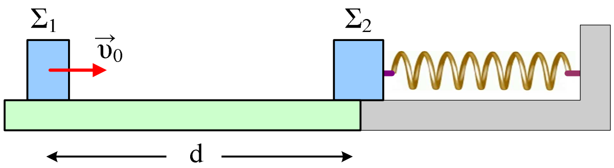
Μια κρούση και μια φθίνουσα ταλάντωση.

Ένα σώμα $Σ_1$ μάζας m_1= 0,5kg εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα $υ_0$=5m/s από απόσταση d=0,9m προς ακίνητο σώμα $Σ_2$ μάζας m_2=2kg, το οποίο ηρεμεί στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k=28N/m που έχει το φυσικό του μήκος. Η ταχύτητα $υ_0$ έχει την διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου. Το σώμα $Σ_2$ βρίσκεται στο όριο δύο επιπέδων, δεξιά του το επίπεδο είναι λείο, ενώ τα σώματα παρουσιάζουν συντελεστή τριβής ολίσθησης μ=0,5 με το επίπεδο στα αριστερά της αρχικής θέσης του $Σ_2$.



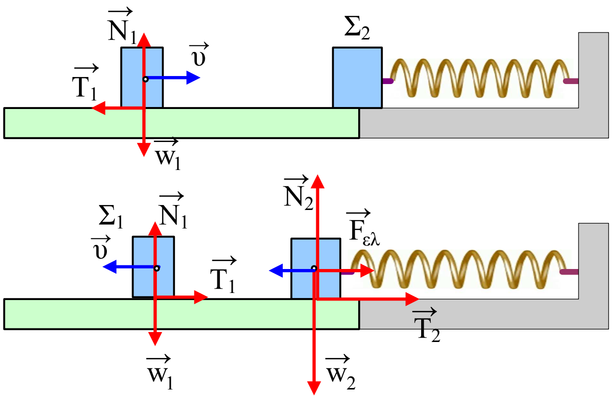
i) Ποιες οι ταχύτητες των δύο σωμάτων μετά την κεντρική και ελαστική μεταξύ τους κρούση;

ii) Πόσο θα απέχουν μεταξύ τους τα δυο σώματα, όταν σταματήσουν την κίνησή τους;

Δίνεται g=10m/s^2.

Απάντηση:

i) Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του $Σ_1$ από την αρχική θέση του, μέχρι ελάχιστα πριν την κρούση:



$$K_{τελ}-K_{αρχ}=W_{w1}+W_{N1}+W_T$$

Αλλά $W_{w1}=W_{N1}=0$ δυνάμεις κάθετες στη μετατόπιση, τότε:

$$½\, m_1υ_1^2 – ½\, m_1υ_0^2 = - μm_1g·d \text{ ή}$$

$$\upsilon_1=\sqrt{\upsilon_0^2-2\mu g d}=\sqrt{5^2-2\cdot 0{,}5\cdot 10\cdot 0{,}9}m/s=4m/s$$

Οπότε οι ταχύτητες μετά την κρούση είναι:

$$\upsilon_1'=\frac{m_1-m_2}{m_1+m}\upsilon_1=\frac{0{,}5-2}{0{,}5+2}4m/s=-2{,}4m/s$$

$$\upsilon_2'=\frac{2m_1}{m_1+m}\upsilon_1=\frac{2\cdot 0{,}5}{0{,}5+2}4m/s=1{,}6m/s$$

ii) Έστω ότι το $Σ_1$ θα σταματήσει σε απόσταση d_1 αριστερά της θέσης που έγινε η κρούση.

Εφαρμόζουμε ξανά το Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του $Σ_1$:

$$K_{τελ}-K_{αρχ}=W_{w1}+W_{N1}+W_T$$

Αλλά $W_{w1}=W_{N1}=0$, οπότε: $0 – ½\, m_1υ_1^2 = - μm_1g·d_1$ ή

$$d_1=\frac{\upsilon_1'^2}{2\mu g}=\frac{2{,}4^2}{2\cdot 0{,}5\cdot 10}m=0{,}576m=57{,}6cm$$

Το σώμα $Σ_2$ θα εκτελέσει ΑΑΤ κινούμενο προς τα δεξιά και θα επιστρέψει στην αρχική του θέση έχοντας ταχύτητα του ίδιου μέτρου (η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης). Μετά θα κινηθεί στο μη λείο επίπεδο και στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω του. Έστω ότι θα σταματήσει στιγμιαία αφού διανύσει απόσταση d_2. Εφαρμόζουμε ξανά το Θ.Μ.Κ.Ε. για την κίνηση του $Σ_2$:

$$K_{τελ}-K_{αρχ}=W_{w2}+W_{N2}+W_{T2}+W_{Fελ} \quad ή$$

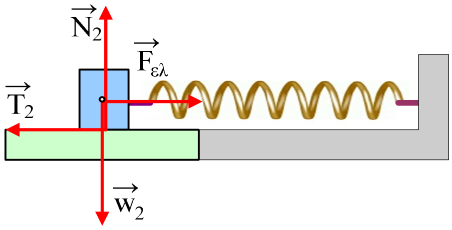
$$0-½\, m_2 υ_2'^2 = -\,μm_2g\cdot d_2 + (0-½\, k\, d_2^2)$$

όπου αφού η δύναμη του ελατηρίου είναι διατηρητική $W_{Fελ}= U_{αρχ}-U_{τελ}$, έτσι με αντικατάσταση παίρνουμε:

$$-½\, 2\cdot 1{,}6^2 = -\,0{,}5\cdot 2\cdot 10\cdot d_2 - ½\, 28\cdot d_2^2 \quad \text{(μονάδες στο S.I.)} \quad ή$$

$$7d_2^2 + 5d_2-1{,}28=0 \quad ή \quad d_2=0{,}2m= 20cm.$$

Το ερώτημα είναι θα παραμείνει στην θέση αυτή το σώμα $Σ_2$ ή θα κινηθεί ξανά προς τα δεξιά; Μόλις μηδενιστεί η ταχύτητα του σώματος, οι δυνάμεις που ασκούνται πάνω του, φαίνονται στο σχήμα, όπου $F_{ελ}=kd_2=28\cdot 0{,}2N= 5{,}6N$, ενώ η τριβή ολίσθησης έχει μέτρο $T_{ολ}= μm_2\cdot g= 0{,}5\cdot 2\cdot 10N=10N$. Κατά συνέπεια η τριβή δεν είναι τριβή ολίσθησης, αλλά στατική με μέτρο 5,6N και το σώμα στη θέση αυτή ακινητοποιείται.



Άρα η απόσταση μεταξύ των δύο σωμάτων είναι:

$$D=d_1-d_2= (57{,}6-20)cm = 37{,}6cm.$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης