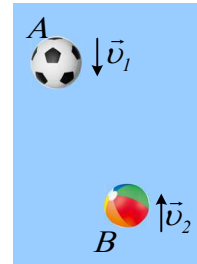


### Η ορμή σε ένα σύστημα σωμάτων

Από ορισμένο ύψος αφήνεται μια μπάλα Α μάζας  $m_1=0,5\text{kg}$  να πέσει ελεύθερα, ενώ ταυτόχρονα από το έδαφος εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω μια δεύτερη μπάλα μάζας  $m_2=0,4\text{kg}$ . Μετά από λίγο, τη στιγμή  $t_1$ , οι μπάλες έχουν ταχύτητες μέτρων  $v_1=4\text{m/s}$  και  $v_2=10\text{m/s}$ , όπως στο σχήμα.



- i) Να υπολογιστεί η ορμή κάθε μπάλας και η συνολική ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών.
- ii) Να υπολογιστεί ο ρυθμός μεταβολής της ορμής κάθε σφαίρας καθώς και ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος.
- iii) Να υπολογιστεί η συνολική ορμή του συστήματος τη στιγμή  $t_2=t_1+2\text{s}$ , όπου οι μπάλες δεν έχουν φτάσει ακόμη στο έδαφος.

Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$ , ενώ η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

#### Απάντηση:

- i) Οι δυο μπάλες κινούνται κατακόρυφα, οπότε παίρνοντας τον κατακόρυφο άξονα  $y$ , με θετική φορά προς τα πάνω, έχουμε για την ορμή κάθε σφαίρας:

$$\vec{P} = m\vec{v} \rightarrow$$

$$P_1 = m_1 v_1 = 0,5\text{kg} \cdot (-4\text{m/s}) = -2\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$P_2 = m_2 v_2 = 0,4\text{kg} \cdot 10\text{m/s} = 4\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

Όσον αφορά τη συνολική ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων έχουμε:

$$\vec{P}_{ολ} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 \rightarrow$$

$$P_{ολ} = P_1 + P_2 = -2\text{kg} \cdot \text{m/s} + 4\text{kg} \cdot \text{m/s} = 2\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

Να σημειωθεί ότι θετική τιμή ορμής σημαίνει διάνυσμα με φορά προς τα πάνω και αρνητική τιμή, διάνυσμα με φορά προς τα κάτω, όπως στο παράπλευρο σχήμα.

- ii) Ο γενικευμένος νόμος του Νεύτωνα για ένα σώμα δίνει:

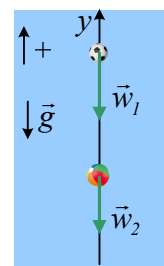
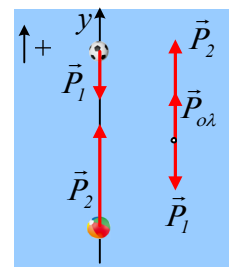
$$\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} = \Sigma \vec{F}$$

Τον εφαρμόζουμε, για κάθε μπάλα, αφού σε καθεμιά ασκείται μόνο το βάρος και λαμβάνοντας ως θετική την προς τα άνω φορά, οπότε  $g=-10\text{m/s}^2$ , παίρνουμε:

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta t} = w_1 = m_1 g = 0,5\text{kg} \cdot (-10)\text{m/s}^2 = -5\text{kg} \cdot \text{m/s}^2.$$

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta t} = w_2 = m_2 g = 0,4\text{kg} \cdot (-10)\text{m/s}^2 = -4\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Αλλά και για το σύστημα:



$$\frac{\Delta P_{ολ}}{\Delta t} = \Sigma F = w_1 + w_2 = (m_1 + m_2)g = 0,9kg \cdot (-10)m/s^2 = -9kg \cdot m/s^2.$$

Εναλλακτικά έχουμε:

$$\frac{\Delta P_{ολ}}{\Delta t} = \frac{\Delta P_1}{\Delta t} + \frac{\Delta P_2}{\Delta t} = -5kg \cdot m/s^2 + (-4)kg \cdot m/s^2 = -9kg \cdot m/s^2.$$

iii) Από το γενικευμένο νόμο για το σύστημα, αφού τα βάρη παραμένουν σταθερά, ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συστήματος παραμένει σταθερός, οπότε:

$$\frac{\Delta P_{ολ}}{\Delta t} = w_1 + w_2 \rightarrow \frac{P_{ολ,2} - P_{ολ,1}}{t_2 - t_1} = (m_1 + m_2)g \rightarrow$$

$$P_{ολ,2} = P_{ολ,1} + (m_1 + m_2)g \cdot (t_2 - t_1) \rightarrow$$

$$P_{ολ,2} = 2kg \cdot m/s + 0,9kg \cdot (-10m/s^2) \cdot 2s = -16kg \cdot m/s$$

[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)