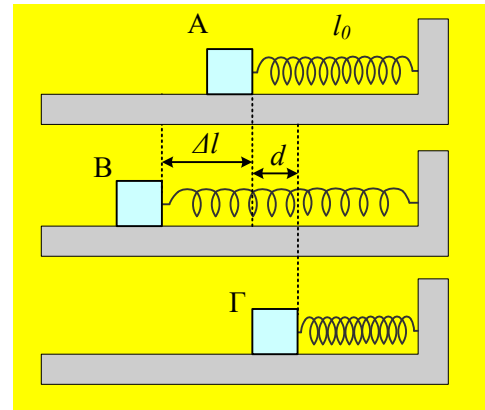


Το ελατήριο και η τριβή.

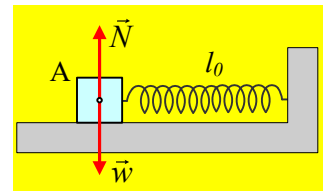
Ένα σώμα μάζας $m=2\text{kg}$, ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο, δεμένο στο άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k=60\text{N/m}$, το οποίο έχει το φυσικό μήκος του l_0 (θέση Α). Ο συντελεστής τριβής μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι $\mu=0,5$ και $g=10\text{m/s}^2$.



- i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στη θέση Α και να υπολογίσετε τα μέτρα τους.
- ii) Εκτρέπουμε το σώμα, μεταφέροντάς το στη θέση Β, όπου το ελατήριο έχει επιμηκυνθεί κατά $\Delta l=0,3\text{m}$ και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί.
 - α) Ποια δύναμη επιμηκύνει το ελατήριο στη θέση Β; Να βρεθεί το μέτρο της δύναμης αυτής.
 - β) Να σχεδιάσετε τις οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, στη θέση Β, υπολογίζοντας και τα μέτρα τους.
 - γ) Να υπολογιστεί η αρχική επιτάχυνση του σώματος, στη θέση Β.
- iii) Επαναλαμβάνουμε το πείραμα απομακρύνοντας το σώμα από τη θέση ισορροπίας του, συμπιέζοντας το ελατήριο κατά $d=0,1\text{m}$, φέρνοντάς το στη θέση Γ και το αφήνουμε ελεύθερο. Να σχεδιάσετε τις οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, υπολογίζοντας και τα μέτρα τους.

Απάντηση:

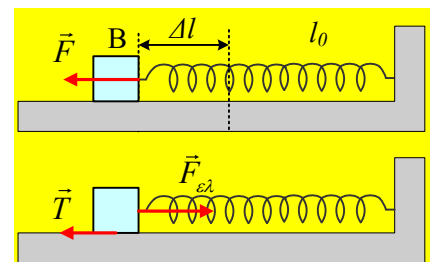
- i) Αφού στη θέση Α το ελατήριο έχει το φυσικό μήκος του, δεν δέχεται κάποια δύναμη από το σώμα, συνεπώς και το ελατήριο δεν ασκεί κάποια δύναμη στο σώμα, οριζόντια που να τείνει να το κινήσει. Συνεπώς στο σώμα δεν θα ασκηθεί και δύναμη τριβής. Έτσι στο σώμα ασκούνται μόνο οι κατακόρυφες δυνάμεις τους σχήματος όπου w το βάρος και N η κάθετη αντίδραση του επιπέδου. Για τα μέτρα τους:



$$w = mg = 2\text{N} \cdot 10\text{m/s}^2 = 20\text{N}$$

Ενώ από την ισορροπία του σώματος προκύπτει ότι $\Sigma F=0$ ή $N-w=0$ ή $N=20\text{N}$.

- ii) Στο πάνω σχήμα έχει σχεδιαστεί η δύναμη F , την οποία ασκεί το σώμα στο ελατήριο και το επιμηκύνει, ενώ στο κάτω σχήμα, η αντίδρασή της $F_{ελ}$, την οποία το ελατήριο ασκεί στο σώμα. Ας τονίσουμε στο σημείο αυτό ότι στο σώμα ασκούνται πάντα οι κατακόρυφες δυνάμεις w και N , οι οποίες μελετήθηκαν στο προηγούμενο ερώτημα, οι οποίες δεν εμπλέκονται στην κίνηση ή μη στην οριζόντια διεύθυνση, την οποία μελετάμε στο εξής.



- α) Με βάση το νόμο του Hooke αφού το ελατήριο έχει επιμηκυνθεί, δέχεται δύναμη F από το σώμα, με

το οποίο έρχεται σε επαφή, μέτρου:

$$F = k \cdot \Delta l = 60 \frac{N}{m} \cdot 0,3m = 18N$$

Με φορά προς τα αριστερά, όπως στο σχήμα.

- β) Η αντίδραση της παραπάνω δύναμης F , είναι η δύναμη που το ελατήριο ασκεί στο σώμα, την οποία ονομάζουμε **δύναμη ελατηρίου** $F_{ελ}$, ίσου μέτρου $F_{ελ}=18N$, με φορά προς τα δεξιά, όπως στο σχήμα. Εξαιτίας της δύναμης αυτής, το σώμα τείνει να κινηθεί προς τα δεξιά. Αλλά τότε θα δεχτεί δύναμη τριβής με φορά προς τα αριστερά όπως στο σχήμα, παραπάνω. Τι τριβή είναι αυτή; Είναι στατική ή τριβή ολίσθησης; Υποθέτοντας ότι η οριακή στατική τριβή, είναι ίση και με την τριβή ολίσθησης, για τον έλεγχο, υπολογίζουμε την τελευταία:

$$T = \mu N = 0,5 \cdot 20N = 10N$$

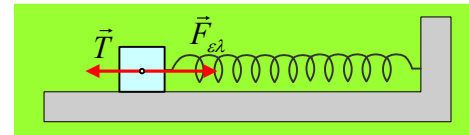
Βλέπουμε ότι η τριβή ολίσθησης έχει μικρότερο μέτρο από την δύναμη του ελατηρίου, συνεπώς το σώμα θα επιταχυνθεί προς τα δεξιά και η τριβή θα είναι τριβή ολίσθησης, μέτρου $T=10N$.

- γ) Από το 2^ο νόμο του Νεύτωνα, αμέσως μόλις αφαιρεθεί το σώμα να κινηθεί παίρνουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= ma \rightarrow F_{ελ} - T = ma \rightarrow \\ a &= \frac{F_{ελ} - T}{m} = \frac{18N - 10N}{2kg} = 4 \frac{m}{s^2} \end{aligned}$$

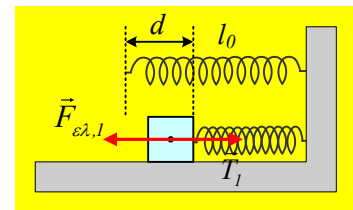
Με κατεύθυνση προς τα δεξιά.

Σχόλιο: Συνήθως δεν σχεδιάζουμε τις δυνάμεις όπως στο παραπάνω σχήμα, αλλά θεωρώντας το σώμα υλικό σημείο αμελητέων διαστάσεων, μεταφέρουμε τις δυνάμεις σε ένα σημείο του (το ονομάζουμε κέντρο μάζας), όπως στο διπλανό σχήμα.



- iii) Τώρα το ελατήριο έχει συσπειρωθεί κατά d , οπότε τείνοντας να αποκτήσει το φυσικό μήκος του ασκεί δύναμη στο σώμα $F_{ελ,1}$, με κατεύθυνση προς τα αριστερά, όπως στο σχήμα. Για το μέτρο της έχουμε:

$$F_{ελ,1} = k \cdot d = 60 \frac{N}{m} \cdot 0,1m = 6N$$



Βλέπουμε ότι η δύναμη που τείνει να μετακινήσει το σώμα προς τα αριστερά, έχει μικρότερο μέτρο από την τριβή που μπορεί να αναπτυχθεί ($T_{\max}=10N$), συνεπώς θα δεχθεί δύναμη στατικής τριβής, με φορά προς τα δεξιά, όπως στο σχήμα, παραμένοντας ακίνητο. Από την ισορροπία δε του σώματος, έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \rightarrow T_1 = T_s = F_{ελ,1} = 6N$$

dmargaris@gmail.com