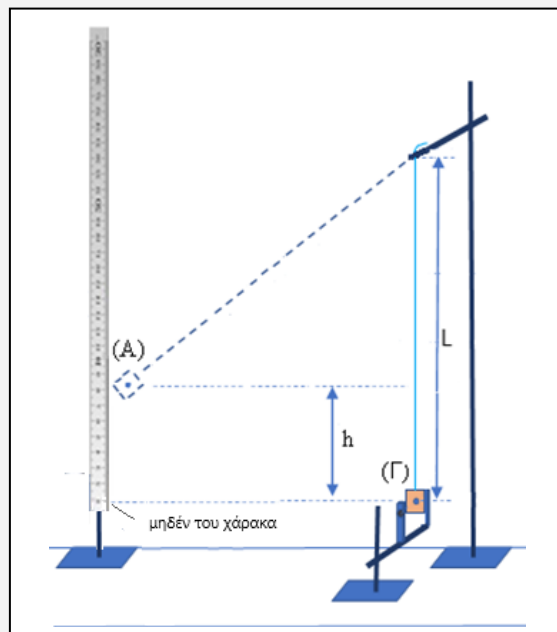


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΕΡΡΩΝ



ΤΟΠΙΚΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΕΙΟ:.....

Μαθητές/τριες που συμμετέχουν:

(1).....

(2).....

(3).....

Σέρρες 17/12/2022

Σύνολο μορίων:.....

ΕΚΚΡΕΜΕΣ - ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ

Εισαγωγή

Εκκρεμές ονομάζεται ένα στερεό σώμα μέσα σε Βαρυτικό Πεδίο, το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα που δεν διέρχεται από το Κέντρο Βάρους του.

Αν το εκκρεμές εκτραπεί από τη θέση ισορροπίας του, που είναι η κατακόρυφη ευθεία που διέρχεται από το σταθερό σημείο και το κέντρο βάρους του, τότε, λόγω βαρύτητας, το εκκρεμές τίθεται σε κίνηση.

Το εκκρεμές βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή ωρολογίων, στην κατασκευή επιστημονικών οργάνων, όπως επιταχυνόμετρα και σεισμόμετρα. Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν επίσης για την μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

Το **μαθηματικό ή απλό εκκρεμές** είναι ένα ιδανικό μοντέλο εκκρεμούς. Πρόκειται για ένα σύστημα που αποτελείται από μία σημειακή μάζα η οποία κρέμεται από αβαρές νήμα και εκτελεί απλές αρμονικές ταλαντώσεις.

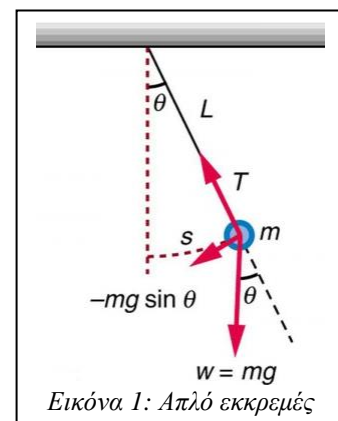
Σε ένα τέτοιο σύστημα οι μόνες δυνάμεις που ασκούνται είναι:

- το βάρος και
- η τάση του νήματος.

Η βαρύτητα έχει κατεύθυνση προς τα κάτω, ενώ η τάση του νήματος έχει κατεύθυνση προς το σταθερό σημείο και είναι πάντα κάθετη στην ταχύτητα.

Επειδή το νήμα δεν αλλάζει μήκος, τουλάχιστον θεωρητικά, το εκκρεμές εκτελεί μέρος κυκλικής κίνησης σε κύκλο που οριοθετείται από το σταθερό σημείο και το μήκος του νήματος.

(πηγή: <https://science.fandom.com/el/wiki>)



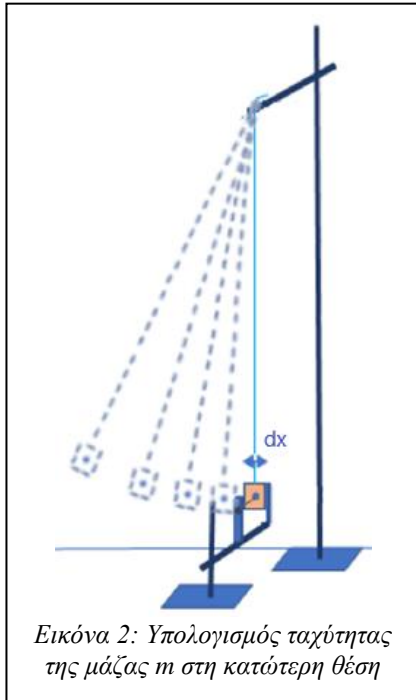
Σκοπός της άσκησης

Σκοπός της άσκησης αυτής είναι:

- Χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας στο εκκρεμές, να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας στη περιοχή που γίνεται το πείραμα.
- Να προσδιορίσετε το όριο θραύσης ενός νήματος και να βρείτε το ρόλο του σε μια κίνηση εκκρεμούς.

Μέρος 1° – Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας με τη διάταξη του απλού εκκρεμούς

Ταχύτητα μάζας m στη κατώτερη θέση



Αν το εκκρεμές του σχήματος εκτραπεί και αφηθεί ελεύθερο, στην κατακόρυφη θέση η μάζα m θα αποκτήσει μία ταχύτητα u.

Αν τοποθετηθεί μία φωτούλη, έτσι ώστε όταν η μάζα m βρίσκεται στην κατακόρυφη θέση να «βλέπει» το κέντρο μάζας της (εικόνα 2), τότε σε λειτουργία F1 μπορεί να μετρήσει τον χρόνο διέλευσης της μάζας dt από τη φωτούλη. Αν το πλάτος της μάζας είναι dx, τότε η ταχύτητα της μάζας υπολογίζεται από τη σχέση:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

Όπου dx: το πλάτος της μάζας και
dt: ο χρόνος διέλευσης του κέντρου της μάζας m.

Αρχή Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας στο εκκρεμές

Έστω ότι το εκκρεμές αφήνεται ελεύθερο από μια θέση (Α) (εικόνα 3). Σε αυτή τη θέση το κέντρο μάζας της μάζας m, βρίσκεται σε ύψος h από τη κατώτερη θέση (Γ), στην οποία θεωρούμε ότι βρίσκεται το επίπεδο της μηδενικής δυναμικής ενέργειας.

Για την κίνηση της μάζας m ισχύει η Α.Δ.Μ.Ε.:

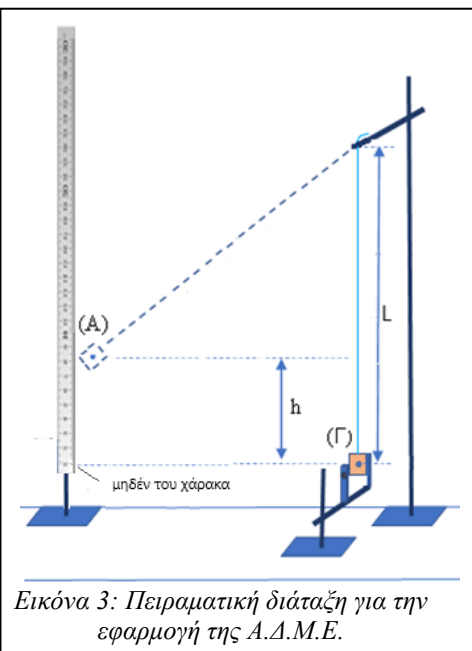
$$E_{M(A)} = E_{M(\Gamma)} \Rightarrow U_A + K_A = U_\Gamma + K_\Gamma$$

$$\Rightarrow mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow$$

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

η οποία γράφεται και ως εξής:

$$h = \frac{1}{2g} v^2 \quad (3)$$



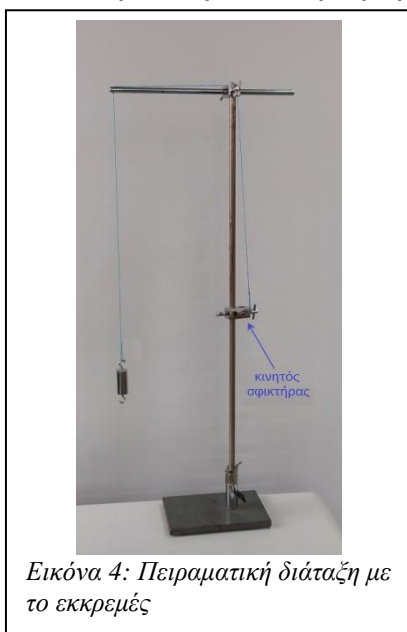
Το μέγεθος $1/2g$ είναι σταθερό μέγεθος και η σχέση (3) είναι της μορφής $y=a \cdot x$ (a =σταθερά).

Η γραφική παράσταση του h σε συνάρτηση με το v^2 είναι ευθεία που έχει κλίση ίση με:

$$\kappaλίση = \frac{1}{2g} \quad (4)$$

Διαθέσιμα όργανα

- Σύστημα στήριξης εκκρεμούς.
- Εκκρεμές που αποτελείται από μία μάζα $m=100g$ και ένα νήμα που έχει τη δυνατότητα να αλλάζει το μήκος του.
- Φωτοπύλη με βάση στήριξης.
- Κατακόρυφος χάρακας με βάση στήριξης που η μέτρησή του ξεκινάει από κάτω και έχει τη δυνατότητα να μετακινείται κατακόρυφα.
- Διαστημόμετρο και μέτρο.
- Μαρκαστόχο και αριθμομηχανή.



Εικόνα 4: Πειραματική διάταξη με το εκκρεμές

Πειραματικό μέρος

Στη πειραματική διάταξη της εικόνας 4 έχει τοποθετηθεί το εκκρεμές μεταβλητού μήκους. Το νήμα του εκκρεμούς συνδέεται με τη **μάζα m** και στη συνέχεια περνάει μέσα από την οπή της οριζόντιας ράβδου της διάταξης (με αυτό τον τρόπο το νήμα που βρίσκεται εσωτερικά της οπής παραμένει συνεχώς ακίνητο). Τελικά το νήμα συνδέεται με έναν σφικτήρα ο οποίος μπορεί να μετακινείται κατά μήκος της κατακόρυφου ράβδου (εικόνα 4), και έτσι μπορεί να αλλάζει το **μήκος του εκκρεμούς**. (Το μήκος του εκκρεμούς είναι η απόσταση της άκρης του νήματος που δεν κινείται κατά την αιώρηση έως το κέντρο της μάζας m)

Διαδικασία

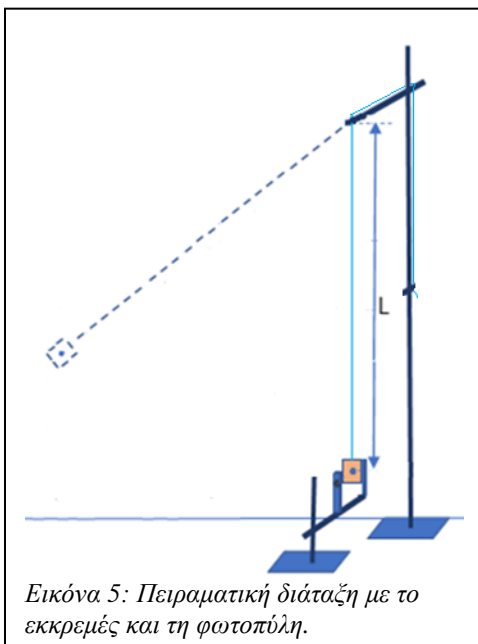
1. Στο κέντρο της μάζας m σχεδιάστε μία κουκκίδα με τον μαρκαστόχο
2. Μετακινήστε τον σφικτήρα έτσι ώστε το μήκος του εκκρεμούς να είναι ίσο με:

$$L = 60\text{cm}$$

3. Μετρήστε το πάχος dx της μάζας m (εικ. 2)

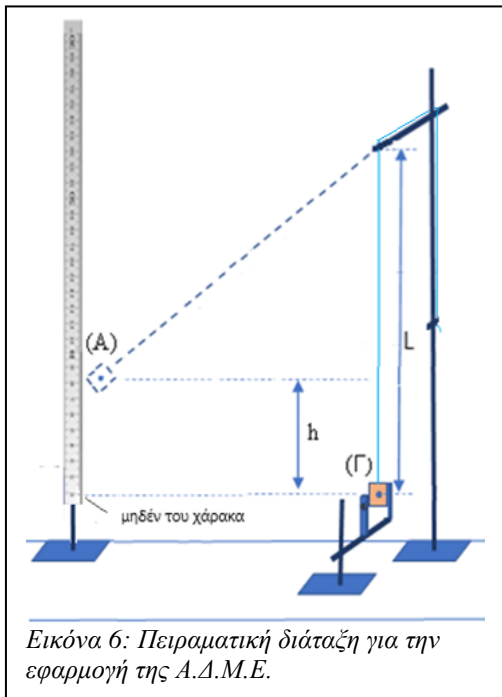
$$dx = \dots\dots\dots$$

4. Ολοκληρώστε τη πειραματική διάταξη της εικόνας 5, με την τοποθέτηση της φωτοπύλης. Προσπαθήστε να γίνεται σωστά η αιώρηση του εκκρεμούς μέσω της φωτοπύλης, για να μπορείτε να μετρήσετε την ταχύτητα της μάζας m όταν περνάει από την κατώτερη θέση.



Εικόνα 5: Πειραματική διάταξη με το εκκρεμές και τη φωτοπύλη.

Γίνεται έλεγχος της πειραματικής διάταξης από τον καθηγητή



5. Μετακινήστε τον χάρακα κατακόρυφα, πιέζοντας τις δύο λάμες που έχει στην πίσω πλευρά του. Προσπαθήστε το μηδέν του χάρακα, να ταυτίζεται με τη θέση του κέντρου μάζας της μάζας m , όταν το εκκρεμές βρίσκεται στη κατακόρυφη θέση. Αυτό θα είναι το **επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας**.

6. Εκτρέψτε τη μάζα m ώστε το κέντρο μάζας της να βρίσκεται 8cm πιο πάνω από το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας.

7. Αφήστε τη μάζα m ελεύθερη και μετρήστε το χρόνο διέλευσής της από τη φωτούλη.

8. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για ύψη του κέντρου μάζας από το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας, 16cm, 24cm, 32cm και 40cm.

9. Συμπληρώστε τον Πίνακα 1.

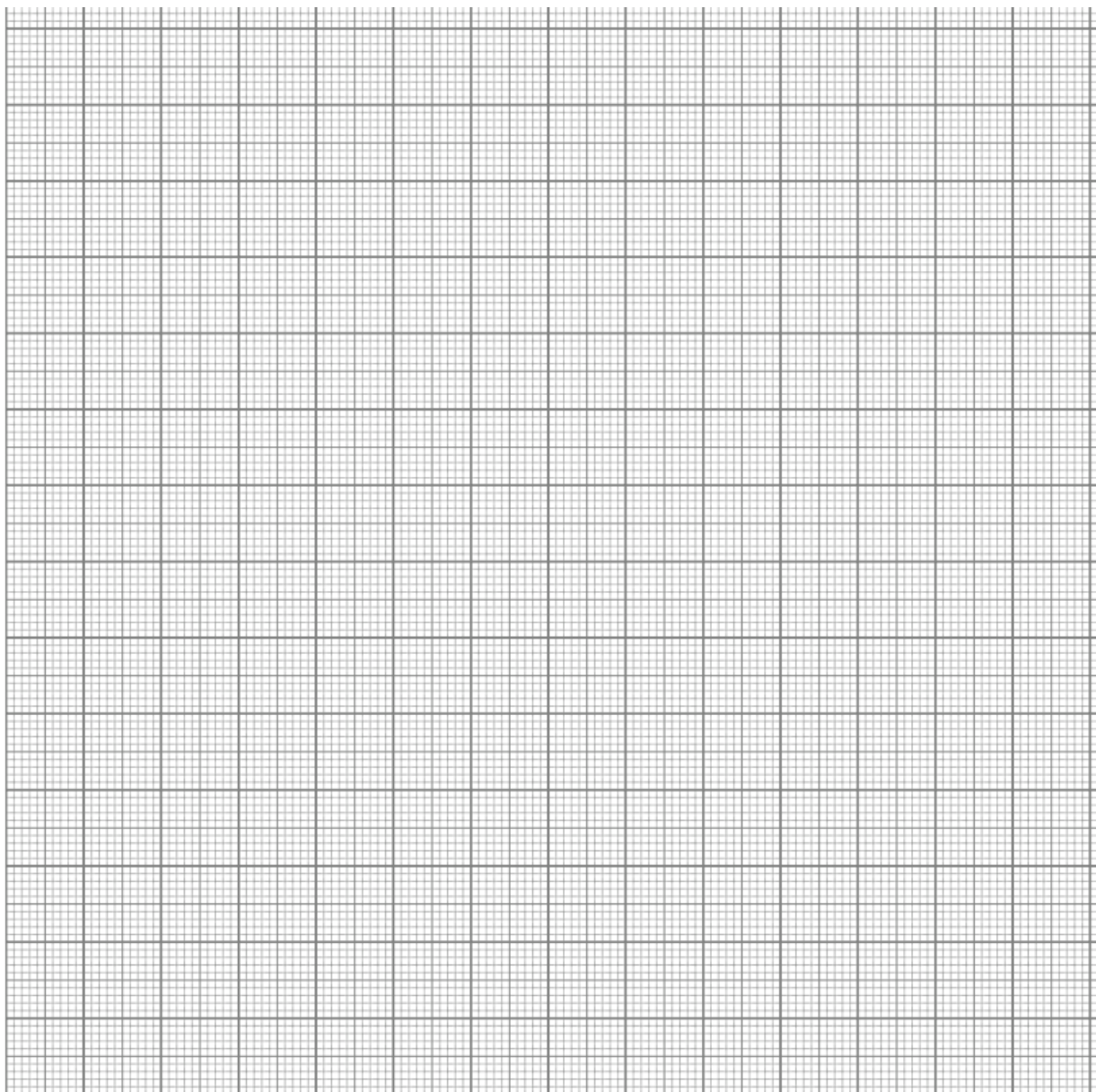
10. Υπολογίστε σε κάθε περίπτωση τα μεγέθη u (ταχύτητα του κέντρου μάζας της μάζας m), και u^2 και τοποθετήστε τις τιμές στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1

$h(m)$	$dt(sec)$ (ένδειξη φωτούλης)	$u = dx/dt(m/s)$ (3 σημαντικά)	$u^2(m^2/s^2)$ (3 σημαντικά)

11. Κατασκευάστε στο millimetre το διάγραμμα του ύψους (h) (κατακόρυφος άξονας), σε συνάρτηση με το τετράγωνο της ταχύτητας (u^2) (οριζόντιος άξονας).

Υπόδειξη: Στον κατακόρυφο άξονα, τα 2cm του millimetre να τα αντιστοιχήσετε σε μήκος 0,1m. Στον οριζόντιο άξονα, το 1cm του millimetre να τα αντιστοιχήσετε σε $1 m^2/s^2$.



12. Υπολογίστε την κλίση της γραφικής παράστασης και έπειτα την επιτάχυνση της βαρύτητας την οποία θα ονομάσετε $g_{\text{πειρ.}}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Μέρος 2° – Υπολογισμός του ορίου θραύσης νήματος

Η τάση που ασκεί το νήμα στη μάζα m είναι μία μεταβλητή δύναμη, η οποία μεταβάλλεται στη διάρκεια κίνησης του εκκρεμούς.

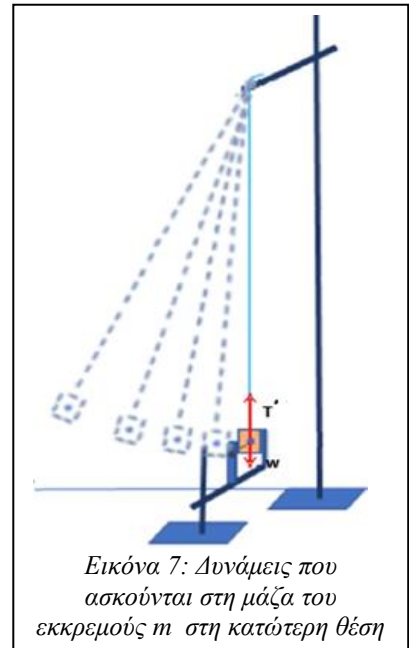
Όταν το εκκρεμές είναι ακίνητο τότε η μάζα m ισορροπεί και ισχύει ότι:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T - w = 0 \Rightarrow T = mg \quad (5)$$

Όταν η μάζα m αφηθεί ελεύθερη από μία γωνία εκτροπής, τότε εκτελεί μέρος κυκλικής κίνησης και στην κατώτερη θέση (εικόνα 7) θα ισχύει ότι:

$$\Sigma F_R = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow T' - w = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow T' = mg + m \frac{v^2}{R} \quad (6)$$

Η τιμή της τάσης του νήματος αυξάνεται ως ένα όριο το οποίο ονομάζεται όριο θραύσης νήματος $T_{\theta\rho}$. Έπειτα από αυτό το όριο το νήμα σπάει.



Εικόνα 7: Δυνάμεις που ασκούνται στη μάζα του εκκρεμούς m στη κατώτερη θέση

Διαθέσιμα όργανα

- Τρία λεπτά νήματα ίδιου μήκους με το νήμα του εκκρεμούς, με θηλιές στα άκρα τους
- Δίσκος σταθμών (πλαστικό ποτηράκι ειδικά διαμορφωμένο) αμελητέας μάζας
- Σύστημα στήριξης εκκρεμούς
- 1 μάζα των 100g - Δύο μάζες των 50g - 10 Μάζες-ροδέλες των 10g
- Αριθμομηχανή.

Διαδικασία

1. Περάστε τη θηλιά του ενός νήματος από την οριζόντια ράβδο της διάταξης.
2. Στο άλλο άκρο του νήματος στερεώστε το δίσκο σταθμών.
3. Μέσα στο δίσκο τοποθετήστε σιγά-σιγά τις μάζες για να προσδιορίσετε το σύνολο των σταθμών λίγο πριν να σπάσει το νήμα.
4. Υπολογίστε το αντίστοιχο βάρος και το όριο θραύσης του νήματος.
5. Μεταφέρετε τις μετρήσεις στον Πίνακα 2.
6. Επαναλάβετε το πείραμα ακόμη μία φορά (σας δίνονται 3 νήματα)

Το 2° πείραμα να γίνει με την παρουσία καθηγητή

7. Υπολογίστε τον μέσο όρο της $T_{\theta\rho}$.

Πίνακας 2

	Μάζες (kg)	Βάρος μαζών (N)	$T_{\theta\rho}$ (N)
1° πείραμα			
2° πείραμα			
Μέσος όρος			

Υπόδειξη: Μην συμπληρώσετε τα γκρι κουτάκια του πίνακα 2. Για τον υπολογισμό των βαρών χρησιμοποιείτε το $g=9,81m/s^2$.

Ερωτήσεις

1. Θεωρώντας ότι η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στο χώρο που εκτελέσατε το πείραμα είναι ίση με $g=9,81\text{m/s}^2$, να υπολογίσετε το % σφάλμα στην μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας που κάνατε.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα, υπολογίστε την ένδειξη που περιμένετε να σας δώσει το χρονόμετρο όταν διέρχεται μέσα από τη φωτοπύλη η μάζα του εκκρεμούς, όταν την αφήσετε να κινηθεί από την οριζόντια θέση.
Σημ: Μην πραγματοποιήσετε το πείραμα για αυτή τη θέση.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Το πείραμα που εκτελέσατε στο 1^ο μέρος θα μπορούσε να γίνει, αν στη πειραματική διάταξη χρησιμοποιούσατε το λεπτό νήμα που σας δόθηκε στο 2^ο μέρος. Με βάση το όριο θραύσης που υπολογίσατε για το λεπτό νήμα, κάντε μία εκτίμηση του μέγιστου ύψους h από το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας που μπορεί να εκτελεστεί το πείραμα, χωρίς να σπάσει το λεπτό νήμα.

.....

.....

.....

.....

.....

Καλή επιτυχία!

Φύλλο αξιολόγησης

Μέρος 1^ο	Σύνολο 55
2 (για dx)	
3 (για σωστό μήκος L)	
5 (έλεγχος πειραματικής διάταξης)	
20 (Πίνακας 1 που περιέχει 20 κελιά)	
10 (για τα 5 σημεία της γραφικής)	
5 (για ευθεία)	
5 (για υπολογισμό κλίσης)	
5 (για υπολογισμό $g_{πειρ}$)	
Μέρος 2^ο	Σύνολο 15
<u>Συμπλήρωση κελιών Πίνακα 2</u>	
2 + 2 (για τις δύο μάζες)	
1 + 1 (για τα δύο βάρη)	
1 + 1 (για τις δύο $T_{θρ}$)	
2 (για Μ.Ο. $T_{θρ}$)	
5 (για τη διαδικασία – πως τοποθετούν τις μάζες στο ποτηράκι)	
Ερωτήσεις	Σύνολο 30
Ερώτηση 1	10
Ερώτηση 2	10
Ερώτηση 3	10