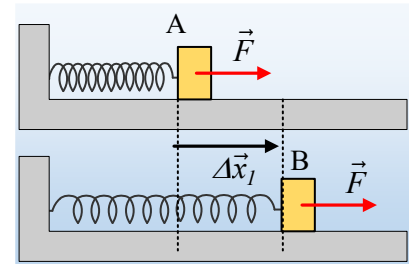


Μετακινούμε σώμα, στο άκρο ελατηρίου

Ένα σώμα μάζας 2kg ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο, με το οποίο εμφανίζει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu=0,5$, δεμένο στο άκρο οριζόντιου ελατηρίου, το οποίο έχει το φυσικό μήκος του, στη θέση A. Σε μια στιγμή ασκούμε στο σώμα μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F=50\text{N}$, με αποτέλεσμα να κινηθεί και μετά από λίγο, έχοντας μετατοπισθεί κατά $\Delta x_1=0,4\text{m}$, περνά από την θέση B με ταχύτητα $v_1=3\text{m/s}$. Αναφερόμενοι στην κίνηση από το A στο B:

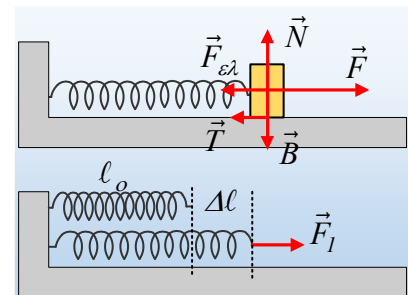


- i) Κάποιος συμμαθητής σας υποστηρίζει ότι η κίνηση του σώματος είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την παραπάνω θέση; Εξηγήστε αναλυτικά την θέση σας.
- ii) Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε στο σώμα, μέσω του έργου της δύναμης F;
- iii) Να υπολογίσετε την μηχανική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια (μετατρέπεται σε θερμότητα..), εξαιτίας της τριβής.
- iv) Πόση ενέργεια μεταφέρθηκε από το σώμα στο ελατήριο, κατά την παραπάνω κίνηση;

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

- i) Παίρνουμε το σώμα σε μια τυχαία θέση (μεταξύ των θέσεων A και B) και σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του, όπως στο διπλανό σχήμα, όπου $F_{ελ}$ η δύναμη που ασκείται στο σώμα, από το ελατήριο. (παρότι ασχολούμαστε με δυνάμεις σε υλικό σημείο, οπότε σχεδιάζουμε όλες τις δυνάμεις στο κέντρο του, σε ένα σημείο, την τριβή την σχεδιάσαμε στην επαφή με το επίπεδο, για να είναι πιο καθαρό το σχήμα...). Για το μέτρο της τριβής έχουμε:



$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N = B = mg \rightarrow T = \mu N = \mu mg = 0,5 \cdot 2 \cdot 10\text{N} = 10\text{N}$$

Στην τυχαία θέση το ελατήριο έχει επιμηκυνθεί κατά Δl , αφού δέχεται μια δύναμη F_1 από το σώμα (κάτω σχήμα), με μέτρο $F_1 = k \cdot \Delta l$, σύμφωνα με το νόμο του Hooke. Η αντίδραση της δύναμης F_1 είναι η δύναμη που το ελατήριο ασκεί στο σώμα, η δύναμη του ελατηρίου $F_{ελ}$, με φορά προς τα αριστερά. Αλλά τότε και αυτής της δύναμης το μέτρο είναι μεταβλητό, αφού θα έχουμε και $F_{ελ} = k \cdot \Delta l$. Αν λοιπόν εφαρμόσουμε το θεμελιώδη νόμο της δυναμικής θα πάρουμε:

$$\Sigma F_x = ma \rightarrow F - T - F_{ελ} = ma \rightarrow a = \frac{50 - 10 - k \cdot \Delta l}{2} = 20 - \frac{k \cdot \Delta l}{2} \quad (S.I.)$$

Βλέπουμε δηλαδή το σώμα να κινείται με μεταβαλλόμενη επιτάχυνση, συνεπώς η κίνηση ΔΕΝ είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη. Είναι μόνο μεταβαλλόμενη ή επιταχυνόμενη ...

- ii) Στο σώμα μεταφέρεται, από αυτόν που το τραβάει προς τα δεξιά, ασκώντας του την δύναμη F, ενέργεια,

ιση με το έργο της δύναμης:

$$W_F = F \cdot \Delta x \cdot \cos 0^\circ = F \cdot \Delta x = 50\text{N} \cdot 0,4\text{m} = 20\text{J}.$$

iii) Η ενέργεια που εμφανίζεται σαν θερμότητα στις επιφάνειες που τρίβονται, είναι ίση με το απόλυτο του έργου της τριβής:

$$Q_{\theta} = |W_T| = |T \cdot \Delta x \cdot \cos 180^\circ| = |-T \cdot \Delta x| = T \cdot \Delta x = 10\text{N} \cdot 0,4\text{m} = 4\text{J}.$$

iv) Εφαρμόζουμε για το σώμα το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας (Θ.Μ.Κ.Ε.), για την κίνηση από την θέση Α στη θέση Β:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_F + W_B + W_N + W_T + W_{F_{ελ}}$$

Όμως $W_N = W_B = 0$, δυνάμεις κάθετες στην μετατόπιση και $W_T = -4\text{J}$ (παραπάνω), οπότε με αντικατάσταση στην παραπάνω εξίσωση θα έχουμε:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m v_1^2 - 0 &= W_F + 0 + 0 + W_T + W_{F_{ελ}} \rightarrow \\ \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 \text{J} &= 20\text{J} - 4\text{J} + W_{F_{ελ}} \rightarrow \\ W_{F_{ελ}} &= -7\text{J} \end{aligned}$$

Το παραπάνω αποτέλεσμα, μας λέει ότι το ελατήριο, μέσω της δύναμης που ασκεί στο σώμα, αφαιρεί από αυτό ενέργεια ίση με 7J.

Σχόλιο:

Αφού το ελατήριο πήρε ενέργεια 7J, σημαίνει ότι θα έχει στη θέση αυτή ενέργεια 7J. Σαν τι θα μπορούσε να την έχει; Είτε με την μορφή της κινητικής ενέργειας (οι σπείρες κινούνται...), είτε με την μορφή της δυναμικής ενέργειας. Αν λοιπόν το ελατήριο θεωρήσουμε ότι έχει αμελητέα μάζα, όλη η ενέργεια που πήρε (τα 7J) θα έχει αποθηκευτεί στο ελατήριο με τη μορφή δυναμικής ενέργειας ελαστικής παραμόρφωσης. Μπορούμε να γράψουμε δηλαδή, ότι το ελατήριο εξαιτίας της επιμήκυνσής του κατά 0,4m έχει δυναμική ενέργεια:

$$U_{ελ} = 7\text{J}.$$

dmargaris@gmail.com