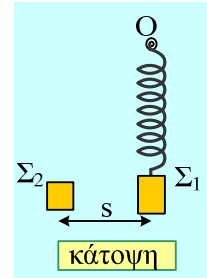


**Μια πλάγια πλαστική κρούση αλλά μετά τι;**

Σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1=1\text{kg}$  δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς  $k=100\text{N/m}$  και φυσικού μήκους  $\ell_0=0,6\text{m}$ , το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σταθερό σημείο  $O$ . Σε απόσταση  $s=0,628\text{m}$  ηρεμεί ένα δεύτερο σώμα  $\Sigma_2$ , της ίδιας μάζας, όπως στο σχήμα. Τα δύο σώματα θεωρούνται υλικά σημεία αμελητέων διαστάσεων. Μετακινούμε το σώμα  $\Sigma_1$  συσπειρώνοντας το ελατήριο κατά  $0,4\text{m}$  και σε μια στιγμή  $t_0=0$  το αφήνουμε να ταλαντωθεί, ενώ ταυτόχρονα εκτοξεύουμε οριζόντια με ταχύτητα  $v_2$  το σώμα  $\Sigma_2$ . Μόλις το σώμα  $\Sigma_1$  φτάσει στην θέση ισορροπίας του, τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά.



- i) Με ποια ταχύτητα κινήθηκε το σώμα  $\Sigma_2$  πριν την κρούση;
- ii) Να βρεθεί η ταχύτητα του συσσωματώματος  $\Sigma$  αμέσως μετά την κρούση.
- iii) Πόση είναι η απώλεια της μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση;
- iv) Μετά από λίγο το ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια  $4\text{J}$ . Για τη θέση αυτή:
  - α) Να υπολογιστεί η ταχύτητα του συσσωματώματος  $\Sigma$ .
  - β) Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του  $\Sigma$ , ως προς κατακόρυφο άξονα που περνά από το άκρο  $O$  του ελατηρίου;
  - γ) Να βρεθεί η απόσταση του σημείου  $O$ , από τον φορέα της ταχύτητας του συσσωματώματος.

**Απάντηση:**

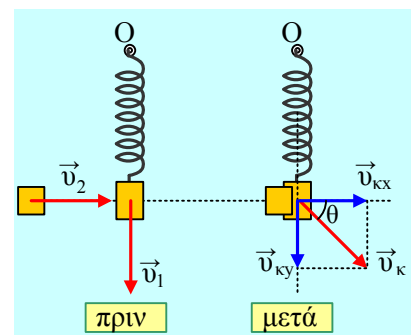
- i) Το  $\Sigma_1$  σώμα αφήνοντάς το να κινηθεί εκτελεί ΑΑΤ με πλάτος  $A=0,4\text{m}$ , οπότε θα φτάσει στη θέση ισορροπίας του τη στιγμή  $t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{1}{100}}\text{s} = \frac{\pi}{20}\text{s}$ . Συνεπώς η ταχύτητα του  $\Sigma_2$  πριν την

κρούση είναι  $v_2 = \frac{s}{t_1} = \frac{0,628\text{m}}{\frac{\pi}{20}\text{s}} = 4\text{m/s}$ .

- ii) Η ταχύτητα  $v_1$  με την οποία το πρώτο σώμα φτάνει στη θέση ισορροπίας του είναι  $v_1 = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m}} A = \sqrt{\frac{100}{1}} 0,4 = 4\text{m/s}$ .

Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ο. για την κρούση:

$$\vec{P}_a = \vec{P}_\tau \begin{cases} m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_{\kappa x} \rightarrow v_{\kappa x} = 2\text{m/s} \\ m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_{\kappa y} \rightarrow v_{\kappa y} = 2\text{m/s} \end{cases}$$



Συνεπώς  $v_\kappa = \sqrt{v_{\kappa x}^2 + v_{\kappa y}^2} = \sqrt{2^2 + 2^2}\text{m/s} = 2\sqrt{2}\text{m/s}$  ενώ το σχηματιζόμενο παραλληλόγραμμο είναι τετράγωνο, οπότε η ταχύτητα σχηματίζει γωνία  $\theta=45^\circ$  με την διεύθυνση της  $v_2$ .

- iii) Η απώλεια της μηχανικής ενέργειας είναι:

$$\Delta E = \Delta K = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_k^2 = \frac{1}{2} 1 \cdot 4^2 J + \frac{1}{2} 1 \cdot 4^2 J - \frac{1}{2} 2 \cdot (2\sqrt{2})^2 J = 8 J$$

iv) α) Μετά την κρούση, το συσσωμάτωμα κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο, συνεπώς η μόνη δύναμη που παράγει έργο είναι η δύναμη του ελατηρίου, δύναμη συντηρητική και η μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή. Εφαρμόζουμε λοιπόν την ΑΔΜΕ, αμέσως μετά την κρούση μέχρι τη θέση που το ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια 4J:

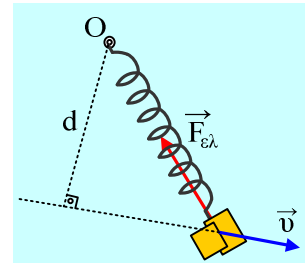
$$K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{τελ}} + U_{\text{τελ}} \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_k^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 + U_{\text{τελ}} \rightarrow$$

$$v = \sqrt{v_k^2 + \frac{2U_{\text{τελ}}}{m_1 + m_2}} = \sqrt{(2\sqrt{2})^2 - \frac{2 \cdot 4}{1+1}} m/s = 2 m/s$$

β) Οι δυνάμεις που ασκούνται στο συσσωμάτωμα μετά την κρούση είναι το βάρος και η κάθετη αντίδραση του επιπέδου (με μηδενική συνισταμένη) και η δύναμη του ελατηρίου, η οποία κατευθύνεται στο άκρο Ο, ως προς το οποίο δεν έχει ροπή. Οπότε:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \Sigma \vec{\tau} = 0$$



γ) Με βάση και το προηγούμενο ερώτημα η στροφορμή του συσσωματώματος, ως προς το σημείο Ο (ισοδύναμο κατά τον κατακόρυφο άξονα, ο οποίος περνά από το άκρο Ο του ελατηρίου) παραμένει σταθερή.

$$\vec{L}_a = \vec{L}_\tau \rightarrow$$

$$(m_1 + m_2) v_{\text{κx}} \cdot \ell_0 = (m_1 + m_2) v \cdot d \rightarrow$$

$$d = \frac{v_{\text{κx}}}{v} \ell_0 = \frac{2}{2} 0,6m = 0,6m$$

**Υλικό Φυσικής - Χημείας.**

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

Επιμέλεια

*Διονύσης Μάργαρης*