

# Φυσική κατεύθυνσης Γ' Λυκείου

Πειραματική μελέτη της απλής αρμονικής ταλάντωσης με το:

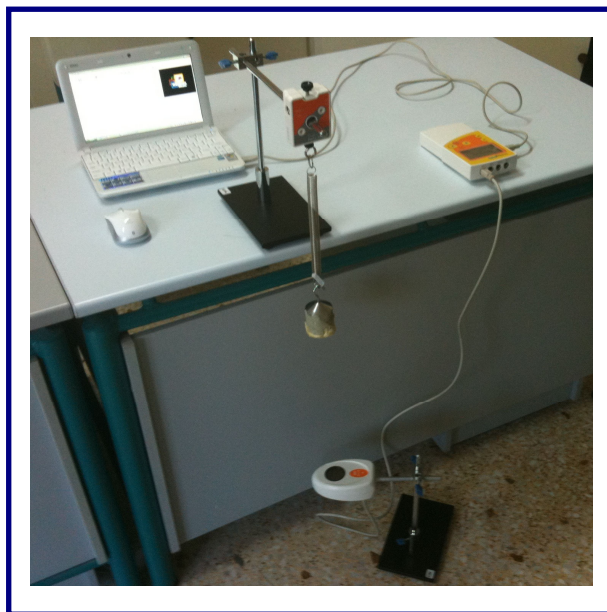
**MultiLog Pro**

**Ε.Κ.Φ.Ε ΛΕΣΒΟΥ**

Παλαιολόγου Ελένη  
Φυσικός  
Σχολικό έτος 2009-2010

## Όργανα

- Δυο μάζες των 500 g και 1kg.
- Ελατήρια γνωστής σταθεράς ( $k=50\text{N/m}$ ,  $k=36\text{N/m}$ )
- Βάσεις στήριξης και ράβδοι
- Αισθητήρας απόστασης
- Αισθητήρας δύναμης
- Καλώδιο σύνδεσης Multilog-αισθητήρα και καλώδιο USB για σύνδεση Multilog-υπολογιστή.
- Συσκευή Multilog



## Διάταξη

- ☞ Εγκαταστήστε την εφαρμογή Multilab στον υπολογιστή σύμφωνα με τις οδηγίες.
- ☞ Συνδέστε το Multilog στον υπολογιστή με το καλώδιο USB. Ανάψτε τη συσκευή
- ☞ Συνδέστε τον αισθητήρα θέσης στη πόρτα I/O -1 του Multilog.
- ☞ Εκκινήστε το λογισμικό Multilab.




## Πείραμα Α

**Προβληματισμός:** Πώς η μάζα που είναι αναρτημένη από ένα κατακόρυφο ελατήριο επηρεάζει τη περίοδο της ταλάντωσης;

### Διαδικασία πειράματος

- ☞ Κρεμάστε το ελατήριο σταθεράς  $k=50\text{N/m}$  από τον αισθητήρα δύναμης. Προσοχή. Μη συνδέσετε ακόμα τον αισθητήρα δύναμης με το multilog.
- ☞ Κρεμάστε από το ελατήριο το σώμα μάζας  $m=500\text{g}$  και αφήστε το να ισορροπήσει.

### Ρύθμιση του multilog

- ☞ Πιέστε το εικονίδιο ρυθμίσεων  στη γραμμή εργαλείων και ακολουθήστε τις οδηγίες της οθόνης.
  - Επιλέξτε ρυθμό δειγματοληψίας 10 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο.
  - Επιλέξτε χρόνο 10s
- ☞ Αρχίστε μια πρώτη καταγραφή πιέζοντας το εικονίδιο λήψης δεδομένων . Αν θέλετε να ορίσετε ως μηδέν τη θέση την οποία ισορροπεί το σώμα επιλέξτε από το εικονίδιο ρυθμίσεων  τις ιδιότητες αισθητήρων και από εκεί την επι-

λογή «**ορίστε το μηδέν**». Αν ήδη έχει οριστεί το μηδέν και θέλετε να επαναπροσδιορίσετε τη θέση επιλέξτε «**επανεκκίνηση μηδενός**»



☞ Απομακρύνετε το σώμα από τη Θ.Ι και από το εικονίδιο λήψης δεδομένων και

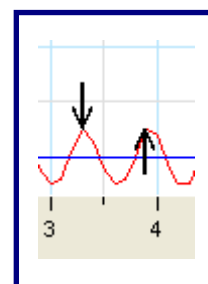
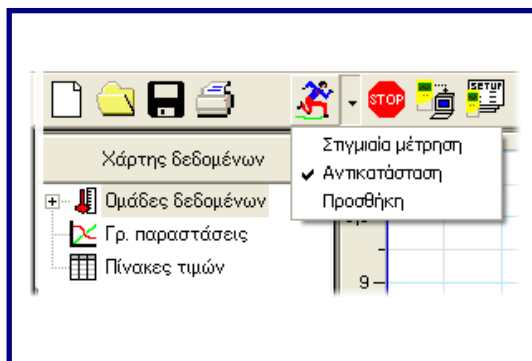


αρχίστε μια νέα καταγραφή.






















**Σημ.** κάθε φορά που επαναλαμβάνεται την παραπάνω διαδικασία, το Multilab θα εμφανίζει τις νέες μετρήσεις σας. Οι προηγούμενες είναι διαθέσιμες στον κατάλογο του χάρτη δεδομένων και μπορείτε να τις εμφανίζετε σε γραφική παράσταση όποτε θελήσετε, αρκεί στο εικονίδιο λήψης δεδομένων να είναι ενεργοποιημένη η επιλογή «**Αντικατάσταση**».

### Εμφάνιση δεδομένων

Χρησιμοποιήστε τον πρώτο κέρσορα  για να εμφανίσετε τις τιμές ενός σημείου, και τους δύο κέρσορες  για εμφανίσετε τη διαφορά των συντεταγμένων δύο σημείων στη γραμμή πληροφοριών στο κάτω μέρος της οθόνης. Μετακινήστε τους κέρσορες στα επιθυμητά σημεία σέρνοντας με το ποντίκι την κορυφή κάθε βέλους.




## Κατανοώντας τα εικονίδια του χάρτη δεδομένων


-  Λίστα ομάδων δεδομένων
- 
  - Συναρτήσεις – όλες οι συναρτήσεις ανάλυσης του Έργου
  -  Μεμονωμένη συνάρτηση – δεν εμφανίζεται στην οθόνη
  -  Μεμονωμένη συνάρτηση – εμφανίζεται στη γραφική παράσταση 1
  -  Μεμονωμένη συνάρτηση – εμφανίζεται στη γραφική παράσταση 2
  -  Μεμονωμένη συνάρτηση – εμφανίζεται στις γραφικές παραστάσεις 1 και 2
  -  Συνάρτηση
-  Πείραμα (Experiment) – περιλαμβάνει όλες τις καταγραμμένες μετρήσεις από το πείραμα
  -  Μεμονωμένη ομάδα μετρήσεων – δεν εμφανίζεται στην οθόνη
  -  Μεμονωμένη ομάδα μετρήσεων – εμφανίζεται στη γραφική παράσταση 1
  -  Μεμονωμένη ομάδα μετρήσεων – εμφανίζεται στη γραφική παράσταση 2
  -  Μεμονωμένη ομάδα μετρήσεων – εμφανίζεται στις γραφικές παραστάσεις 1 και 2
  -  Μετρήσεις καταγραμμένες χωρίς βίντεο
  -  Μετρήσεις καταγραμμένες με βίντεο
-  Λίστα αποθηκευμένων γραφικών παραστάσεων
  -  Αποθηκευμένη γραφική παράσταση – μετρήσεις συναρτήσει του χρόνου
  -  Αποθηκευμένη γραφική παράσταση – μετρήσεις συναρτήσει άλλων μετρήσεων
  -  Γραφική παράσταση που δεν εμφανίζεται στην οθόνη
  -  Μετρήσεις που εμφανίζονται στη γραφική παράσταση 1
  -  Μετρήσεις που εμφανίζονται στη γραφική παράσταση 2
  -  Μετρήσεις που εμφανίζονται στις γραφικές παραστάσεις 1 και 2

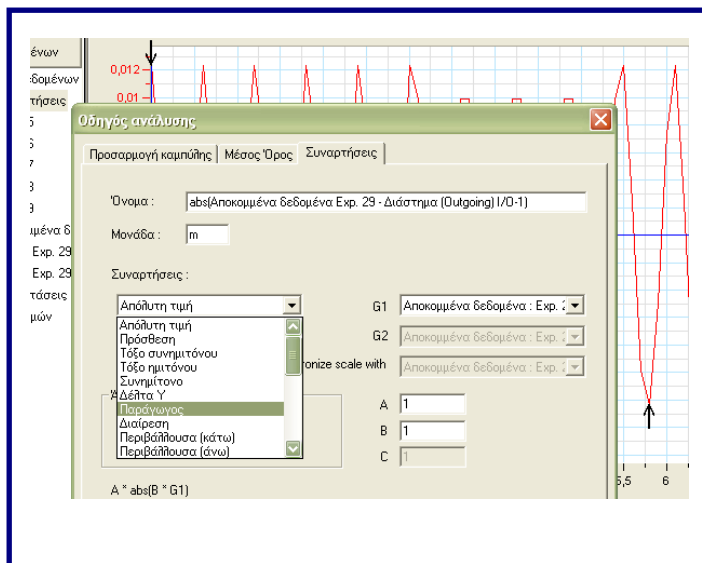
Χρησιμοποιήστε το παράθυρο **επεξεργασία γρ. παράστασης** από το μενού **Γρ. παράσταση** της κύριας γραμμής εργαλείων για να επιλέξετε ποια σειρά μετρήσεων θα εμφανίζεται στον άξονα x και y

## Ανάλυση δεδομένων για την εξαγωγή μιας συνάρτησης (π.χ παραγώγου) βασισμένη σε μια σειρά μετρήσεων.

☞ Εμφανίστε στην οθόνη του υπολογιστή τη γραφική παράσταση μιας σειράς μετρήσεων του πειράματος Α.

☞ Χρησιμοποιώντας τους 2 κέρσορες  επιλέξτε ένα εύρος δεδομένων (που να αντιστοιχεί σε 4-5 περιόδους) Από το εικονίδιο «Γρ. παράσταση» επιλέξτε «ψαλίδισμα»

☞ Έχοντας πάλι επιλέξει με το εικονίδιο  το ίδιο περίπου εύρος δεδομένων όπως και πριν, από την κύρια γραμμή εργαλείων επιλέξτε «ανάλυση», «οδηγός ανάλυσης», «Συναρτήσεις», «Παράγωγος».

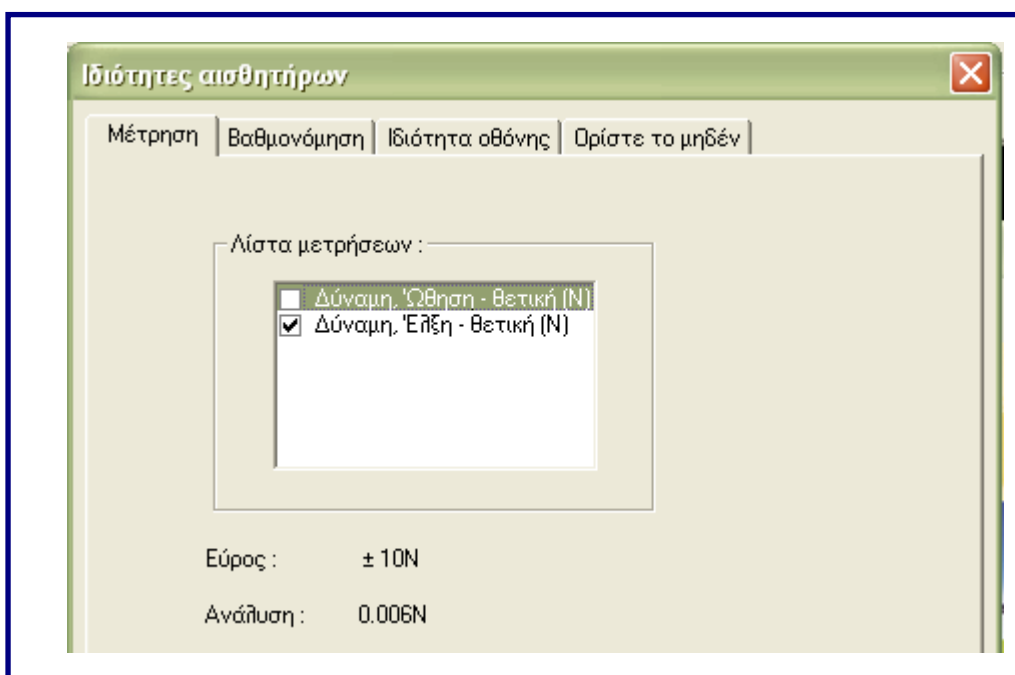




☞ Αποθηκεύστε τη παραπάνω γραφική παράσταση από το εικονίδιο «Γρ. παράσταση», «Προσθήκη στο έργο».

### Πείραμα Γ


**Προβληματισμός:** Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο σώμα που κρέμεται από την άκρη κατακόρυφου ελατηρίου και ποια η σχέση αυτών με την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας ;

- ☞ Δημιουργήστε ένα καινούργιο αρχείο του MultiLab από την επιλογή **«Αρχείο», «Νέο έργο»**.
- ☞ Συνδέστε τον αισθητήρα δύναμης στην πόρτα I/O -2 του Multilog. Ο αισθητήρας θέσης εξακολουθεί να είναι συνδεδεμένος στην πόρτα I/O -1 .




- ☞ Πιέστε το εικονίδιο ρυθμίσεων  στη γραμμή εργαλείων, επιλέξτε τον αισθητήρα δύναμης και από το παράθυρο **ιδιότητες αισθητήρων** τσεκάρετε την επιλογή **«Δύναμη», «Έλξη – θετική (N)»**. Ακολουθήστε τις οδηγίες της οθόνης
  - Επιλέξτε ρυθμό δειγματοληψίας 10 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο
  - Επιλέξτε χρόνο 10s
- ☞ Χωρίς να έχετε κρεμασμένο το ελατήριο πάρτε μια πρώτη καταγραφή πιέζοντας το εικονίδιο λήψης δεδομένων.  Παρατηρώντας τον πίνακα τιμών θα πρέπει οι μετρήσεις του αισθητήρα δύναμης να είναι γύρω στο μηδέν. Αν οι μετρήσεις απέχουν πολύ από το μηδέν ο αισθητήρας χρειάζεται «calibration» Ακολουθήστε τις οδηγίες του εγχειριδίου χρήσης του λογισμικού.

☞ Κρεμάστε από το ελατήριο σταθεράς  $k = 50\text{N/m}$  αρχικά το σώμα μάζας  $m = 500\text{g}$ .


Αφήστε το να ισορροπήσει . Από το εικονίδιο ρυθμίσεων  επιλέξτε τις «ιδιότητες αισθητήρων» και κατόπιν την επιλογή «επανεκκίνηση Μηδενός»


☞ Ενεργοποιήστε το εικονίδιο λήψης δεδομένων 

☞ Χρησιμοποιήστε τους δύο κέρσορες  για επιλέξτε ένα εύρος δεδομένων της γραφικής παράστασης δύναμης – χρόνου .. Από την κύρια γραμμή εργαλείων επιλέξτε το παράθυρο **Ανάλυση** , **Στατιστικά**.

☞ Εκτρέψτε το σώμα από τη θέση ισορροπίας και πάρτε μια καινούργια σειρά μετρήσεων.

### Ανάλυση δεδομένων για την πειραματική εξαγωγή της παραπάνω σχέσης

☞ Χρησιμοποιήστε τους δύο κέρσορες  για να επιλέξτε ένα εύρος δεδομένων που να αντιστοιχεί σε 4- 5 περιόδους της γραφικής παράστασης θέσης– χρόνου. Από την κύρια γραμμή εργαλείων επιλέξτε το παράθυρο «Γρ. παράσταση» , «Επεξεργασία Γρ. παράστασης» . Ορίστε στον άξονα x να εμφανίζεται η σειρά μετρήσεων του τελευταίου πειράματος και στον άξονα y οι αντίστοιχες μετρήσεις της δύναμης.

☞ Χρησιμοποιήστε και πάλι τους δύο κέρσορες  για να επιλέξτε ένα εύρος δεδομένων της νέας γραφικής παράστασης που θα εμφανιστεί στην οθόνη. Από την κύρια γραμμή εργαλείων επιλέξτε το παράθυρο «Ανάλυση» , «Οδηγός Ανάλυσης», «Είδος», «Γραμμική». Τσεκάρετε την επιλογή «Εμφάνιση της εξίσωσης στη γρ. παράσταση»

Σημειώστε την εξίσωση που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης. Συγκρίνετε την με τη σχέση:  $F_{ελ} = mg - k \cdot y$

# Φυσική κατεύθυνσης Γ' Λυκείου

Πειραματική μελέτη της απλής αρμονικής ταλάντωσης με το:

## MultiLog Pro

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_

Τμήμα: \_\_\_\_\_

Ομάδα: \_\_\_\_\_

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

**Ε.Κ.Φ.Ε ΛΕΣΒΟΥ**

Παλαιολόγου Ελένη  
Φυσικός  
Σχολικό έτος 2009-2010

Παλαιολόγου Ελένη  
Φυσικός



## Θεωρία

Ένα σώμα συνδεδεμένο με κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς  $k$  εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση (α.α.τ) όταν αυτό εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας (Θ.Ι)

Η σχέση μεταξύ των συνολικής δύναμης και της απομάκρυνσης από τη Θ.Ι είναι:

$$\sum F = -k \cdot y$$

όπου  $k$  σταθερά που εξαρτάται από το είδος του ελατηρίου.

Η απομάκρυνση σε σχέση με το χρόνο περιγράφεται από τη σχέση:

$$y = A \eta \mu(2\pi f \cdot t + \phi_0)$$

όπου  $A$  το πλάτος,  $f$  η συχνότητα κι  $\phi_0$  η αρχική φάση.


Η περίοδος της κίνησης δίνεται από τον τύπο:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Στα πειράματα **A** και **B** θα εξετάσουμε την ορθότητα του παραπάνω τύπου.

## Πείραμα A

**Προβληματισμός:** Πώς η μάζα που είναι αναρτημένη από ένα κατακόρυφο ελατήριο επηρεάζει τη περίοδο της ταλάντωσης;

### Διαδικασία πειράματος

- ☞ Κρεμάστε το ελατήριο σταθεράς  $k = 50\text{N/m}$  από τον αισθητήρα δύναμης. Προσοχή. Μη συνδέσετε ακόμα τον αισθητήρα δύναμης με το multilog.
- ☞ Κρεμάστε από το ελατήριο το σώμα μάζας  $m = 500\text{g}$  και αφήστε το να ισορροπήσει.
- Ρύθμιση του multilog (από τον καθηγητή)**
- ☞ Απομακρύνετε το σώμα από τη Θ.Ι και από το εικονίδιο λήψης δεδομένων  και αρχίστε μια καταγραφή.

### Καταγραφή δεδομένων

$T = \dots\dots\dots$

- ☞ Για ( $m = 500\text{g}$  και  $k = 50\text{N/m}$ ) υπολογίστε τη θεωρητική τιμή της περιόδου.

- ☞ Υπολογίστε το σφάλμα στη μέτρηση :

Σχολιάστε: .....

- ☞ Επαναλάβετε ακριβώς τη παραπάνω διαδικασία αλλάζοντας τη μάζα του αναρτημένου σώματος  $m=1\text{kg}$

**Καταγραφή δεδομένων** $T=.....$ 

- ☞ Για ( $m=1\text{kg}$  και  $k=50\text{N/m}$ ) υπολογίστε τη θεωρητική τιμή της περιόδου

.....

- ☞ Υπολογίστε το σφάλμα στη μέτρηση :

.....

Σχολιάστε: .....

.....

.....

**Πείραμα Β**

**Προβληματισμός:** Πώς η σταθερά του ελατηρίου που είναι αναρτημένη από ένα κατακόρυφο ελατήριο επηρεάζει τη περίοδο της ταλάντωσης για το ίδιο σώμα;

**Διαδικασία πειράματος**

- ☞ Επαναλάβετε ακριβώς τη παραπάνω διαδικασία κρατώντας τη μάζα του αναρτημένου σώματος  $m=1\text{kg}$  αλλάζοντας το ελατήριο με άλλο σταθεράς  $k=36\text{N/m}$

**Καταγραφή δεδομένων** $T=.....$ 

- ☞ Για ( $m=1\text{kg}$  και  $k=36\text{N/m}$ ) υπολογίστε τη θεωρητική τιμή της περιόδου.

.....

- ☞ Υπολογίστε το σφάλμα στη μέτρηση :

.....

Σχολιάστε: .....

.....

.....

**Θεωρία**

Η απομάκρυνση και η ταχύτητα ταλάντωσης σε σχέση με το χρόνο περιγράφονται από τις σχέσεις  $y = A\eta\mu(\omega \cdot t + \phi_0)$  και  $v = \omega \cdot A\sigma\upsilon\nu(\omega \cdot t + \phi_0)$

Θυμηθείτε ότι η ταχύτητα εκφράζει το ρυθμό μεταβολής της απομάκρυνσης

$$v = \frac{dy}{dt} \text{ (δηλ. την παράγωγο του } y\text{)}$$

**Προβληματισμός:** Πώς η παραπάνω διατύπωση επαληθεύεται από τις μετρήσεις του πειράματος Α;

**Ανάλυση δεδομένων για την εξαγωγή παραγώγου βασισμένη σε μια σειρά μετρήσεων** (από τον καθηγητή)

Παρατηρήστε

Συμπεράνετε:.....

.....

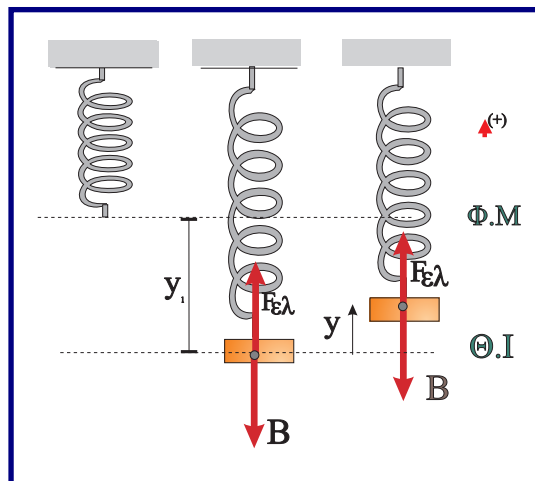
.....

.....

☞ Αποθηκεύστε τη παραπάνω γραφική παράσταση από το εικονίδιο «**Γρ. παράσταση**», «**Προσθήκη στο έργο**» Αν θέλετε εκτυπώστε την παραπάνω γραφική παράσταση και ενσωματώστε την στο φύλλο εργασίας σας.

**Πείραμα Γ**

**Προβληματισμός:** Ποιες δυνάμεις ασκούνται στο σώμα που κρέμεται από την άκρη κατακόρυφου ελατηρίου και ποια η σχέση αυτών με την απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας ;



**Ρύθμιση του multilog (από τον καθηγητή)**


☞ Κρεμάστε από το ελατήριο σταθεράς

**k =50N/m** αρχικά το σώμα μάζας **m=500g**. Αφήστε το να ισορροπήσει .

☞ Ενεργοποιήστε το εικονίδιο λήψης δεδομένων



Ποια δύναμη μετράει ο αισθητήρας;

☞ Χρησιμοποιήστε τους δύο κέρσορες  για επιλέξετε ένα εύρος δεδομένων της γραφικής παράστασης δύναμης – χρόνου .. Από την κύρια γραμμή εργαλείων επιλέξετε το παράθυρο **Ανάλυση , Στατιστικά**.

Τι παρατηρείτε;.....

☞ Εκτρέψτε το σώμα από τη θέση ισορροπίας και πάρτε μια καινούργια σειρά μετρήσεων.

Σχολιάστε τις μετρήσεις από τον πίνακα δεδομένων.....

Από τον πίνακα δεδομένων, επιβεβαιώστε τη σχέση:

$$F_{ελ} - mg = -k \cdot y \Rightarrow F_{ελ} = mg - k \cdot y$$

**Ανάλυση δεδομένων για την πειραματική εξαγωγή της παραπάνω σχέσης**

Σημειώστε την εξίσωση που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης. Συγκρίνετε την με τη σχέση που αναφέρθηκε προηγουμένως:  **$F_{ελ} = mg - k \cdot y$**

.....  
 .....