**Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα στις Πειραματικές Επιστήμες EOES 2024-25**
**Προκαταρκτικός Διαγωνισμός Ανατολικής Αττικής στη Φυσική**

Σχολείο: ______________________________________________

Ονόματα των μαθητών της ομάδας:
1) _______________________________________________
2) _______________________________________________
3) _______________________________________________

## ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΔΕΜΕΝΟΥ ΣΤΗΝ ΑΚΡΗ ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ- ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΟΣ ΖΥΓΟΣ

- **Στόχοι**

1. Πειραματικός έλεγχος της σχέσης περιόδου – μάζας (m) ταλαντούμενου σώματος. **Υπολογισμός της σταθεράς (k)** του ελατηρίου από το γράφημα $T^2$ - m.
2. Αξιοποίηση της πειραματικής διάταξης , για για τον υπολογισμό της τιμής της **μάζας**, άγνωστου μεταλλικού κυλινδρικού σώματος – **Αδρανειακός Ζυγός**

### Επισημάνσεις από τη θεωρία

Στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου δένω σώμα μάζας m. Το σώμα ισορροπεί. Εκτρέπω το σώμα από τη θέση της ισορροπίας του, πάνω στην κατακόρυφη που διέρχεται από αυτό, και το αφήνω ελεύθερο.

1) Σύμφωνα με τη θεωρία, **η περίοδος (Τ) της ταλάντωσης**συνδέεται με **τη σταθερά (k)** του **ελατηρίου και τη μάζα (m)** του σώματος μέσω της σχέσης:

$$\boxed{T^2 = \frac{4\pi^2}{k} \cdot m \qquad (1)}$$

Όπου

**m**: η μάζα που αναρτάται στο ελατήριο
**k** : μια σταθερά αναλογίας, που εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ελατηρίου
**T** : η περίοδος μιας πλήρους κίνησης (ταλάντωσης) του συστήματος ελατήριο- μάζα
**π = 3,14**

- **Η περίοδος Τ** είναι το χρονικό διάστημα που διαρκεί μια πλήρης ταλάντωση της ανηρτημένης μάζας : από το ένα άκρο όπου την εκτρέπουμε – πχ 10cm- από την θέση που ισορροπεί, μέχρι την πρώτη επιστροφή της στο ίδιο άκρο.

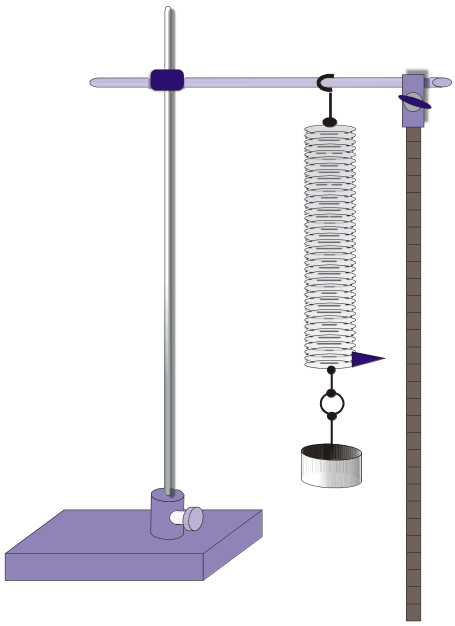
- Η γραφική παράσταση της **σχέσης $T^2$ – m**, είναι μια ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων:

- Έτσι αν για ορισμένες **τιμές της μάζας (m)**που αναρτάται στο ελατήριο υπολογίσου με τις αντίστοιχες τιμές του τετραγώνου της περιόδου **$T^2$**,τότε τα **πειραματικά σημεία ($m_1$, $T_1^2$), ($m_2$, $T_1^2$), …** πρέπει να βρίσκονται πάνω σε ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

- Η σχέση (1) είναι συνάρτηση της μορφής ψ=λ·x , όπου **λ η κλίση** της πειραματικής ευθείας

Από την κλίση της πειραματικής ευθείας **$T^2$=f(m)**, μπορούμε να υπολογίσουμε την **σταθερά του ελατηρίου k σε** $\left(\frac{N}{m}\right)$.

- Επιπλέον μέσω της πειραματικής ευθείας, μπορούμε να υπολογίσουμε πειραματικά την άγνωστη **μάζα σώματος $m_x$,** που αναρτάται στο ελατήριο**,** να λειτουργήσει δηλ. η πειραματική μας διάταξη, σαν ζυγαριά**.**



**<u>εικ. 1</u>**

**<u>Όργανα και υλικά</u>**

1. Ορθοστάτης με βάση και παρελκόμενα
2. Ελατήριο
3. Βαρίδια
   (500g, 100g, 200g, και 1000g)
4. Χρονόμετρο
5. Μεταλλικός κύλινδρος, άγνωστης μάζας.
6. Αριθμομηχανή.
7. Χαρτί millimeter.

## Πειραματική διαδικασία

### ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο

**Α μέρος:** Μετρήσεις χαρακτηριστικών μεγεθών μέσω της πειραματικής διάταξης

1) Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη της εικόνας. Κρεμάστε στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου βαρίδι μάζας 500g.

2) Να εκτρέψετε το βαρίδι από τη θέση της ισορροπίας, κατά 5cm έως το πολύ 10 cm και να το αφήσετε να ταλαντωθεί πάνω στην κατακόρυφο που περνάει από το σημείο στήριξης του ελατηρίου.

3) Μετρήστε το χρόνο 10 πλήρων αιωρήσεων και καταγράψτε την μέτρηση στον πίνακα Α.

4) Επαναλάβετε την διαδικασία τρείς φορές, και υπολογίστε την μέση τιμή των μετρήσεων, με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων

5) Υπολογίστε τον χρόνο μιας πλήρους αιώρησης (Περίοδος Τ ) με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων

6) Επαναλαμβάνετε το ίδιο με βαρίδια μάζας 600g, 700g, 900g, 1000g και 1200g.

7) Συμπληρώστε όλες τις **στήλες του πίνακα Α**, με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων

**ΠΙΝΑΚΑΣ Α**

| Ανηρτημένη μάζα m (Kg) | χρόνος 10 πλήρων αιωρήσεων, t(s) | Μέση τιμή 3 μετρήσεων t(s) | Περίοδος (χρόνος μιας πλήρους αιώρησης) T (s) | $T^2$ ($s^2$) |
|---|---|---|---|---|
| **0** | - | **-** | **-** | **0** |
| **0,5** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| **0,6** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| **0,7** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| **0,9** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| **1** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| **1,2** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

**Β μέρος:** Επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων- Πειραματική κατασκευή της ευθείας:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} \cdot m \qquad (1)$$

1) Στο χαρτί μιλλιμετρέ, σχεδιάστε ορθογώνιο σύστημα αξόνων: **τετραγώνου της περιόδου $T^2$ (κατακόρυφος)** – συνολικής **μάζας που αναρτάται στο κάτω άκρο του ελατηρίουm (οριζόντιος)**.

2) Τοποθετήστε στο σύστημα αξόνων τα πειραματικά σημεία **$T^2$– μάζας (m)**, σύμφωνα με τα δεδομένα του **πίνακα Α**.

3) **Χαράξτε την ευθεία** που περνάει από την αρχή των αξόνων και διέρχεται πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων (**m**, **$T^2$**)

4) Υπολογίστε την **κλίση λ της πειραματικής ευθείας** με προσέγγιση δυο δεκαδικών ψηφίων

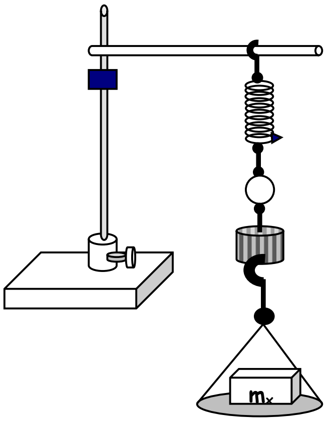
5) Στην συνέχεια υπολογίστε την, **σταθερά k του ελατηρίου**, σε ( N/m )με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων

**Υπολογισμοί:**

**λ**=.........................................................................

Άρα **k**=.........................................................................**N/m**

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο**




**εικ. 2**

1. **Αφαιρέστε όλες τις μάζες από το ελατήριο**
2. Τοποθετήστε το **βαρίδι των 500g στο ελατήριο** και μαζί με αυτό τοποθετήστε **το δίσκο** με το **μεταλλικό κύλινδρο, άγνωστης μάζας $m_x$ (εικ. 2)**
3. Επαναλάβετε **τα βήματα 2,3,4 και 5 του πειράματος 1**
4. Χρησιμοποιήστε την πειραματική ευθεία που έχετε σχεδιάσει για να βρείτε τη **μάζα $m_x$ του κυλίνδρου,** με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.
5. Συμπληρώστε τον **πίνακα Β**
6. Υπολογίστε την άγνωστη μάζα **$m_x$** με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

Η συνολική ανηρτημένη μάζα που ταλαντώνεται είναι :
**$M_x$= 500 + 28 + $m_x$ (g)**
όπου **28g** είναι **η μάζα του δίσκου και 500g** το βαρίδι.

| **ΠΙΝΑΚΑΣ Β** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ανηρτημένη μάζα (g)** | **χρόνος 10 πλήρων αιωρήσεων, t(s)** | **Μέση τιμή 3 μετρήσεων t(s)** | **Περίοδος (χρόνος μιας πλήρους αιώρησης) T (s)** | **$T^2(s^2)$** |
| **$M_x$** | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

**$M_x$=**……………………………………………………………………**g**

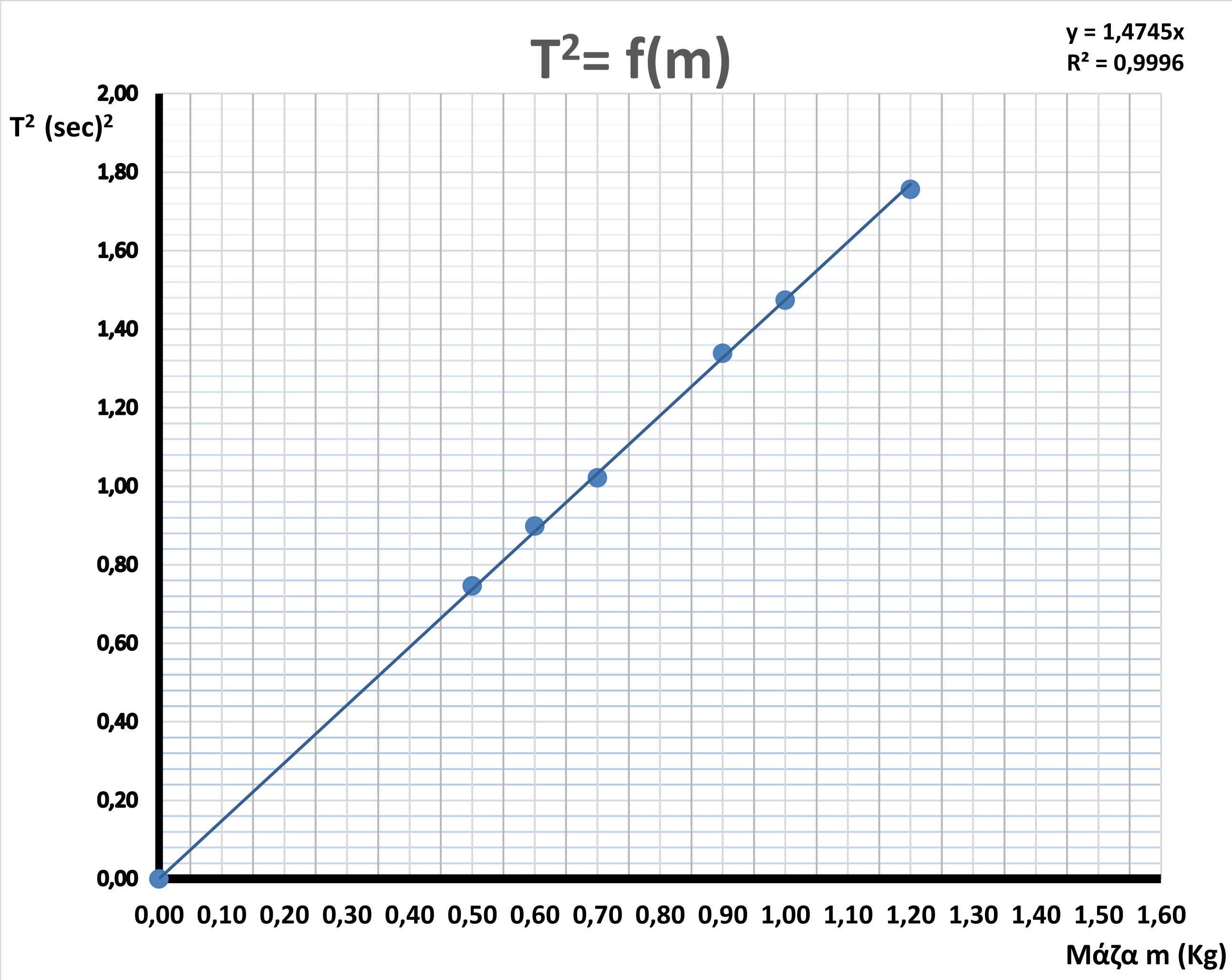
**και** **$m_x$=** ………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………..

| | | |
|---|---|---|
| Συμπλήρωση 2ης στήλης του πίνακα μετρήσεων Α (6 x1,5μ.) | 9 | |
| Συμπλήρωση 3ης στήλης του πίνακα μετρήσεων Α (6x1,5μ.) | 9 | |
| Συμπλήρωση 4ης στήλης του πίνακα μετρήσεων Α (6x2μ.) | 12 | |
| Συμπλήρωση 5ης στήλης του πίνακα μετρήσεων Α (6x1μ.) | 6 | |
| Κλίμακες και βαθμονόμηση αξόνων γραφήματος. | 6 | |
| Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων Διασπορά άνω του 10%: **0μ**(6x2μ.) | 12 | |
| Σχεδίαση πειραματικής ευθείας. | 9 | |
| Υπολογισμός της κλίσης της πειραματικής ευθείας. | 9 | |
| Πειραματικός υπολογισμός της σταθεράς k του ελατηρίου. | 10 | i. Από 26 έως και 28N/m **10μ.**<br>ii. 25 $\leq$ **k**<26 και 28<**k** $\leq$ 29 **6μ.**<br>iii. 24 $\leq$ **k**<25 και 29<**k** $\leq$ 30 **4μ.**<br>iv. **k**<24 ή **k**>30 **0μ.** |
| Συμπλήρωση πίνακα Β | 6 | 1,5 + 1,5 + 2+ 1 μ. |
| Πειραματικός υπολογισμός της άγνωστης μάζας του κυλίνδρου $m_x$, με χρήση της πειραματικής ευθείας. | 12 | **Από**<br>a. 260 έως και 270 g **12μ.**<br>b. 250 $\leq$ $\mathbf{m_x}$< 260 και 270<$\mathbf{m_x}$ $\leq$ 280 **8μ.**<br>c. 240 $\leq$ $\mathbf{m_x}$< 250 και 280<$\mathbf{m_x}$ $\leq$ 290 **4μ.**<br>d. $\mathbf{m_x}$<240 και $\mathbf{m_x}$> 290 **0μ.** |
| **Σύνολο** | **100** | |

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

| **Ανηρτημένη μάζα m (g)** | Δt (10 πλήρεις ταλαντώσεις) | Μ.Ο. 3 μετρήσεων | Περίοδος ταλάντωσης T (sec) | **$T^2$ (sec)$^2$** | **Ανηρτημένη μάζα m (kg)** |
|---|---|---|---|---|---|
| **0** | - | - | - | **0** | **0** |
| | 8,69 | | | | |
| | 8,65 | | | | |
| | 8,58 | | | | |
| 500 | | 8,64 | 0,86 | **0,75** | **0,5** |
| | 9,53 | | | | |
| | 9,45 | | | | |
| | 9,46 | | | | |
| 600 | | 9,48 | 0,95 | **0,90** | **0,6** |
| | 10,08 | | | | |
| | 10,14 | | | | |
| | 10,1 | | | | |
| 700 | | 10,11 | 1,01 | **1,02** | **0,7** |
| | 11,53 | | | | |
| | 11,64 | | | | |
| | 11,54 | | | | |
| 900 | | 11,57 | 1,16 | **1,34** | **0,9** |
| | 12,14 | | | | |
| | 12,2 | | | | |
| | 12,08 | | | | |
| 1000 | | 12,14 | 1,21 | **1,47** | **1** |
| | 13,36 | | | | |
| | 13,24 | | | | |
| | 13,16 | | | | |
| 1200 | | 13,25 | 1,33 | **1,76** | **1,2** |
| | 10,82 | | | | |
| | 10,8 | | | | |
| Mx | 10,87 | | | | |
| | | 10,83 | 1,08 | 1,17 | |




**<u>Υπολογισμός σταθεράς k ελατηρίου :</u>**

$$\lambda = \left[\frac{4\pi^2}{k}\right] \Leftrightarrow k = \frac{39,44}{\lambda}\left(\frac{N}{m}\right) = \frac{39,44}{1,47} = 26,83\left(\frac{N}{m}\right)$$

- **<u>Κύλινδρος ΑΓΝΩΣΤΗΣ ΜΑΖΑΣ $m_x$</u> :**

$$T^2 = \lambda \cdot M_x \Leftrightarrow M_x = \frac{T^2}{\lambda} = \frac{1,17}{1,47} = 0,79592 = 795,9(g)$$

$$m_x = 795,9 - 528 = 267,9g$$

**και** $m_x{}'$ **=264,2g (με ζύγιση)**

**<u>σχετική % απόκλιση :</u>** $\frac{|m_x' - m_x|}{m_x} = \frac{3,7}{264,2} = 1,4\%$