

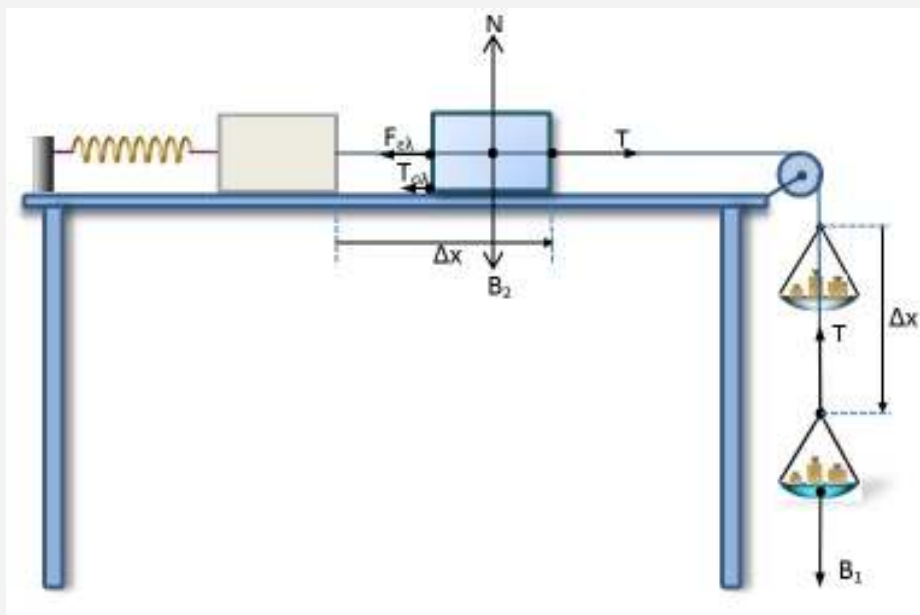
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΕΡΡΩΝ

14^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών

EUSO 2016



ΤΟΠΙΚΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΕΙΟ:.....

Μαθητές/τριες που συμμετέχουν:

(1).....

(2).....

(3).....

Σέρρες 05/12/2015

Σύνολο μορίων:.....

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΕΡΑΣ ΕΝΟΣ ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΤΡΟΠΟΥΣ

Σκοπός της άσκησης

1. Να υπολογίσετε την **σταθερά ενός ελατηρίου** με την βοήθεια του **Νόμου του Hooke**.
2. Να υπολογίσετε την **σταθερά ενός ελατηρίου** με την βοήθεια του **Θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας**.
3. Να υπολογίσετε τον **συντελεστή τριβής ολίσθησης** μεταξύ σώματος και οριζοντίου επιπέδου με την βοήθεια του **Θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας**.

Θεωρητική εισαγωγή

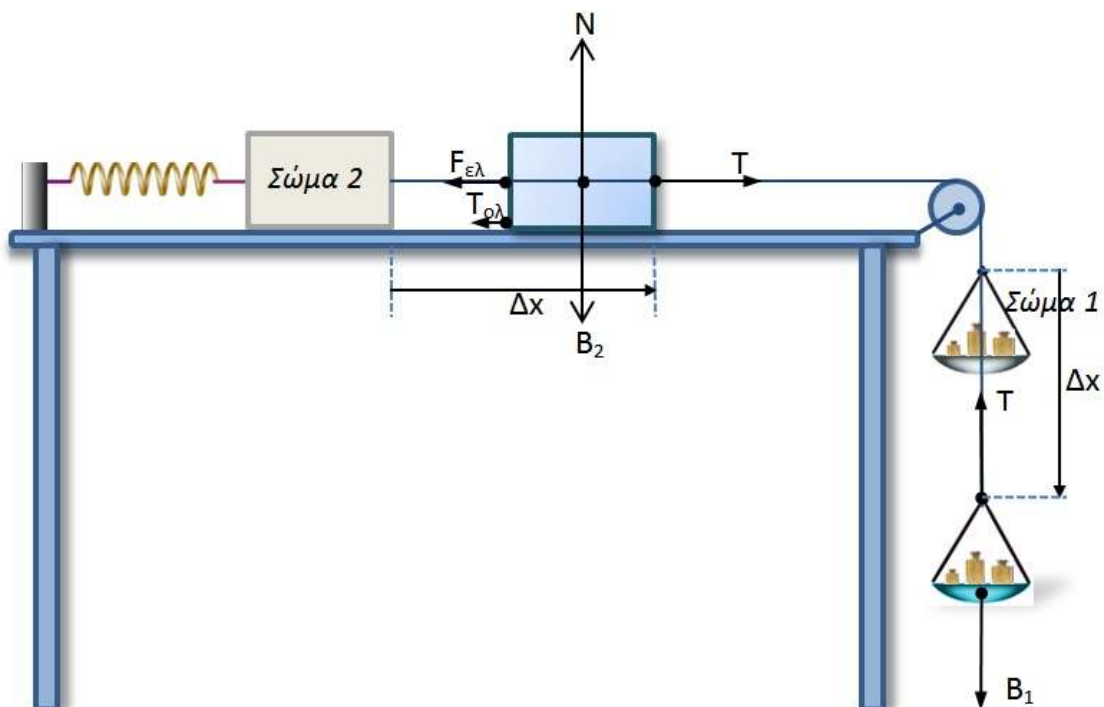
1. Νόμος του Hooke: Οι ελαστικές παραμορφώσεις είναι ανάλογες με τις δυνάμεις που τις προκαλούν.

Η μαθηματική έκφραση του νόμου για τα ελατήρια είναι:

$$F = k \cdot \Delta L$$

Το **k** ονομάζεται σταθερά του ελατηρίου και εξαρτάται από τη φύση και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ελατηρίου. Το **ΔL** είναι η επιμήκυνση του ελατηρίου.

2. Θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας (ΘΜΚΕ): Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ενός σώματος είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των δυνάμεων που δρουν πάνω του.



Σχήμα 1

Η μαθηματική έκφραση του θεωρήματος είναι:

$$\Delta K = \Sigma W_f \quad \text{ή}$$

$$\frac{1}{2} m u^2 - \frac{1}{2} m u_0^2 = W_{f1} + W_{f2} + \dots$$

Ας θεωρήσουμε το σύστημα δύο σωμάτων δεμένων με σκοινί του σχήματος 1.

Το σώμα 2 βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο και είναι δεμένο από την μια μεριά με το ελατήριο και την άλλη με το σκοινί. Μεταξύ του σώματος και του οριζόντιου επιπέδου υπάρχει τριβή. Το σώμα 1 κρέμεται από το σκοινί και αποτελείται από ένα δίσκο που μέσα του έχουμε βάλει σταθμά, ικανά να υπερνικήσουν την τριβή του σώματος 2. Το σύστημα το διατηρούμε ακινητοποιημένο με το χέρι μας στην θέση που το ελατήριο είναι στο φυσικό του μήκος.

Αν αφήσουμε το σύστημα να ξεκινήσει ($u_0=0$), μετατοπίζεται κατά Δx και σταματάει ($u=0$). Οι δυνάμεις σε αυτή την μετατόπιση είναι για το σώμα 2 η τάση του σκοινιού T , το βάρος B_2 , η κάθετη αντίδραση του δαπέδου N , η τριβή ολίσθησης $T_{ολ}$ και η δύναμη από το ελατήριο $F_{ελ}$, ενώ για το σώμα 1 το βάρος B_1 και η τάση του σκοινιού T . Οι δυνάμεις φαίνονται στο παραπάνω σχήμα. Οι δύο τάσεις μπορούν να θεωρηθούν ίσες σε μέτρο αν δεχθούμε ότι η τροχαλία είναι αβαρής και περιστρέφεται χωρίς τριβές και ότι το νήμα είναι αβαρές και μη εκτατό. Γι αυτήν την μετατόπιση Δx , που είναι ίδια για τα δύο σώματα, ισχύουν τα παρακάτω:

Για το σώμα 1: Τα έργα είναι:

$$W_{B1} = +B_1 \Delta x = +m_1 g \Delta x$$

$$W_T = -T \Delta x$$

ενώ η μεταβολή της κινητικής ενέργειας είναι $\Delta K = 0$

Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για την μετακίνηση του σώματος 1:

$$\Delta K = W_{B1} + W_T \quad \text{οπότε:}$$

$$m_1 g \Delta x - T \Delta x = 0 \quad \text{σχέση (1)}$$

Για το σώμα 2: Τα έργα είναι:

$$W_T = +T \Delta x$$

$$W_N = 0$$

$$W_{B2} = 0$$

$$W_{Tρ} = -T_{ολ} \Delta x = -\mu m_2 g \Delta x$$

$$W_{Fελ} = -\frac{1}{2} k \Delta x^2$$

ενώ και πάλι η μεταβολή της κινητικής ενέργειας είναι $\Delta K = 0$.

Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για την μετακίνηση του σώματος 2:

$$\Delta K = W_T + W_N + W_{B2} + W_{Tρ} + W_{Fελ} \quad \text{οπότε:}$$

$$T \Delta x - \mu m_2 g \Delta x - \frac{1}{2} k \Delta x^2 = 0 \quad \text{σχέση (2)}$$

Προσθέτοντας τις σχέσεις (1) +(2) προκύπτει:

$$m_1 g \Delta x - \mu m_2 g \Delta x - \frac{1}{2} k \Delta x^2 = 0 \quad \text{σχέση (3)}$$

και μετά από μερικές απλές πράξεις καταλήγουμε στην παρακάτω σχέση:

$$m_1 = (k/2g) \Delta x + (\mu m_2) \quad \text{σχέση (4)}$$

που είναι της μορφής $\psi = \alpha \chi + \beta$ (ευθεία).

Αν κάνουμε σε χιλιοστομετρικό χαρτί γραφική παράσταση με άξονα των τεταγμένων m_1 και άξονα των τετμημένων την αντίστοιχη μετατόπιση Δx , η κλίση της ευθείας που θα προκύψει είναι η παράσταση $k/2g$

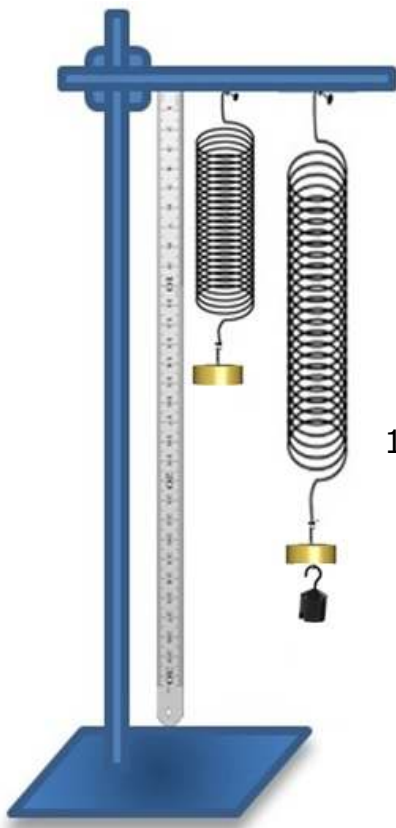
$$\text{κλίση} = k/2g \quad \text{σχέση (5)}$$

από την οποία υπολογίζουμε το k

Τέλος, από τη γραφική παράσταση και το σημείο τομής της ευθείας με τον άξονα των τεταγμένων, μπορούμε να υπολογίσουμε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης μ .

Πειραματική Διαδικασία - Επεξεργασία Δεδομένων

1^ο Μέρος (νόμος του Hooke)



Σχήμα 2

Όργανα και υλικά

1. Βάση στήριξης
 2. Ορθοστάτης με σύνδεσμο και σύστημα ανάρτησης του ελατηρίου
 3. Βαθμολογημένος κανόνας
 4. Ελατήριο
 5. Βαρίδιο που θα κρεμάσουμε στο ελατήριο για να ανοίξουν αρχικά οι σπείρες του
 6. Βαρίδια των 50 gr
 7. Αριθμομηχανή
1. 1. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη του σχήματος 2.

ΠΡΟΧΟΧΗ: πριν αρχίσετε τις μετρήσεις, κρεμάστε από το ελεύθερο άκρο του ελατηρίου το ειδικό βαρίδιο, ώστε να ανοίξουν οι σπείρες του ελατηρίου.

2. Προσθέστε διαδοχικά τα βαρίδια των 50gr και μετράτε κάθε φορά την επιμήκυνση του ελατηρίου με τη βοήθεια του χάρακα. Πραγματοποιήστε τρεις (3) μετρήσεις, έτσι ώστε να φτάσετε σε συνολική μάζα 150gr.

3. Με τις μετρήσεις αυτές και τις εισαγωγικές πληροφορίες για το νόμο του Hooke συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα I.

Σε όλες τις μετρήσεις να χρησιμοποιήσετε ακρίβεια $3^{\omega\upsilon}$ σημαντικών ψηφίων.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Μάζα βαριδιών m (kg)	Δύναμη που επιμηκύνει το ελατήριο F (N)	Επιμήκυνση ελατηρίου ΔL (m)	Σταθερά του ελατηρίου k	Μέση τιμή της σταθεράς \bar{k}

Ερωτήσεις

A. Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της σταθεράς του ελατηρίου που υπολογίσατε;

.....

.....

.....

.....

B. Προτείνετε μια άλλη μέθοδο υπολογισμού του k χρησιμοποιώντας τις παραπάνω μετρήσεις.

.....

.....

.....

.....

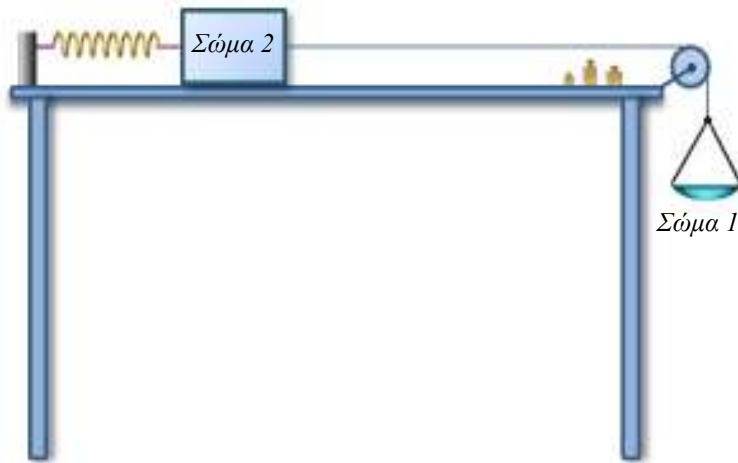
.....

.....

.....

.....

2^ο Μέρος (ΘΜΚΕ)



Σχήμα 3

Όργανα και υλικά

- 1 Το ίδιο ελατήριο
- 2 Μετροταινία
- 3 Οριζόντιο επίπεδο
- 4 Σύστημα πρόσδεσης του ελατηρίου
- 5 Ξύλινο σώμα
- 6 Ηλεκτρονικός ζυγός
- 7 Νήμα
- 8 Τροχαλία
- 9 Αριθμομηχανή
- 10 Δίσκος
- 11 Σταθμά
- 12 Μαρκadόρος

A. Ετοιμάστε τη διάταξη του παραπάνω σχήματος. **Το σώμα 2 να έρχεται σε επαφή με το τραπέζι με την μεταλλική του επιφάνεια.**

1. Μετρήστε τη μάζα του ξύλινου σώματος 2 μάζας m_2 όπως και την μάζα του δίσκου με τον ηλεκτρονικό ζυγό και εκφράστε τα αποτελέσματα σε kg με ακρίβεια $3^{\omega v}$ σημαντικών ψηφίων.

$$m_2 = \dots\dots\dots \text{ kg}$$

$$m_{\text{δίσκου}} = \dots\dots\dots \text{ kg} \quad (\text{μεταφέρετε την τιμή στον πίνακα II})$$

2. Αρχικά το σύστημα διατηρήστε το ακινητοποιημένο με το χέρι σας στη θέση που το ελατήριο είναι στο φυσικό του μήκος. Ως αρχική θέση $x_0=0$ του σώματος για τις μετρήσεις σας, που θα την σημειώσετε με τον μαρκadόρο πάνω στο επίπεδο, να πάρετε την θέση αυτή.

3. Αφήστε το ξύλινο σώμα 2 να κινηθεί βάζοντας στον δίσκο κατάλληλα σταθμά, ώστε να σταματήσει μετά από λίγα εκατοστά, χωρίς να ταλαντωθεί. Μετρήστε την μετατόπιση Δx του σώματος 2. Μετρήστε και τη μάζα των σταθμών που βάλατε στον δίσκο. (Σε όλες τις μετρήσεις να χρησιμοποιήσετε ακρίβεια $3^{\omega v}$ σημαντικών ψηφίων)

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το Δx να είναι μεταξύ 10cm και 35cm.

Να επαναλάβετε με την ίδια μάζα σταθμών και δεύτερη φορά τη διαδικασία και ως Δx να καταχωρήσετε στον πίνακα II τη μέση τιμή των 2 μετρήσεων.

Καταχωρήστε στον πίνακα και τη μάζα των σταθμών.

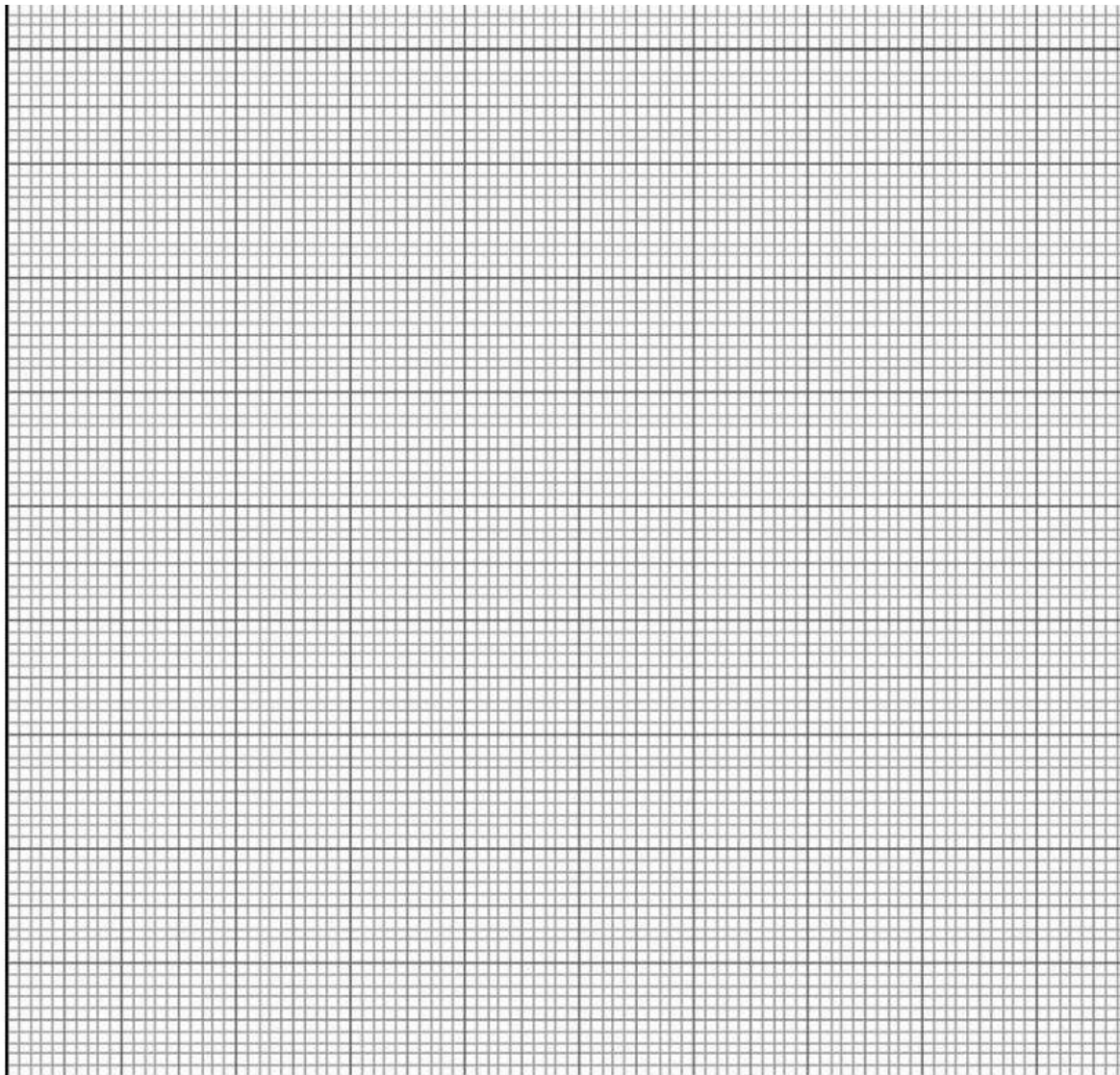
4. Να επαναλάβετε το βήμα 3 άλλες 3 φορές, τοποθετώντας διαφορετικά σταθμά στον δίσκο και καταγράψτε όλες τις μετρήσεις στον ΠΙΝΑΚΑ II.

5. Να υπολογίσετε τις τιμές της στήλης $m_1 = m_{\text{δίσκου}} + m_{\text{σταθμών}}$ και να τις καταγράψετε στον ΠΙΝΑΚΑ II.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

α/α	Δx (m)	$m_{\text{δίσκου}}$ (kg)	$m_{\text{σταθμών}}$ (kg)	m_1 (kg) $m_{\text{δίσκου}} + m_{\text{σταθμών}}$
1				
2				
3				
4				

Β. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση $m_1(\Delta x)$



Γ. Από την παραπάνω γραφική παράσταση υπολογίστε την κλίση:
(Στην γραφική παράσταση να φαίνονται **καθαρά** τα σημεία που θα πάρετε για τον υπολογισμό της κλίσης καθώς και οι υπολογισμοί σας στο παρακάτω διάστικτο).

κλίση=

.....

.....

.....

.....

.....

Δ. Από την κλίση της ευθείας υπολογίστε την τιμή της σταθεράς του ελατηρίου **k**. Δίνεται $g = 9,81\text{m/s}^2$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ε. Από την γραφική παράσταση βρείτε τον συντελεστή τριβής ολίσθησης **μ** μεταξύ σώματος και επιπέδου

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερωτήσεις

A. Η τιμή του k που βρήκατε με τις δυο μεθόδους είναι ίδια ή διαφέρει; Αν διαφέρει εξηγήστε πού μπορεί να οφείλεται αυτή η διαφορά. Υπολογίστε την εκατοστιαία διαφορά του $k_{\text{ΘΜΚΕ}}$ της δεύτερης μεθόδου σε σχέση με το $k_{\text{Η00κ}}$ της πρώτης.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B. Να αποδείξετε την σχέση (4) από την σχέση (3):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Για ποιο λόγο το έργο της δύναμης ελατηρίου δεν δίνεται από την σχέση:

$W_{\text{φελ}} = - \text{δύναμη} \cdot \text{μετατόπιση}$
αλλά από μια σχέση άλλης μορφής ($W_{\text{φελ}} = -1/2 k \Delta x^2$);

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δ. Για ποιο λόγο σας δόθηκε η οδηγία η μετατόπιση Δx να μην ξεπεράσει τα 35cm;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Καλή επιτυχία