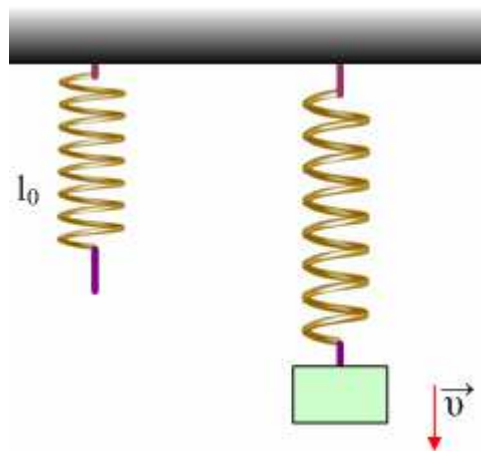


### Φθίνουσα Ταλάντωση και απώλεια ενέργειας.



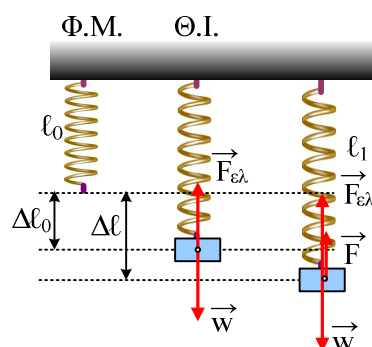
Ένα ελατήριο σταθεράς  $k=100\text{N/m}$  κρέμεται κατακόρυφα έχοντας φυσικό μήκος  $l_0=0,5\text{m}$ . Δένουμε στο κάτω άκρο του ένα σώμα μάζας  $2\text{kg}$  και το αφήνουμε να κινηθεί, οπότε αυτό εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση, εξαιτίας της αντίστασης του αέρα, η οποία είναι της μορφής  $F=-bv$ . Σε μια στιγμή  $t_1$  το σώμα κινείται προς τα κάτω και το ελατήριο έχει μήκος  $l_1=0,8\text{m}$ . Στη θέση αυτή το σώμα έχει ταχύτητα  $v_1=0,8\text{m/s}$  ενώ επιβραδύνεται με ρυθμό  $5,2\text{m/s}^2$ .

Να βρείτε:

- i) Την μηχανική ενέργεια που μετατράπηκε σε θερμική από  $0-t_1$ .
- ii) Τη μείωση της ενέργειας ταλάντωσης
- iii) Τη σταθερά απόσβεσης  $b$ .
- iv) Τον ρυθμό με τον οποίο μειώνεται η ενέργεια ταλάντωσης τη στιγμή  $t_1$ .

Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ .

**Απάντηση:**



- i) Θεωρώντας επίπεδο μηδενικής δυναμικής βαρυτικής ενέργειας, το οριζόντιο επίπεδο που περνά από την θέση που το ελατήριο έχει μήκος  $0,8\text{m}$ , έχουμε:

$$E_{\text{μηγ/αρχ}} = mgh = mg\Delta l = 2 \cdot 10 \cdot 0,3\text{J} = 6\text{J}.$$

Ενώ στην θέση που δίνεται:

$$E_{\text{Μηγ/τελ}} = K + U_{\text{ελ}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k\Delta l^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,8^2\text{J} + \frac{1}{2} \cdot 100 \cdot 0,3^2\text{J} = 0,64\text{J} + 4,5\text{J} = 5,14\text{J}$$

Έτσι η ενέργεια που μετετράπη σε θερμότητα είναι  $Q=6-5,14=0,86\text{J}$ .

ii) Στην τελική θέση ισορροπίας του σώματος (η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης με μηδενική απόσβεση) ισχύει:

$$\Sigma F=0 \text{ ή } F_{ελ}-mg=0 \text{ ή}$$

$$\Delta \ell_0 = \frac{mg}{k} = \frac{20}{100} m = 0,2m$$

Κατά συνέπεια η αρχική ενέργεια ταλάντωσης, αφού το σώμα ξεκινά από τη θέση φυσικού μήκους με μηδενική ταχύτητα, είναι  $E_0 = \frac{1}{2} D A^2 = \frac{1}{2} k \cdot \Delta \ell^2 = \frac{1}{2} 100 \cdot 0,2^2 J = 2J$ .

Στη θέση όπου το ελατήριο έχει μήκος  $\ell_1$ , το σώμα απέχει κατά  $x = \Delta \ell - \Delta \ell_0 = 0,1m$  από τη θέση ισορροπίας, συνεπώς η ενέργεια ταλάντωσης είναι:

$$E = \frac{1}{2} D x^2 + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} 100 \cdot 0,1^2 J + \frac{1}{2} 2 \cdot 0,8^2 J = 1,14 J$$

Κατά συνέπεια η ενέργεια ταλάντωσης μειώθηκε κατά  $E_0 - E = 0,86J$ .

iii) Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα φαίνονται στο σχήμα:

$$\Sigma F = ma \rightarrow$$

$$mg - k\Delta \ell - bv = ma \rightarrow$$

$$b = \frac{mg - k\Delta \ell - ma}{v} = \frac{20 - 100 \cdot 0,3 - 2(-5,2)}{0,8} \text{ kg / s} = 0,5 \text{ kg / s}$$

iv) Ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια ταλάντωσης μετατρέπεται σε θερμότητα είναι αντίθετος με την ισχύ της  $F_{av}$ :

$$P = F_{av} \cdot v_{\text{συνα}} = -|F_{av}| \cdot |v| = -bv^2 = -0,5 \cdot 0,8^2 W = -0,32 W,$$

Συνεπώς ο ζητούμενος ρυθμός είναι  $+0,32J/s$ .

### Σχόλιο:

Προφανώς η μείωση της μηχανικής ενέργειας είναι ίση με την μείωση της ενέργειας ταλάντωσης, όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα στα δύο πρώτα ερωτήματα. Αυτό όμως δεν πρέπει να μας κάνει να συγχέουμε τις διαφορετικές ενέργειες. π.χ. Για να υπολογίσουμε την αρχική μηχανική ενέργεια, θεωρήσαμε **αυθαίρετα** σαν επίπεδο μηδενικής ενέργειας, το οριζόντιο επίπεδο που περνά από τη θέση που το ελατήριο έχει μήκος  $0,8m$ . Και η ενέργεια που υπολογίσαμε ήταν  $6J$ , που δεν έχει καμιά σχέση με την αρχική ενέργεια ταλάντωσης ( $2J$ ).

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια

*Διονύσης Μάργαρης*