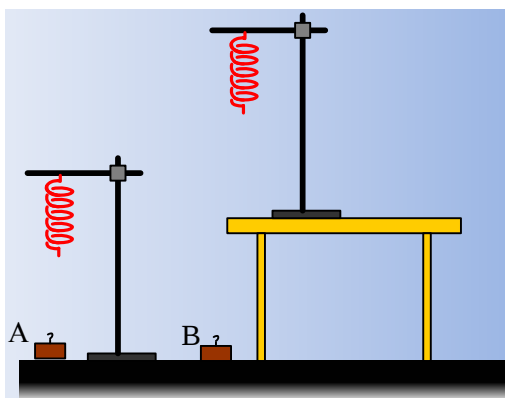


### Δύο φθίνουσες μηχανικές ταλαντώσεις και επίπεδα αφαίρεσης.

Δύο όμοια ιδανικά ελατήρια σταθεράς  $k=100\text{N/m}$  κρέμονται κατακόρυφα έχοντας φυσικό μήκος  $l_0=0,3\text{m}$ , από δυο όμοιους ορθοστάτες, όπου ο πρώτος βρίσκεται στο έδαφος και ο δεύτερος πάνω σε ένα διπλανό τραπέζι ύψους  $H=0,6\text{m}$ . Το ελεύθερο άκρο του πρώτου ελατηρίου απέχει  $h_1=0,8\text{m}$  από το έδαφος. Στο έδαφος (όπου η δυναμική βαρυτική ενέργεια θεωρείται μηδενική) ηρεμούν δυο σώματα Α και Β μάζας  $m=2\text{kg}$ .

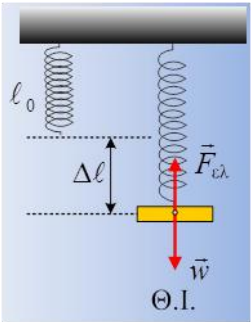
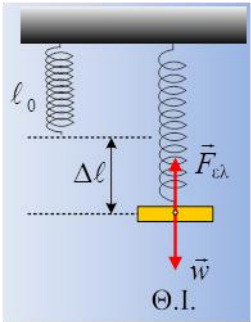


- i) Ασκώντας κατάλληλες κατακόρυφες δυνάμεις ανεβάζουμε τα σώματα Α και Β και τα κρεμάμε στα άκρα των δύο ελατηρίων. Να υπολογιστούν τα έργα των παραπάνω δυνάμεων. Τι μετράνε τα έργα αυτά;
- ii) Σε μια στιγμή  $t_0=0$  αφήνουμε τα σώματα να κινηθούν, οπότε μετά από λίγο, τη στιγμή  $t_1$  τα σώματα κινούνται προς τα κάτω και τα ελατήρια έχουν μήκος  $l_1=0,6\text{m}$ . Στη θέση αυτή τα σώματα έχουν ταχύτητες  $v=1\text{m/s}$ . Για κάθε σύστημα:
  - α) Να υπολογιστεί η μηχανική ενέργεια (του συστήματος Γη-σώμα-ελατήριο), τη στιγμή  $t_0$  καθώς και τη στιγμή  $t_1$ . Στη συνέχεια να υπολογιστεί η απώλεια της μηχανικής ενέργειας εξαιτίας της αντίστασης του αέρα από  $0-t_1$ .
  - β) Να υπολογιστούν οι ενέργειες ταλάντωσης τις στιγμές  $t_0$  και  $t_1$ . Να βρεθεί η μείωση της ενέργειας κάθε ταλάντωσης εξαιτίας της αντίστασης του αέρα.

Θεωρείται γνωστό ότι για τις ταλαντώσεις αυτές  $D=k$  και  $g=10\text{m/s}^2$ .

#### Απάντηση:

| Σώμα Α                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Σώμα Β                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| i) Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το ανέβασμα του σώματος, παίρνουμε:<br>$K_{\tau}-K_{\alpha}=W_{F1}+W_w \rightarrow$ $W_{F1}=mgh_1=2 \cdot 10 \cdot 0,8\text{J}=16\text{J}$ Το παραπάνω έργο της ασκούμενης δύναμης εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από εμάς (που σηκώσαμε το σώμα), στο σώμα. | Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το ανέβασμα του σώματος, παίρνουμε:<br>$K_{\tau}-K_{\alpha}=W_{F2}+W_w \rightarrow$ $W_{F2}=mgh_2=2 \cdot 10 \cdot 1,4\text{J}=28\text{J}$ Το παραπάνω έργο της ασκούμενης δύναμης εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από εμάς (που σηκώσαμε το σώμα), στο σώμα. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ii) α) Τη στιγμή <math>t_0=0</math> η μηχανική ενέργεια είναι:</p> $E_{M/01}=mgh_1=16J$ <p>Αντίστοιχα τη στιγμή <math>t_1</math></p> $E_{M/1}=mgh'_1+\frac{1}{2}k(\Delta\ell)^2+\frac{1}{2}mv^2\rightarrow$ $E_{M/1}=2\cdot10\cdot0,5J+\frac{1}{2}100\cdot0,3^2J+\frac{1}{2}2\cdot1^2J\rightarrow$ $E_{M/1}=15,5J$ <p>Η απώλεια της μηχανικής ενέργειας είναι:</p> $E_{M/01}-E_{M/1}=16J-15,5J=0,5J$                                                                                                                                        | <p>Τη στιγμή <math>t_0=0</math> η μηχανική ενέργεια είναι:</p> $E_{M/02}=mgh_2=28J$ <p>Αντίστοιχα τη στιγμή <math>t_1</math></p> $E_{M/2}=mgh'_2+\frac{1}{2}k(\Delta\ell)^2+\frac{1}{2}mv^2\rightarrow$ $E_{M/2}=2\cdot10\cdot1,1J+\frac{1}{2}100\cdot0,3^2J+\frac{1}{2}2\cdot1^2J\rightarrow$ $E_{M/2}=27,5J$ <p>Η απώλεια της μηχανικής ενέργειας είναι:</p> $E_{M/02}-E_{M/1}=28J-27,5J=0,5J$                                                                                                                                               |
| <p>iii) Στη θέση ισορροπίας:</p>  $\Sigma F=0\rightarrow mg=k\cdot\Delta\ell\rightarrow$ $\Delta\ell=\frac{mg}{k}=\frac{2\cdot10}{100}m=0,2m$ <p>Έτσι για τις ενέργειες ταλάντωσης έχουμε:</p> $E_{0/1}=\frac{1}{2}DA^2=\frac{1}{2}100\cdot0,2^2J=2J$ $E_{1/1}=\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2\rightarrow$ $E_{1/1}=\frac{1}{2}100\cdot0,1^2J+\frac{1}{2}2\cdot1^2J=1,5J$ <p>Άρα η απώλεια της ενέργειας ταλάντωσης είναι:</p> $E_{0/1}-E_{1/1}=2J-1,5J=0,5J$ | <p>iv) Στη θέση ισορροπίας:</p>  $\Sigma F=0\rightarrow mg=k\cdot\Delta\ell\rightarrow$ $\Delta\ell=\frac{mg}{k}=\frac{2\cdot10}{100}m=0,2m$ <p>Έτσι για τις ενέργειες ταλάντωσης έχουμε:</p> $E_{0/1}=\frac{1}{2}DA^2=\frac{1}{2}100\cdot0,2^2J=2J$ $E_{1/1}=\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2\rightarrow$ $E_{1/1}=\frac{1}{2}100\cdot0,1^2J+\frac{1}{2}2\cdot1^2J=1,5J$ <p>Άρα η απώλεια της ενέργειας ταλάντωσης είναι:</p> $E_{0/1}-E_{1/1}=2J-1,5J=0,5J$ |

**Σχόλια:**

- 1) Το 1<sup>ο</sup> ερώτημα, είναι μια προσπάθεια να εξηγηθεί πού βρέθηκε η μηχανική ενέργεια ενός σώματος, όταν βρίσκεται σε κάποιο ύψος. Αντί να πω, έτσι αφηρημένα, «έχει δυναμική ενέργεια», είτε το σώμα, είτε το πεδίο, είτε το σύστημα, βρίσκω πόση ενέργεια προσφέρω για να το φέρω σε αυτή τη θέση. Έτσι η ενέργεια αποκτά κάποια πραγματική υλική υπόσταση, αφού φαίνεται ότι για να έχει κάποια ενέργεια το σώμα, κάποιος την παρέχει.

- 2) Το ερώτημα ii)α), είναι μια επεξεργασία του θέματος, με βάση το 2<sup>ο</sup> επίπεδο αφαίρεσης, που εξήγησα στη συζήτηση «[φυσική και θεωρητική φυσική](#)», στο σχόλιο [εδώ](#).
- 3) Το ερώτημα ii) β), είναι μια επεξεργασία του θέματος, με βάση το 3<sup>ο</sup> επίπεδο αφαίρεσης, που ανέφερα στο παραπάνω [σχόλιο](#).
- 4) Η επιλογή του ενός ή του άλλου επιπέδου μελέτης και επεξεργασίας, δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει το άλλο επίπεδο και η δυνατότητά μας να δουλέψουμε έτσι ή αλλιώς.
- 5) Η ουσία είναι ότι για να μπορέσουμε να θέσουμε σε φθίνουσα ταλάντωση το σώμα πάνω στο τραπέζι, πρέπει να του προσφέρουμε μεγαλύτερο ποσό ενέργειας, από ότι το σώμα στον κάτω ορθοστάτη. Δεν είναι επιστημονικά σωστό κατ' εμένα, ότι βλέποντας τα δυο σώματα να εκτελούν την ταλάντωσή τους, δεν μπορώ να συγκρίνω τις ενέργειες που έχουν τα δυο συστήματα, την ενέργεια αυτή που λέμε Μηχανική.
- 6) Αυτή η μηχανική ενέργεια, δεν πρέπει να συγχέεται με την **ενέργεια ταλάντωσης**, που έχει άλλη τιμή, αλλά **ΙΔΙΑ** και για τα δύο σώματα! Είναι και αυτή ένα μέρος της μηχανικής, αλλά όχι η μηχανική ενέργεια.

[dmargaris@sch.gr](mailto:dmargaris@sch.gr)