκατε.

Υπολογίστε την σχετική απόκλιση

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

Που πιστεύετε ότι οφείλεται η απόκλιση;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Υπολογισμός βαθμολογίας

Επιβλέποντες – αξιολογητές:

1. Βασίλης Βασιλείου
2. Νίκος Ιωάννου

Περιγραφή	Μονάδες	Βαθμός1	Βαθμός2
Πίνακας 1, μετρήσεις T , T^2	25		
Διάγραμμα-σωστή κλίμακα	5		
Διάγραμμα-σωστή τοποθέτηση τιμών	10		
Διάγραμμα-Σωστή χάραξη καμπύλης	5		
Διάγραμμα-Σωστοί άξονες & επικεφαλίδα	5		
Εύρεση κλίσης	10		
Εύρεση g και απόκλιση από g_0	10		
Αιτιολόγηση απόκλισης	5		
Εύρεση α	5		
Υπολογισμός μάζας $\Gamma_{ης}$	10		
Ερωτήσεις (1 ^η και 3 ^η)	5+5		
Ποινή	-5 έως -20		
ΣΥΝΟΛΟ	100		

Μέσος όρος τελικής βαθμολογίας:.....

