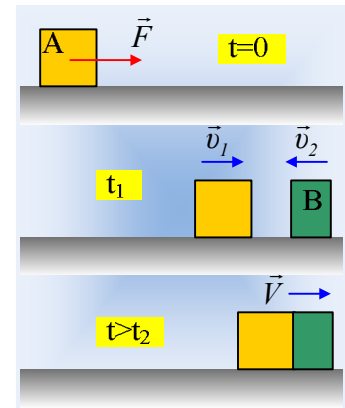


Μετά την επιτάχυνση μια πλαστική κρούση

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένα σώμα Α. Σε μια στιγμή $t_0=0$ στο σώμα Α ασκείται μια σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F=1,5\text{N}$, με φορά προς τα δεξιά, μέχρι τη στιγμή $t_1=6\text{s}$, όπου η δύναμη καταργείται. Τη στιγμή $t_2=7\text{s}$ το σώμα Α συγκρούεται πλαστικά με δεύτερο σώμα Β μάζας $m_2=1\text{kg}$, το οποίο κινείται αντίθετα από το Α με ταχύτητα μέτρου 1m/s .



- Να υπολογιστεί η ορμή του σώματος Α ελάχιστα πριν την κρούση.
- Ποια η ορμή του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση;
- Αν η ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την κρούση έχει μέτρο $V=2\text{m/s}$, να βρεθούν:
 - Η μάζα του Α σώματος.
 - Η μεταβολή της ορμής κάθε σώματος, η οποία οφείλεται στην κρούση.
 - Η απώλεια της κινητικής ενέργειας κατά την πλαστική κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων.

Απάντηση:

- Εφαρμόζουμε για το σώμα Α και για το χρονικό διάστημα $0-t_1$ το γενικευμένο νόμο του Νεύτωνα:

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \rightarrow \vec{F} + \vec{w} + \vec{N} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

Αλλά $\vec{w} + \vec{N} = 0$ αφού το σώμα ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση. Εξάλλου η δύναμη F είναι σταθερή με αποτέλεσμα ο στιγμιαίος ρυθμός μεταβολής της ορμής να συμπίπτει και με το μέσο ρυθμό, οπότε (θεωρούμε την δεξιά κατεύθυνση ως θετική):

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \rightarrow F = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} = \frac{P_1}{t_1} \rightarrow$$

$$P_1 = F \cdot t_1 = 1,5 \cdot 6 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 9 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Μετά την κατάργηση της δύναμης F , η ορμή του σώματος δεν μεταβάλλεται, οπότε και ελάχιστα πριν την κρούση το σώμα έχει ορμή με κατεύθυνση προς τα δεξιά και μέτρο $9\text{kg}\cdot\text{m/s}$.

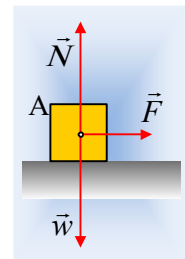
- Εφαρμόζουμε τη διατήρηση της ορμής για την πλαστική κρούση μεταξύ των δύο σωμάτων:

$$\vec{P}_{\text{πριν}} = \vec{P}_{\text{μετά}} \rightarrow P_1 + P_2 = P_{\text{συσ}} \rightarrow$$

$$P_{\text{συσ}} = P_1 + m_2 v_2 = (9 + 1 \cdot (-1)) \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

- Η ορμή του συσσωματώματος έχει φορά προς τα δεξιά (θετική κατεύθυνση...).

- Για το μέτρο της ορμής έχουμε:



$$P_{\text{συσ}} = (m_1 + m_2)V \rightarrow m_1 + m_2 = \frac{P_{\text{συσ}}}{V} \rightarrow$$

$$m_1 = \frac{P_{\text{συσ}}}{V} - m_2 = \frac{8}{2} \text{kg} - 1 \text{kg} = 3 \text{kg}$$

β) Για την μεταβολή της ορμής του Α σώματος, η οποία οφείλεται στην κρούση, έχουμε:

$$\Delta \vec{P}_1 = \vec{P}_{1,\text{μετά}} - \vec{P}_{1,\text{πριν}} \rightarrow \Delta P_1 = m_1 V - P_1 \rightarrow$$

$$\Delta P_1 = m_1 V - P_1 = 3 \cdot 2 \text{kg} \cdot \text{m/s} - 9 \text{kg} \cdot \text{m/s} = -3 \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

Η μεταβολή της ορμής του Α σώματος δηλαδή έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά.

Αντίστοιχα για το Β σώμα έχουμε:

$$\Delta \vec{P}_2 = \vec{P}_{2,\text{μετά}} - \vec{P}_{2,\text{πριν}} \rightarrow \Delta P_2 = m_2 V - m_2 v_2 \rightarrow$$

$$\Delta P_2 = m_2 V - m_2 v_2 = 1 \cdot 2 \text{kg} \cdot \text{m/s} - 1 \cdot (-1) \text{kg} \cdot \text{m/s} = +3 \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

Αξίζει να προσεχθεί ότι $\Delta P_1 + \Delta P_2 = 0$, αφού η ορμή του συστήματος διατηρείται κατά τη διάρκεια της κρούσης.

γ) Το Α σώμα πριν την κρούση έχει ταχύτητα:

$$P_1 = m_1 v_1 \rightarrow v_1 = \frac{P_1}{m_1} = \frac{9}{3} \text{m/s} = 3 \text{m/s}$$

Έτσι η απώλεια της κινητικής ενέργειας λόγω κρούσης είναι ίση:

$$\Delta K = K_{\text{πριν}} - K_{\text{μετά}} = \left(\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \right) - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 \rightarrow$$

$$\Delta K = \left(\frac{1}{2} 3 \cdot 3^2 \text{J} + \frac{1}{2} 1 \cdot 1 \text{J} \right) - \frac{1}{2} 4 \cdot 2^2 \text{J} = 5 \text{J}$$

dmargaris@gmail.com

