

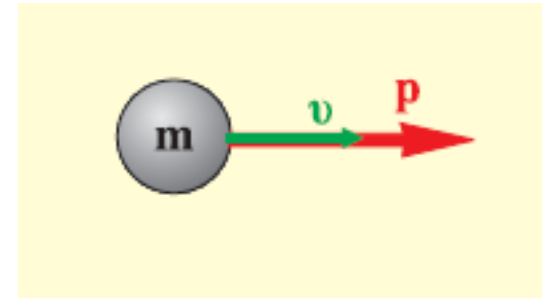
Ορμή

- Ορμή
- Ώθηση
- Σχέσεις ώθησης-ορμής
- Διατήρηση της ορμής
- Κρούσεις



Ορμή

- Ορμή
- Αδράνεια σε κίνηση
- Ορίζεται ως το γινόμενο της μάζας επί την ταχύτητα



$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Μονάδα μέτρησης στο S.I. $1\text{Kg} \frac{m}{s}$

Περιγραφή	Τιμές ταχύτητας	Τιμή μάζας	Τιμή ορμής
Αθλητής δρόμου 100m	$v = 10\text{m/s}$	$m = 80\text{kg}$	
Βλήμα πυροβόλου όπλου	$v = 500\text{m/s}$	$m = 10\text{g}$	
Κουνούπι που πετάει	$v = 7\text{m/s}$	$m = 2\text{g}$	
Μόριο N_2 του ατμοσφαιρικού αέρα σε θερμοκρασία 23°C	$v = 800\text{m/s}$	$m = \frac{28}{6 \cdot 10^{23}} \text{g}$	
Πετρελαιοφόρο πλοίο ($1\text{mi/h} = 1.669\text{km/h}$)	$v = 10\text{mi/h}$	$m = 2 \cdot 10^8 \text{kg}$	
Μπάλα ποδοσφαίρου που κινείται	$v = 12\text{m/s}$	$m = 425\text{g}$	

Μεταβολή της ορμής

Η μεταβολή της ορμής ενός αντικειμένου είναι ίση με την ολική δύναμη που ασκείται σε αυτό επί το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ασκείται η ολική δύναμη

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = m \frac{\Delta\vec{u}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = m \frac{\vec{u}_\tau - \vec{u}_\alpha}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{m \vec{u}_\tau - m \vec{u}_\alpha}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{\vec{p}_\tau - \vec{p}_\alpha}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$

Ώθηση

Το γινόμενο της δύναμης επί το χρονικό διάστημα που δρα η δύναμη

$$\vec{\Omega} = \vec{F} \Delta t$$

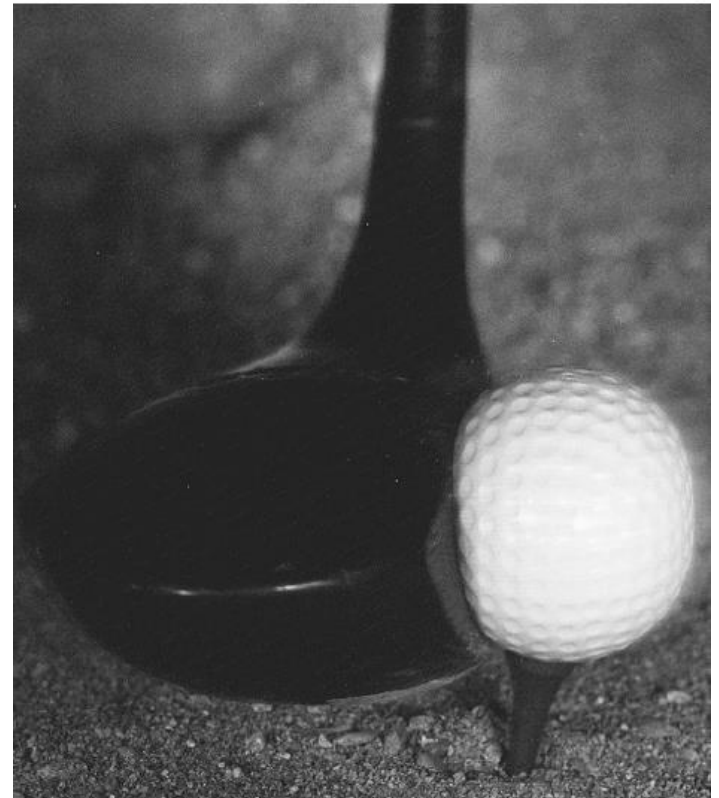


Η ώθηση μεταβάλλει την ορμή

Αύξηση της ορμής

Η εφαρμογή μεγάλης δύναμης για μεγάλο χρονικό διάστημα προκαλεί την μέγιστη αύξηση της ορμής

- Πυροβόλα μεγάλου βεληνεκούς
- Δύναμη σε μπάλα του γκολφ

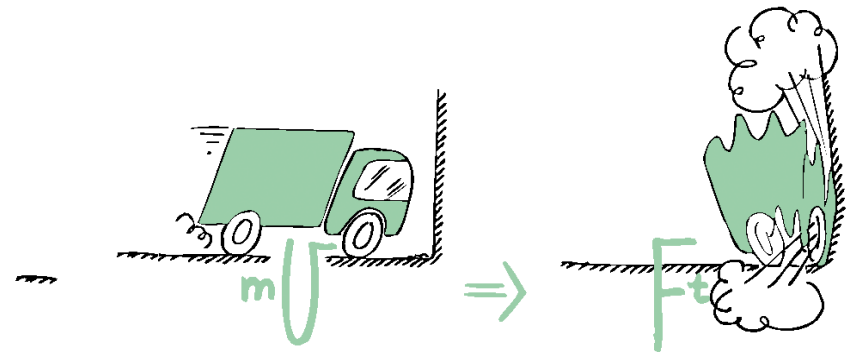
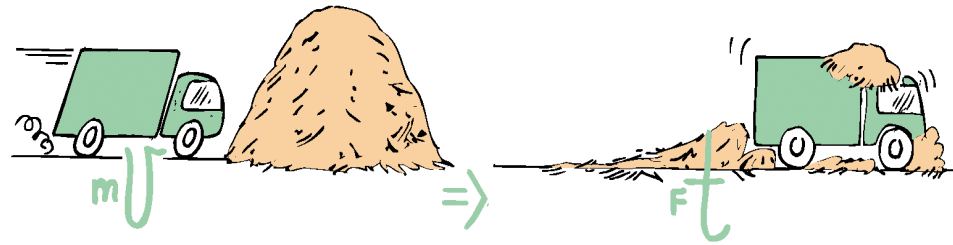


Η ώθηση μεταβάλλει την ορμή

Ελάττωση της ορμής σε μεγάλο χρονικό διάστημα

Μεγάλη μεταβολή της ορμής σε μεγάλο χρονικό διάστημα απαιτεί μικρή δύναμη

- Οδήγηση σε άχυρα σε σχέση με τοίχο από τούβλα
- Άλμα σε δίχτυ ασφαλείας



Η ώθηση μεταβάλλει την ορμή

Ελάττωση της ορμής σε μικρό χρονικό διάστημα

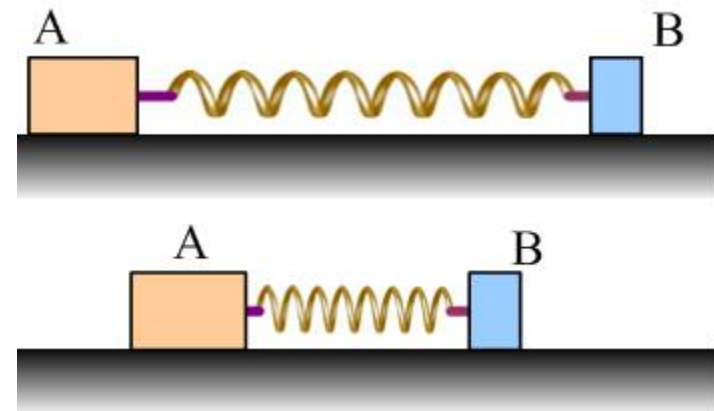
Μεγάλη μεταβολή της ορμής σε μικρό χρονικό διάστημα απαιτεί μεγάλη δύναμη

- Σπάσιμο τούβλων
- Γροθιά πυγμάχου



Διατήρηση της ορμής

- Σύστημα σωμάτων
- Εσωτερικές δυνάμεις
- Εξωτερικές δυνάμεις



Διατήρηση της ορμής

- Η ορμή ενός συστήματος σωμάτων παραμένει αμετάβλητη αν η ολική δύναμη των εξωτερικών δυνάμεων είναι μηδέν

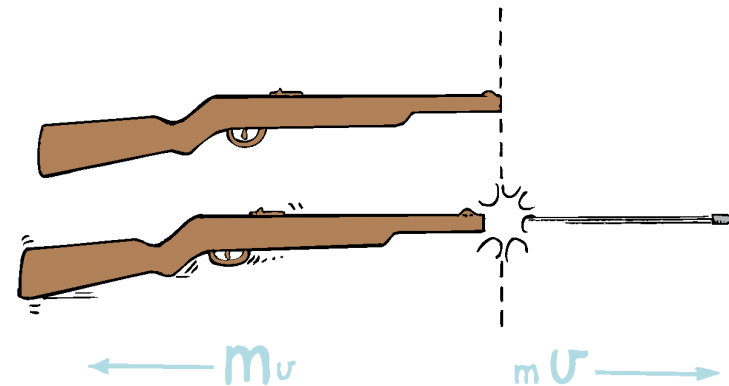
$$\left. \begin{aligned} \Delta \vec{p} &= \vec{F} \Delta t \\ \vec{F} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{τότε } \Delta \vec{p} = 0$$

$$\vec{p}_\tau - \vec{p}_\alpha = 0$$

$$\vec{p}_\tau = \vec{p}_\alpha$$

- Όταν η ορμή δεν αλλάζει, λέμε ότι διατηρείται.

- Χρόνος σύγκρουσης



Κρούσεις

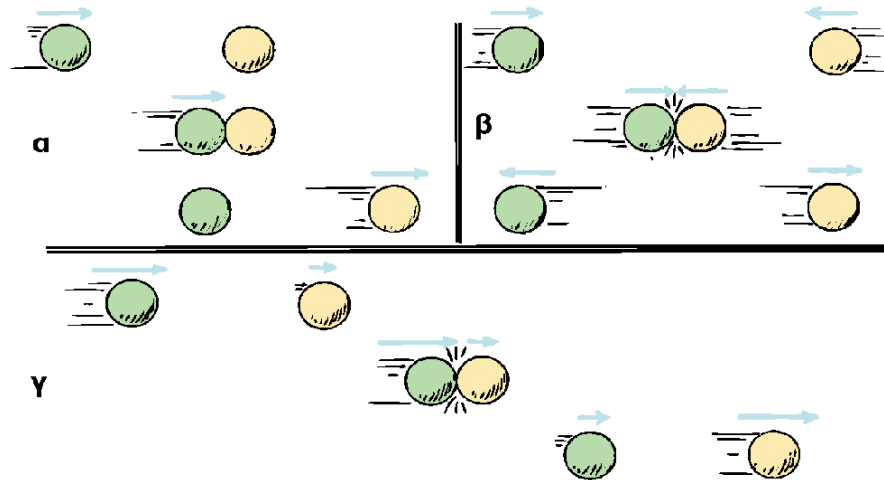
Όταν τα αντικείμενα συγκρούονται απουσία εξωτερικών δυνάμεων τότε:

Συνολική ορμή πριν την κρούση = Συνολική ορμή μετά την κρούση

- Ελαστική κρούση: Τα αντικείμενα συγκρούονται χωρίς μόνιμη παραμόρφωση και δεν παράγεται θερμότητα.
- Ανελαστική σύγκρουση: Τα αντικείμενα συγκρούονται και παραμόρφωνται και παράγεται θερμότητα

$$\vec{p}_{ολική, αρχική} = \vec{p}_{ολική, τελική}$$

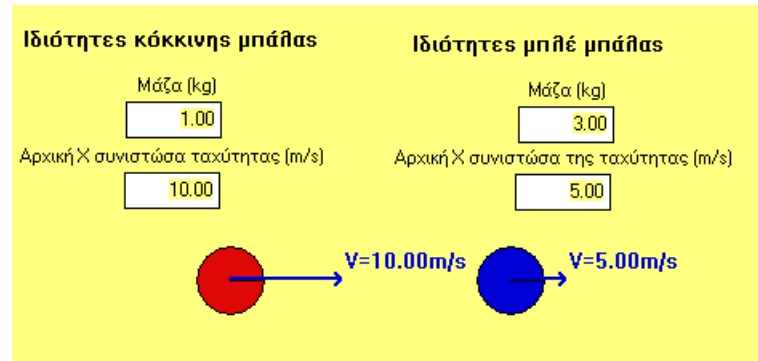
Ελαστική κρούση



$$\vec{p}_{1(\alpha\rho\chi)} + \vec{p}_{2(\alpha\rho\chi)} = \vec{p}_{1(\tau\epsilon\lambda)} + \vec{p}_{2(\tau\epsilon\lambda)}$$

Αριθμητικό παράδειγμα

Πριν την κρούση



$$p_1 = m_1 u_1 = 1 \cdot 10 = 10 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$p_2 = m_2 u_2 = 3 \cdot 5 = 15 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$p_{ολ} = p_1 + p_2 = 25 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Μετά την κρούση

Ιδιότητες κόκκινης μπάλας	Ιδιότητες μπλε μπάλας
Μάζα (kg) <input type="text" value="1.00"/>	Μάζα (kg) <input type="text" value="3.00"/>
Αρχική Χ συνιστώσα ταχύτητας (m/s) <input type="text" value="10.00"/>	Αρχική Χ συνιστώσα της ταχύτητας (m/s) <input type="text" value="5.00"/>



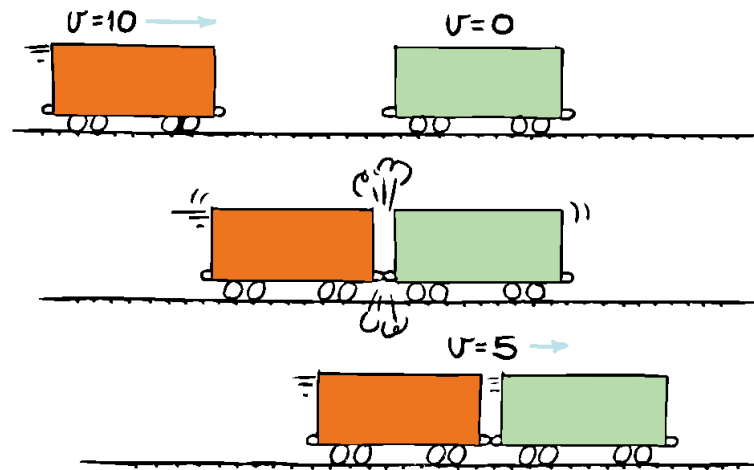
A diagram showing two balls after collision. A red ball is moving to the right with a velocity of $v=2.50\text{m/s}$. A blue ball is moving to the right with a velocity of $v=7.50\text{m/s}$.

$$p_1' = m_1 u_1' = 1 \cdot 2,5 = 2,5 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$p_{\text{ολ}}' = p_1' + p_2' = 25 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$p_2' = m_2 u_2' = 3 \cdot 7,5 = 22,5 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ανελαστική κρούση



$$\vec{p}_{1(\alpha\rho\chi)} + \vec{p}_{2(\alpha\rho\chi)} = \vec{p}_{1(\tau\epsilon\lambda)} + \vec{p}_{2(\tau\epsilon\lambda)}$$

Ερωτήσεις

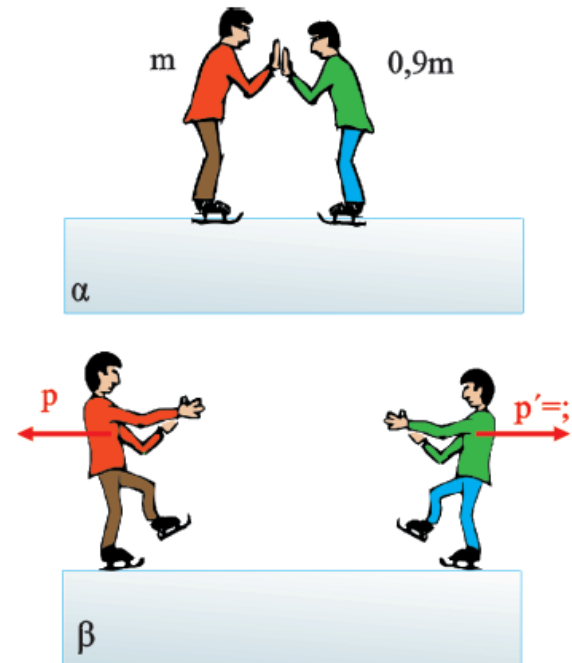
- Πάνω στην ακίνητη βάρκα βρίσκεται ένας άνθρωπος, όπως φαίνεται στην εικόνα.
 - Να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις για το σύστημα βάρκα-άνθρωπος.
 - Ποιες από τις δυνάμεις αυτές, είναι εξωτερικές και ποιες είναι εσωτερικές.



- Ένας ψαράς έχει πιασμένο στην λεπτή πετονιά του, ένα μεγάλο ψάρι, το οποίο έχει πάψει να αντιστέκεται. Αν τραβήξει την πετονιά απότομα, αυτή, μάλλον θα σπάσει, ενώ αν τραβήξει σιγά - σιγά θα αντέξει. Μπορείτε να εξηγήσετε γιατί;
- Ένας μαθητής πέφτει με άνεση από μία βάρκα στη θάλασσα. Όταν όμως ο ίδιος μαθητής πέφτει στη θάλασσα από μία εξέδρα ύψους αρκετών μέτρων, η πρόσκρουση στο νερό είναι τόσο δυνατή, ώστε το αποτέλεσμα να είναι δυσάρεστο. Ποια νομίζετε ότι είναι η εξήγηση;

- Ένας μαθητής ρίχνει κατακόρυφα προς τα πάνω μία μπάλα, η οποία επιστρέφει στο χέρι του με ταχύτητα ίδιου μέτρου. Ο μαθητής θεωρεί, ότι στην περίπτωση αυτή παραβιάζεται ο θεμελιώδης νόμος του Νεύτωνα επειδή θεωρεί τη μεταβολή της ορμής της μπάλας μηδέν. Ποια είναι η δική σας άποψη;

- Δύο παγοδρόμοι A και B έχουν μάζα m και $0,9m$ αντίστοιχα και στέκονται ακίνητοι ο ένας απέναντι στον άλλο. Κάποια στιγμή ο πρώτος σπρώχνει το δεύτερο με αποτέλεσμα να κινηθούν απομακρυνόμενοι. Αν η ορμή που αποκτά ο πρώτος παγοδρόμος είναι p , η ορμή του δεύτερου θα είναι:
 α) p β) $0,9p$ γ) $-p$ δ) $-0,9p$



- Μπαλάκι του πινγκ-πονγκ πέφτει κάθετα πάνω σε ακίνητη ρακέτα. Η ταχύτητα πρόσπτωσης έχει μεγαλύτερη τιμή από την ταχύτητα απομάκρυνσης. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;
 - Η δύναμη που προκάλεσε την αλλαγή στην ορμή έχει τιμή $F=\Delta p/\Delta t$ όπου Δt η χρονική διάρκεια επαφής με την ρακέτα.
 - Η κατεύθυνση της δύναμης που προκάλεσε την αλλαγή της ορμής είναι ίδια με της ταχύτητας πρόσπτωσης.
 - Η κατεύθυνση της δύναμης που προκάλεσε την αλλαγή της ορμής είναι ίδια με της ταχύτητας απομάκρυνσης.

Ασκήσεις

1. Πόση είναι η δύναμη που επιβραδύνει ένα Boeing 747, αν αυτό αγγίζει το διάδρομο προσγείωσης με ταχύτητα $v=216$ km/h και ακινητοποιείται μετά από χρόνο $t=120$ s; (Η μάζα του Boeing είναι περίπου 10^5 kg)

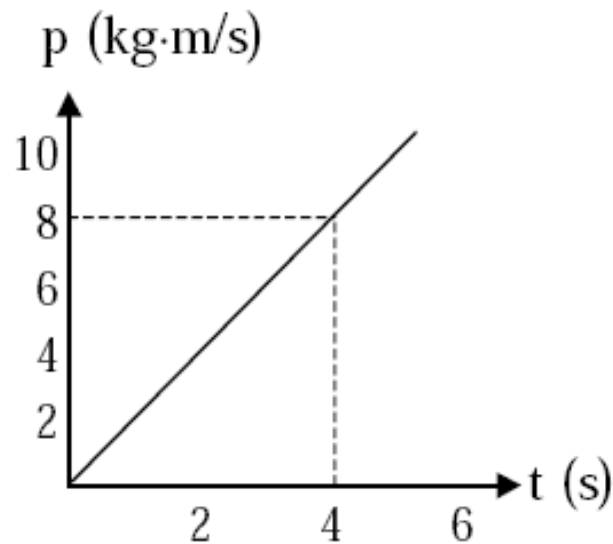
2. Ένας ποδοσφαιριστής κτυπάει μια ακίνητη μπάλα και αυτή αποκτά ταχύτητα 24m/s . Αν η μπάλα έχει μάζα $0,51\text{ kg}$ και η διάρκεια της επαφής του ποδιού του ποδοσφαιριστή με τη μπάλα είναι $0,03\text{s}$, ποια είναι η μέση τιμή δύναμης που ασκήθηκε στην μπάλα;

3. Ένας αλεξιπτωτιστής εγκαταλείπει το ελικόπτερο και πέφτει με το αλεξίπτωτο του να μην έχει ανοίξει ακόμη. Αν η συνολική του μάζα είναι $m=90\text{kg}$ ποιος νομίζετε ότι είναι ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του; Πόση ταχύτητα θα αποκτήσει ο αλεξιπτωτιστής μετά από ένα δευτερόλεπτο; Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

Ένα κινητό αρχίζει να κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση σταθερής δύναμης. Η ορμή του, συναρτήσει του χρόνου, παριστάνεται στη γραφική παράσταση.

Να βρείτε

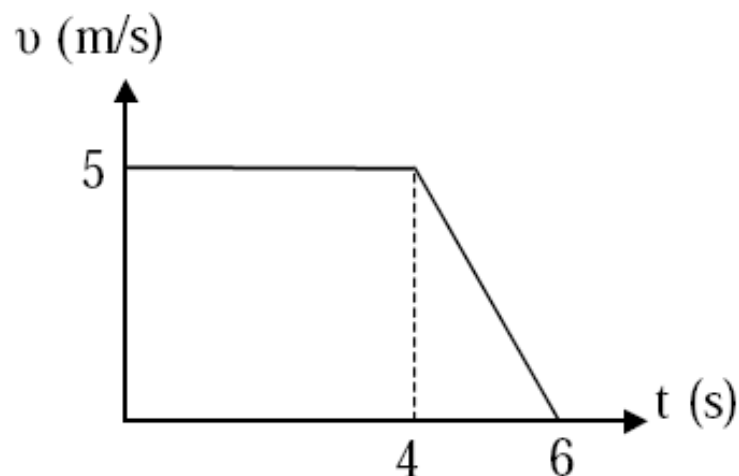
- α.** το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του.
- β.** το μέτρο της δύναμης.



Σώμα μάζας 10 kg κινείται ευθύγραμμα και η ταχύτητά του μεταβάλλεται όπως δείχνει η γραφική παράσταση.

α. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της συνισταμένης δύναμης που ασκείται πάνω του, συναρτήσει του χρόνου

β. Να βρείτε την ώθηση της δύναμης κατά τη διάρκεια των 6 s.



Μάζα από πλαστελίνη $m_1=0,7$ Kg κινείται με σταθερή ταχύτητα $u_1=2$ m/sec και συγκρούεται με άλλη μάζα πλαστελίνης $m_2=1,3$ Kg που είναι ακίνητη. Τα δύο σώματα ενώνονται σε ένα σώμα. Ποια θα είναι η ταχύτητα του νέου σώματος

- 0 m/sec
- 0.2 m/sec
- 0.5 m/sec
- 0.7 m/sec
- 1,0 m/sec
- 2,0 m/sec
- Τίποτα από τα προηγούμενα.

Δύο σώματα $m_1=2\text{kg}$ και $m_2=4\text{kg}$ κινούνται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητες $u_1=10\text{m/s}$ και $u_2=6\text{m/s}$ αντίστοιχα.

- Να βρείτε την ορμή του συστήματος $m_1 - m_2$, στην περίπτωση που οι ταχύτητες των σωμάτων έχουν ίδια κατεύθυνση και στην περίπτωση που η κατεύθυνση των ταχυτήτων είναι αντίθετη.
- Υποθέστε, πως ενώ τα σώματα κινούνται με ταχύτητες αντίθετης κατεύθυνσης, συγκρούονται πλαστικά. Ποια νομίζετε ότι θα είναι η ταχύτητα του συσσωματώματος μετά τη σύγκρουση;