

Η έννοια του συστήματος σωμάτων Εσωτερικές και Εξωτερικές δυνάμεις



Ας θυμηθούμε...



1^{ος} νόμος του Newton
(για σώμα μάζας m)

$$\Sigma \vec{F} = \dots\dots\dots 0,$$

2^{ος} νόμος του Newton
(σε συνάρτηση με επιτάχυνση)

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a},$$

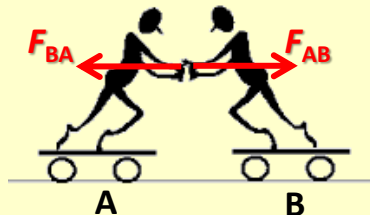
ή

(σε συνάρτηση με τη μεταβολή ταχύτητας

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

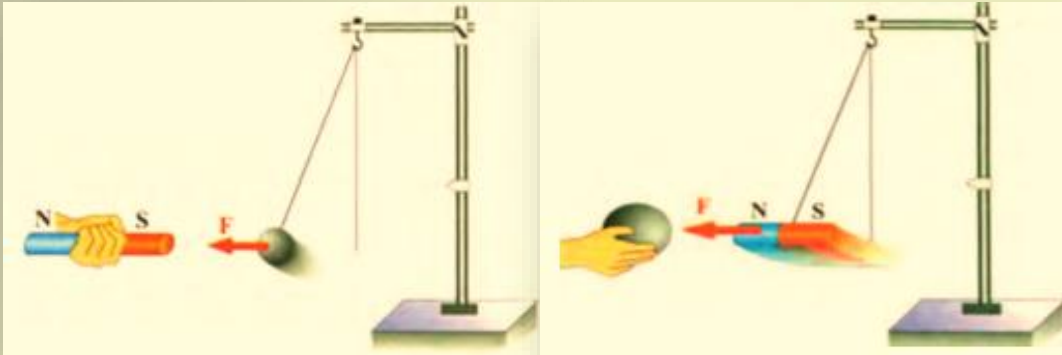
3^{ος} νόμος του Newton

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$



Η έννοια του συστήματος σωμάτων

Ένα "σύστημα σωμάτων" είναι μια ομάδα δύο ή περισσότερων σωμάτων που αλληλεπιδρούν.

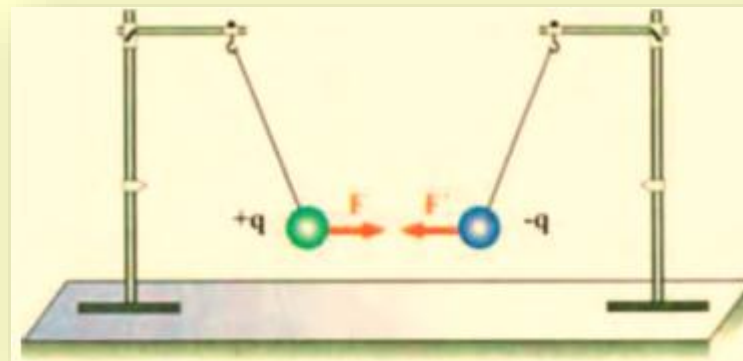


Ο μαγνήτης έλκει τη σφαίρα

Η σφαίρα έλκει το μαγνήτη

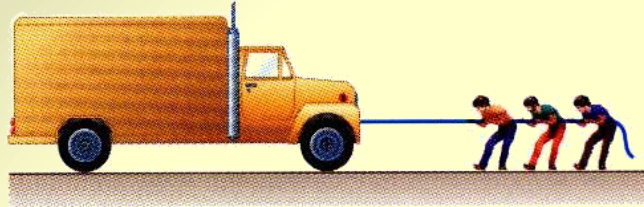


Η βαρυτική αλληλεπίδραση
Γης - Σελήνης



Έλξη ανάμεσα σε ηλεκτρικά φορτία

Εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις



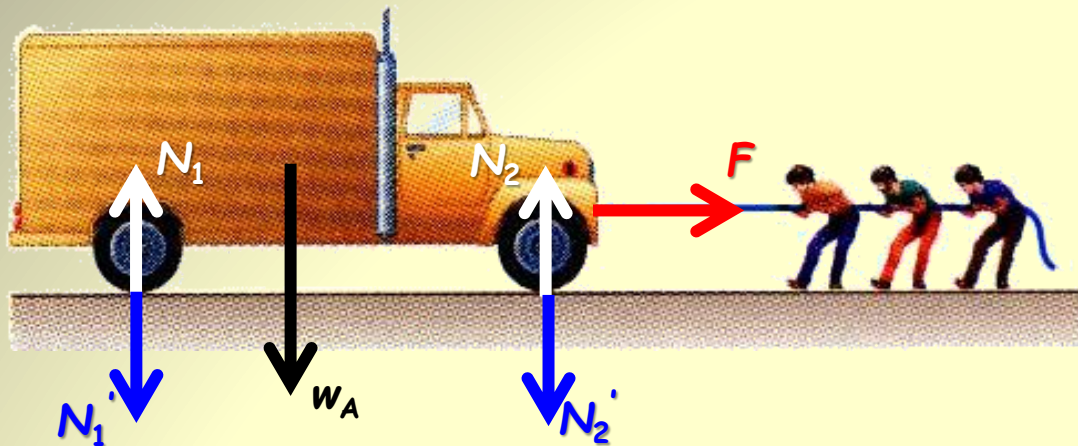
Για να ορίσουμε ποιες δυνάμεις είναι εσωτερικές ή εξωτερικές χρειάζεται να καθορίσουμε το **σύστημα σωμάτων** που μελετάμε.

Οι **εξωτερικές δυνάμεις** ασκούνται από σώματα εκτός του συστήματος σε μέλη του συστήματος σωμάτων.

Αυτές προέρχονται **από επαφή ή από βαρυτική έλξη**.

Οι **εσωτερικές δυνάμεις** ασκούνται ανάμεσα στα μέλη του συστήματος των σωμάτων.

Αυτές προσπαθούν **να κρατήσουν τα σώματα** του συστήματος **μαζί**.



Σύστημα σωμάτων: **Αυτοκίνητο - Γη**

Εξωτερικές δυνάμεις: $\vec{F}$

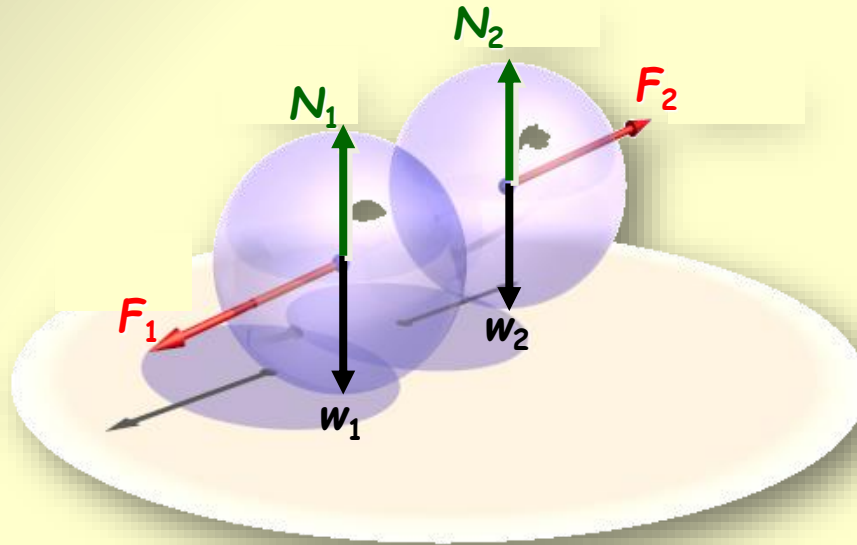
Εσωτερικές δυνάμεις: $\vec{w}_A, \vec{N}_1, \vec{N}_2, \vec{N}_1', \vec{N}_2'$

Σύστημα σωμάτων: **αυτοκίνητο - άνθρωποι**

Εξωτερικές δυνάμεις: $\vec{w}_A, \vec{N}_1, \vec{N}_2$

Εσωτερικές δυνάμεις: $\vec{F}$

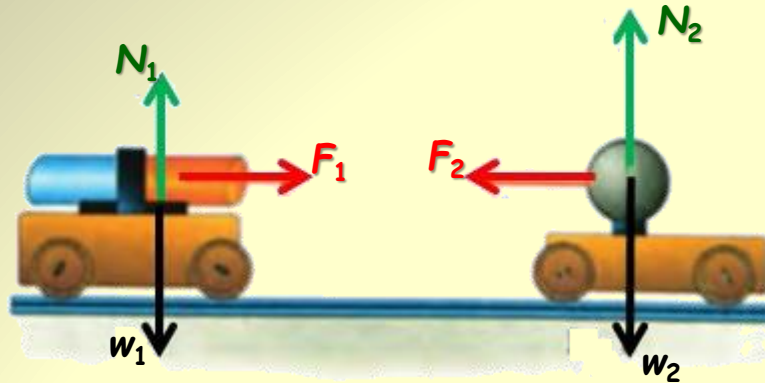
Δύο σφαίρες σε επαφή
που ακουμπάνε σε μια επιφάνεια.



Σύστημα σωμάτων: δύο σφαίρες

Εξωτερικές δυνάμεις: $\vec{N}_1, \vec{N}_2, \vec{w}_1, \vec{w}_2$

Εσωτερικές δυνάμεις: $\vec{F}_1, \vec{F}_2$

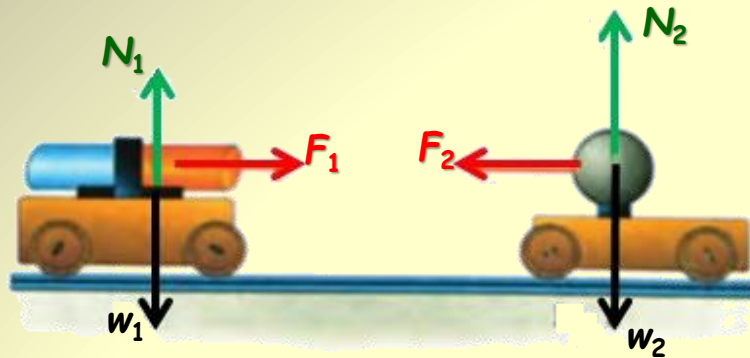


Σύστημα σωμάτων: **Μαγνήτης - Σφαίρα**

(έχουν στερεωθεί πάνω σε αμαξάκια τα οποία μπορούν να κινούνται χωρίς τριβές σ' ένα οριζόντιο τραπέζι)

Εξωτερικές δυνάμεις: $\vec{N}_1, \vec{w}_1, \vec{N}_2, \vec{w}_2$

Εσωτερικές δυνάμεις: $\vec{F}_1, \vec{F}_2$



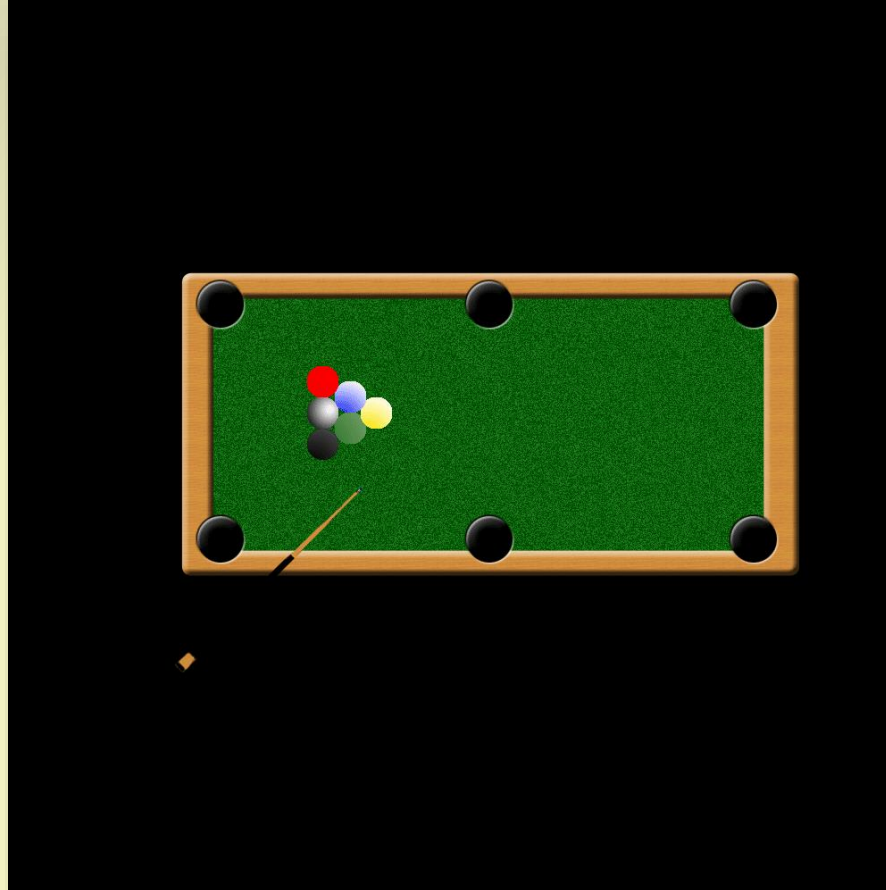
Για το μαγνήτη: $N_1 = w_1$ Για τη σφαίρα: $N_2 = w_2$

Για το κάθε σώμα του συστήματος, η συνισταμένη των εξωτερικών δυνάμεων είναι **μηδέν** .

Ένα **σύστημα σωμάτων** στο οποίο δεν ασκούνται **εξωτερικές δυνάμεις** ή αν ασκούνται **έχουν συνισταμένη ίση με το μηδέν** λέμε ότι είναι **μονωμένο ή κλειστό**.

Παρόλο ότι στη φύση δεν υπάρχουν μονωμένα συστήματα, προσεγγιστικά μπορούμε να θεωρούμε συστήματα σωμάτων σαν μονωμένα.

Κρούσεις



Στη **Μηχανική**, **κρούση** ονομάζουμε το φαινόμενο κατά το οποίο δύο ή περισσότερα σώματα έρχονται σε **επαφή** μεταξύ τους για πολύ **μικρό χρονικό διάστημα**, κατά τη διάρκεια του οποίου αναπτύσσονται **ισχυρές δυνάμεις**.



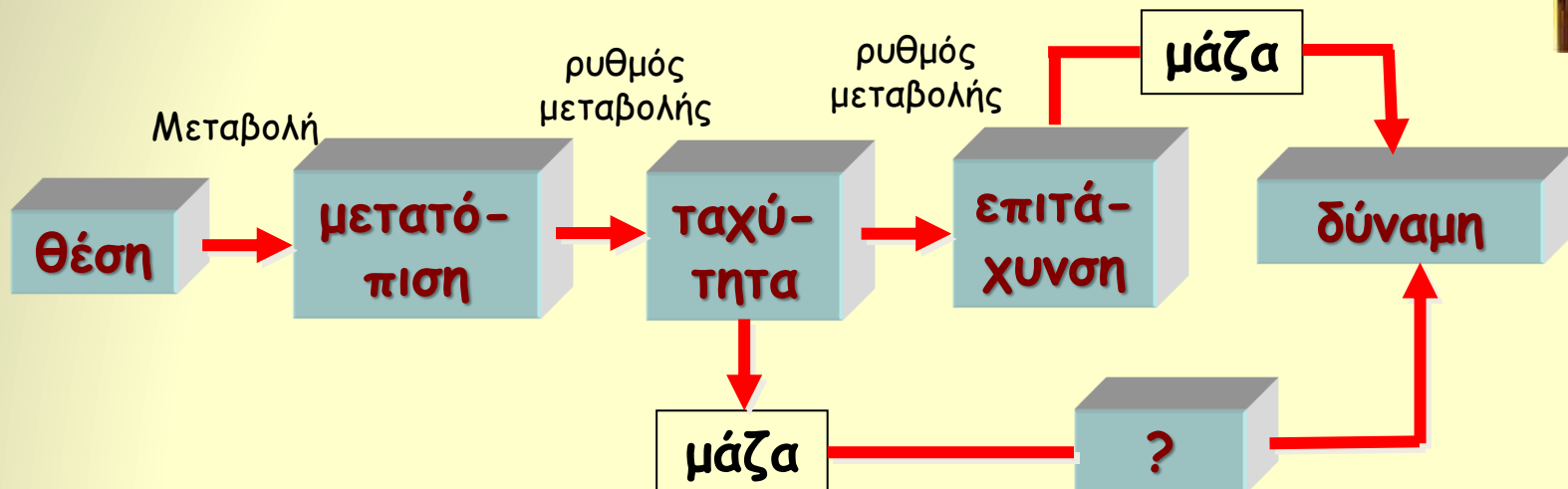


Στην **κρούση τα σώματα** που συμμετέχουν:

- **αλληλεπιδρούν** και
- μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελούν
ένα **μονωμένο σύστημα**.

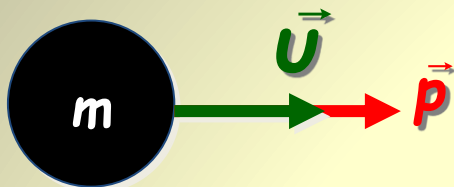
Το **αποτέλεσμα** μιας **κρούσης** επηρεάζεται τόσο από τη **μάζα**, όσο και από την **ταχύτητα** των συγκρουόμενων σωμάτων.

Ποιο μέγεθος
συνδέει τη **μάζα** με
την **ταχύτητα**;





Το μέγεθος αυτό είναι η **Ορμή**



Μονάδα μέτρησης ορμής στο (SI):

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

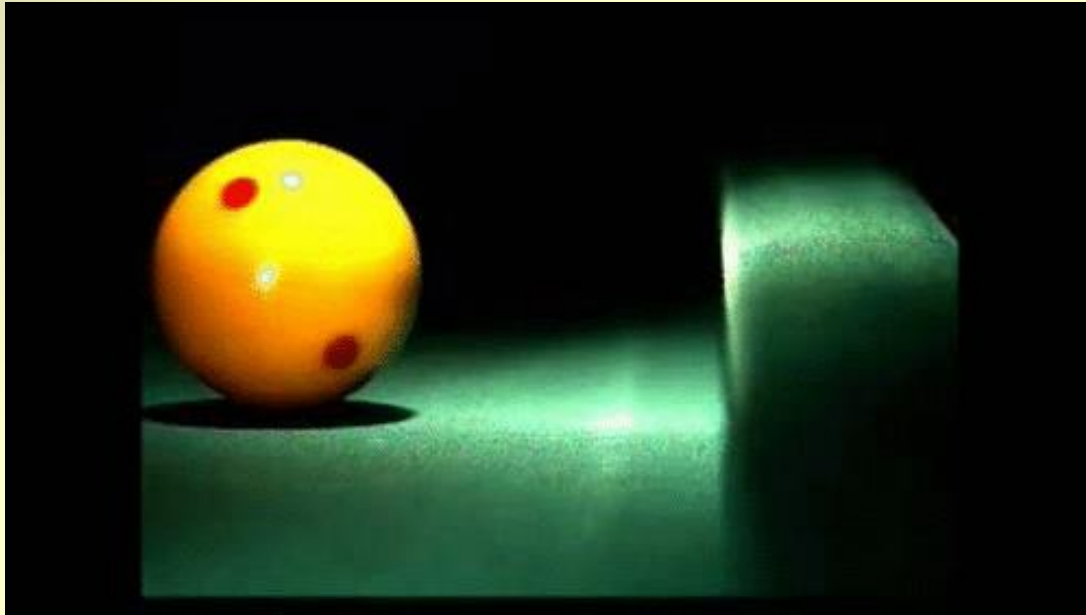
↓ ↓ ↓

$$1\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1\text{kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η **ορμή** ως **διανυσματικό μέγεθος** έχει τα χαρακτηριστικά (αρχή, κατεύθυνση) της ταχύτητας.

Η μελέτη μιας κίνησης και ιδιαίτερα μιας κρούσης γίνεται καλά με τη βοήθεια της ορμής, γιατί η **ορμή** ως φυσικό μέγεθος διατηρείται.

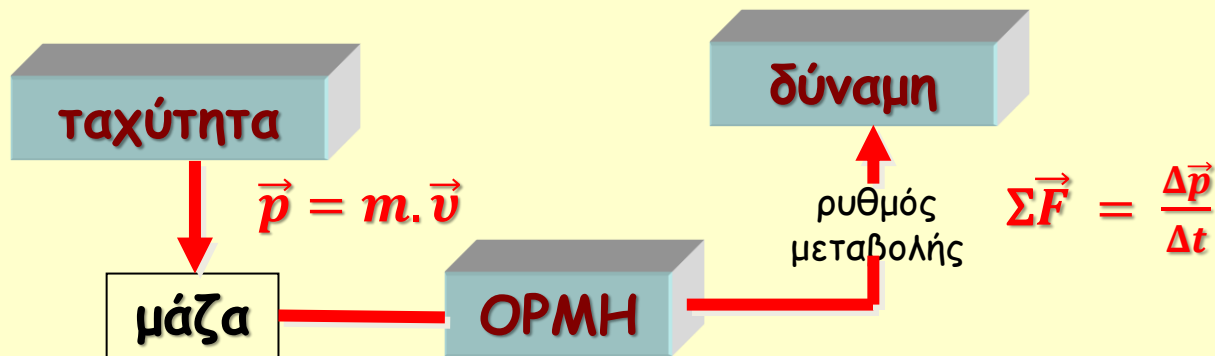
Η δύναμη και η μεταβολή της ορμής



Από το 2ο νόμο του Newton έχουμε:

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F} &= m \cdot \vec{a} \longrightarrow \Sigma \vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \cdot \frac{\vec{v}_{\text{τελ}} - \vec{v}_{\text{αρχ}}}{\Delta t} = \\ &= \frac{m \cdot \vec{v}_{\text{τελ}} - m \cdot \vec{v}_{\text{αρχ}}}{\Delta t} = \frac{\vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}}}{\Delta t} \longrightarrow \Sigma \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}\end{aligned}$$

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



Αιτία	Αποτέλεσμα
Δύναμη	Μεταβολή Ορμής

Συμπέρασμα:



Για να υπάρξει μεταβολή της ορμής ενός σώματος απαιτείται η άσκηση δύναμης.

Αν η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν ($\Sigma \vec{F} = 0$) η ορμή δεν μεταβάλλεται ($\Delta \vec{p} = 0$), δηλαδή παραμένει σταθερή ($\vec{p}_{\alpha\rho\chi} = \vec{p}_{\tau\epsilon\lambda}$).

Αν η μεταβολή της ταχύτητας (ορμής) είναι σταθερή ($\Delta \vec{p} = \text{σταθ.}$) το γινόμενο $\Sigma \vec{F} \cdot \Delta t$ παραμένει σταθερό.

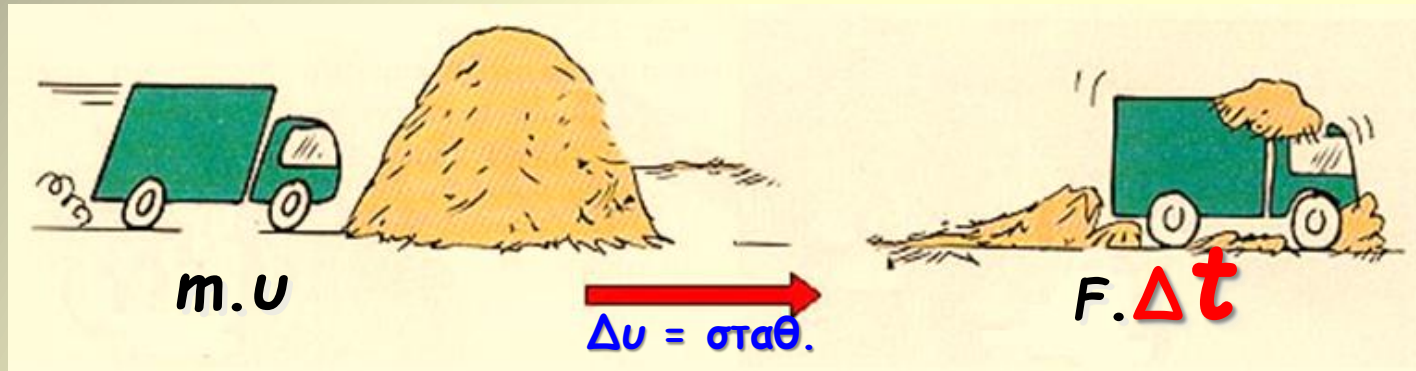
Παραδείγματα

Στα παραδείγματα που ακολουθούν, σε κάθε περίπτωση, η μεταβολή της ταχύτητας (άρα και της ορμής) του σώματος που μελετάμε είναι σταθερή.

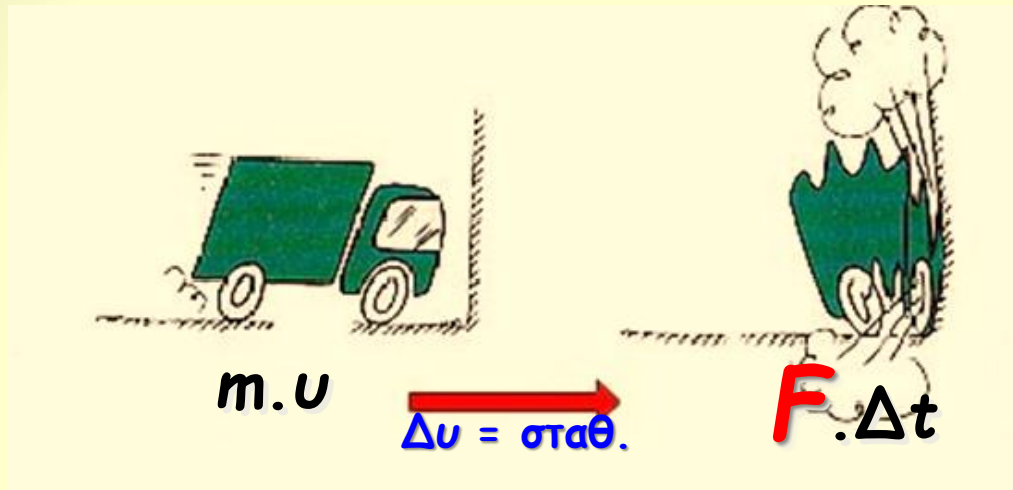
Συνεπώς, το γινόμενο $F \cdot \Delta t$ παραμένει σταθερό.

Το γινόμενο $F \cdot \Delta t$ ονομάζεται Ώθηση.

Σύγκρουση με ακίνητο εμπόδιο



Μεγάλος χρόνος για τη μεταβολή της ταχύτητας (ορμής) $\rightarrow$ μικρή δύναμη



Μικρός χρόνος για τη μεταβολή της ταχύτητας (ορμής) $\rightarrow$ μεγάλη δύναμη

Κτύπημα καράτε



(πατήστε το  στο κάτω μέρος της εικόνας για ενεργοποίηση του video)

Μικρός χρόνος για τη μεταβολή της ταχύτητας (ορμής)  μεγάλη δύναμη

$$F \cdot \Delta t$$

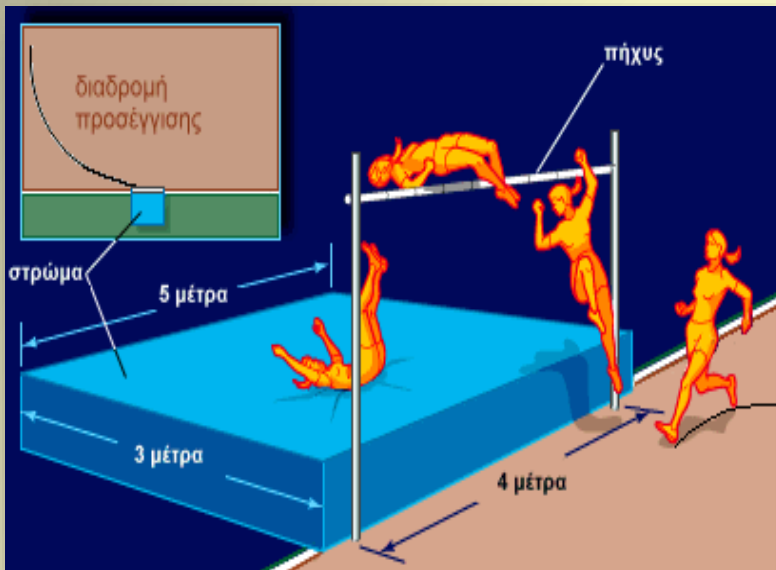
Χρήση αερόσακων



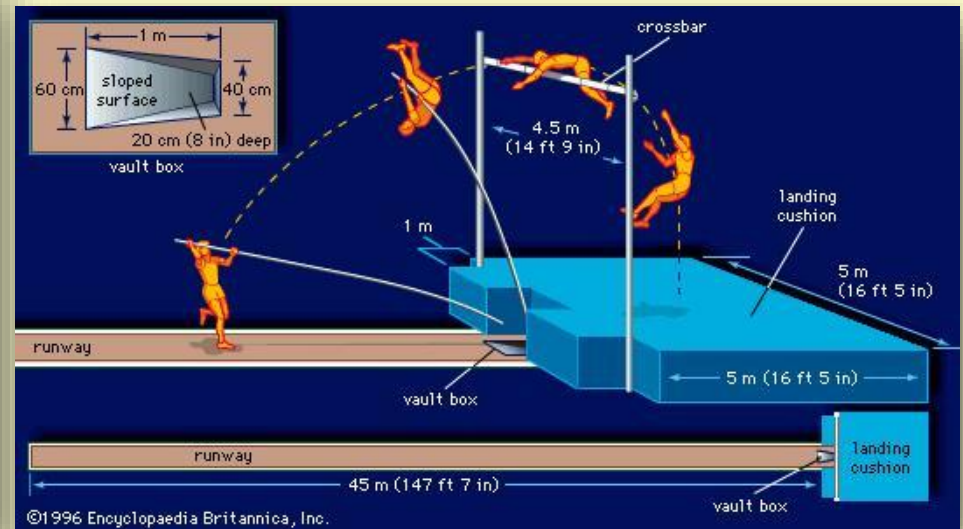
$$F \cdot \Delta t$$

Μεγάλος χρόνος για τη μεταβολή της ταχύτητας (ορμής) → μικρή δύναμη

Τα στρώματα των αλμάτων ύψους



[πατήστε εδώ](#)



[πατήστε εδώ](#)

Μεγάλος χρόνος για τη μεταβολή της ταχύτητας (ορμής) $\rightarrow$ μικρή δύναμη

$$F \cdot \Delta t$$

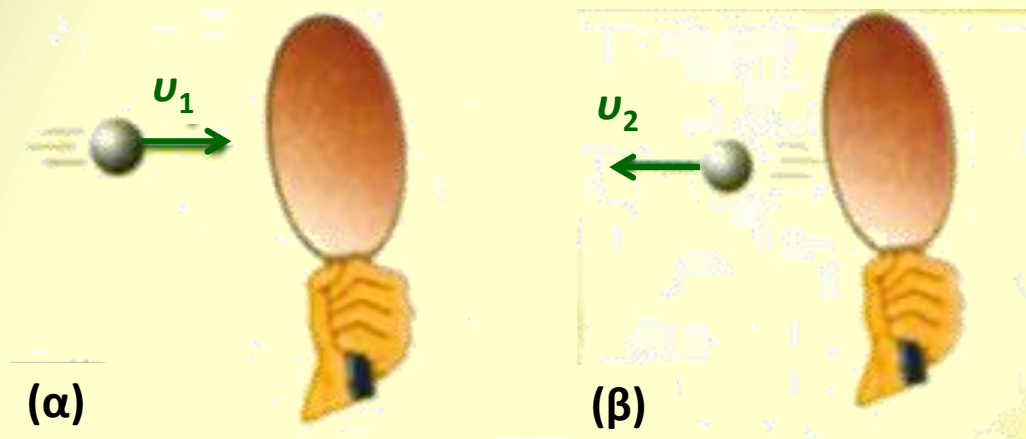
Ερωτήσεις στην Ορμή - Διατήρηση Ορμής με το πρόγραμμα Hot Potatoes

- Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής [εδώ](#) (35 ερωτήσεις)

Η ανάρτηση περιέχει ερωτήσεις από το σύνολο του 2ου κεφαλαίου "Ορμή - Διατήρηση της Ορμής", του βιβλίου Φυσικής Β' Λυκείου Θετικού Προσανατολισμού.

Δραστηριότητα 1 (σελ. 49 βιβλίου)

Ένα μπαλάκι του πινγκ - πονγκ προσπίπτει κάθετα πάνω στη ρακέτα με ταχύτητα u_1 και ανακλάται με ταχύτητα αντίθετης κατεύθυνσης u_2 . Αν γνωρίζουμε ότι το μπαλάκι έχει μάζα $m=10\text{g}$ και σε χρόνο $0,1\text{s}$ η ταχύτητά του μεταβάλλεται κατά 10m/s , να υπολογίσουμε τη δύναμη που του ασκήθηκε.



Δραστηριότητα 2 (σελ. 50 βιβλίου)

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται κατ' εκτίμηση τιμές για τη μάζα και την ταχύτητα κάποιων σωμάτων.

α/α	Περιγραφή	Τιμές ταχύτητας	Τιμή μάζας	Τιμή ορμής
1	Αθλητής δρόμου 100m	10 m/s	80kg	800 kg.m/s
2	Βλήμα πυροβόλου όπλου	500 m/s	10g	5 kg.m/s
3	Κουνούπι που πετάει	7 m/s	2g	$14 \cdot 10^{-3}$ kg.m/s
4	Μόριο N ₂ του ατμοσφαιρικού αέρα σε θερμοκρασία 23°C	800 m/s	$4,66 \cdot 10^{-23}$ g	$37 \cdot 10^{-21}$ kg.m/s
5	Πετρελαιοφόρο πλοίο (1mi/h = 1,669km/h)	10 mi/h	$2 \cdot 10^8$ kg	$9,27 \cdot 10^8$ kg.m/s
6	Μπάλα ποδοσφαίρου που κινείται	12 m/s	425g	5,1 kg.m/s

1. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του πίνακα να υπολογίσετε την ορμή σε κάθε μία περίπτωση.

2. Υποθέστε ότι όλα τα σώματα ακινητοποιούνται στο ίδιο χρονικό διάστημα Δt . Για ποιο απ' όλα απαιτείται μεγαλύτερη δύναμη;
3. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του πίνακα και τα δικά σας αποτελέσματα, να ερμηνεύσετε τα εξής δεδομένα:
- α) Ζώντας στην ατμόσφαιρα της Γης βομβαρδιζόμαστε διαρκώς από κινούμενα μόρια, αλλά δεν “αισθανόμαστε τίποτα”.
- β) Στους κλειστούς στίβους και συγκεκριμένα στο τέλος της διαδρομής των 100m υπάρχουν κατακόρυφοι τοίχοι καλυμμένοι με παχύ αφρώδες υλικό.
4. Γιατί μας τραυματίζει μία σφαίρα και όχι η μπάλα ποδοσφαίρου, αν και έχουν περίπου ίσες ορμές;

Εφαρμογές



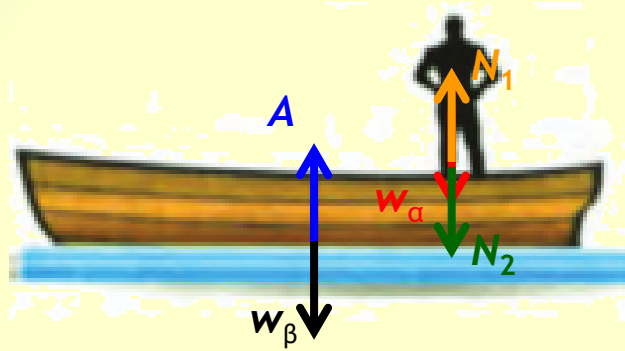
Ερωτήσεις από το βιβλίο

(από σελ. 60)

2. Η μονάδα μέτρησης της ορμής στο Διεθνές Σύστημα (S.I.) είναι:

- A. $1\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$. B. $1\text{N}\cdot\text{s}$. Γ. $1\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$. Δ. $1\text{N}\cdot\text{m}/\text{s}$.

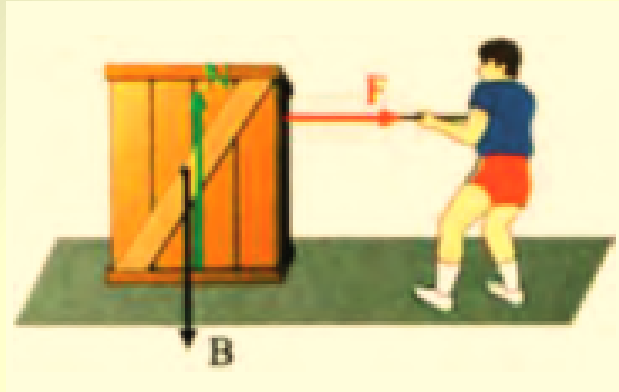
3. Πάνω στην ακίνητη βάρκα βρίσκεται ένας άνθρωπος, όπως φαίνεται στην εικόνα.



A. Να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις για το σύστημα βάρκα-άνθρωπος.

B. Ποιες από τις δυνάμεις αυτές είναι εξωτερικές και ποιες είναι εσωτερικές;

4. Ένας μαθητής τραβάει προς το μέρος του το κιβώτιο, με τη βοήθεια ενός σχοινιού.



Να ελέγξετε την ορθότητα των παρακάτω προτάσεων.

A. Η δύναμη F που ασκεί ο μαθητής είναι εσωτερική δύναμη για το σύστημα μαθητής - κιβώτιο - Γη. Σ

B. Η δύναμη F είναι εξωτερική δύναμη για το σύστημα κιβώτιο - Γη. Σ

Γ. Το βάρος του κιβωτίου είναι εσωτερική δύναμη για το σύστημα μαθητής - κιβώτιο. $\wedge$

Δ. Το βάρος του κιβωτίου είναι εξωτερική δύναμη για το σύστημα μαθητής - κιβώτιο - Γη. $\wedge$

5. Ένας ψαράς έχει πιασμένο στη 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;

$$\Delta \vec{p} = \text{σταθ.} \rightarrow \Sigma \vec{F} \cdot \Delta t = \text{σταθ.}$$

Απότομα: μικρός χρόνος $\rightarrow$ μεγάλη δύναμη

Σιγά-σιγά: μεγάλος χρόνος $\rightarrow$ μικρή δύναμη

8. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;

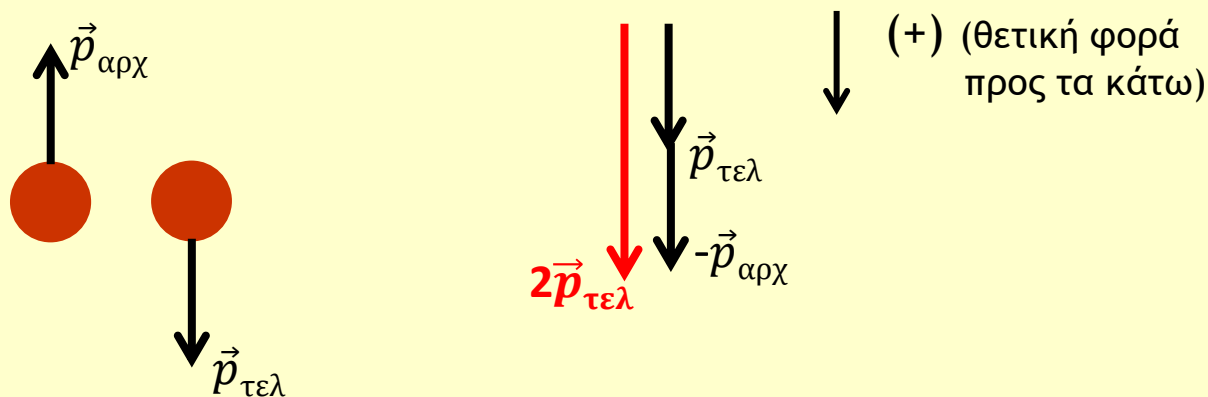
A. Ένα σύστημα δύο σωμάτων μπορεί να έχει μηδενική ορμή ακόμη και αν τα σώματα κινούνται. Σ

B. Η έλξη που ασκεί η Γη στη Σελήνη δεν είναι εσωτερική δύναμη του συστήματος, γιατί προκαλεί την περιφορά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Λ

Γ. Δύο σώματα με διαφορετικές μάζες έχουν πάντα διαφορετικές ορμές. Λ

Δ. Δύο ίσες δυνάμεις που ασκούνται σε δύο σώματα με διαφορετικές ορμές προκαλούν στον ίδιο χρόνο ίσες μεταβολές στην ορμή των σωμάτων. Σ

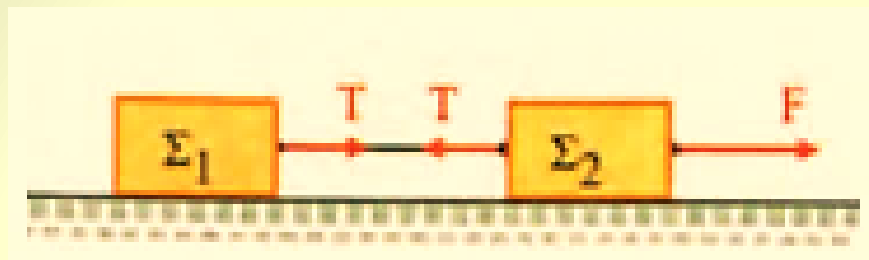
9. Ένας μαθητής ρίχνει κατακόρυφα προς τα πάνω μια μπάλα, η οποία επιστρέφει στο χέρι του με ταχύτητα ίδιου μέτρου. Ο μαθητής θεωρεί ότι στην περίπτωση αυτή παραβιάζεται ο θεμελιώδης νόμος του Νεύτωνα επειδή θεωρεί τη μεταβολή της ορμής της μπάλας μηδέν. Ποια είναι η δική σας άποψη;



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

11. Στο σύστημα των δύο σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , που έχουν ίδια μάζα m , ασκούμε σταθερή οριζόντια δύναμη F και το κινούμε στο λείο οριζόντιο επίπεδο.

Ποια ή ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;



- A. Το σύστημα $\Sigma_1 - \Sigma_2$ δεν είναι μονωμένο. Σ
- B. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_1 είναι μικρότερος απ' τον αντίστοιχο ρυθμό μεταβολής του σώματος Σ_2 . Λ
- Γ. Οι ρυθμοί μεταβολής της ορμής και για τα δύο σώματα είναι ίσοι. Σ
- Δ. Για τις δυνάμεις που δέχονται τα δύο σώματα ισχύει: $F - T = T$. Σ

17. Μπαλάκι του πινγκ-πονγκ πέφτει κάθετα πάνω σε ακίνητη ρακέτα. Η ταχύτητα πρόσπτωσης έχει μεγαλύτερη τιμή από την ταχύτητα απομάκρυνσης.

Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή και γιατί;

A. Η δύναμη που προκάλεσε την αλλαγή στην ορμή έχει τιμή $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, όπου Δt η χρονική διάρκεια επαφής με τη ρακέτα. **Σ**

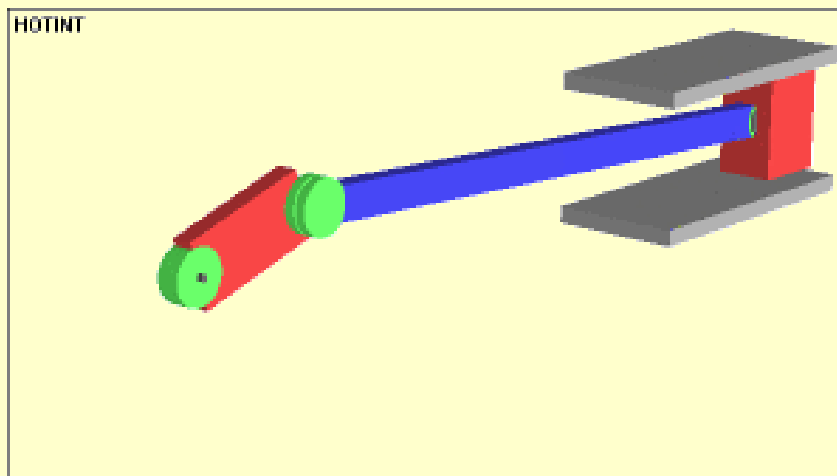
B. Η κατεύθυνση της δύναμης που προκάλεσε την αλλαγή της ορμής είναι ίδια με της ταχύτητας πρόσπτωσης. **Λ**

Γ. Η κατεύθυνση της δύναμης που προκάλεσε την αλλαγή της ορμής είναι ίδια με της ταχύτητας απομάκρυνσης. **Σ**

18. Οι αθλητές του καράτε δίνουν απότομα και «κοφτά» κτυπήματα και πετυχαίνουν να σπάσουν στερεά σώματα όπως τούβλα, καδρόνια κλπ. Νομίζετε ότι αυτό σχετίζεται με τη σχέση $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$;

Ασκήσεις από το βιβλίο

(από σελ. 65)



1. Πόση είναι η ορμή ενός λεωφορείου μάζας $m = 2.500\text{kg}$ που κινείται με ταχύτητα $v = 72\text{km/h}$; **$p = 5 \cdot 10^4 \text{ kg.m/s}$**

2. Πόση είναι η δύναμη που επιβραδύνει ένα Boeing 747, αν αυτό αγγίζει το διάδρομο προσγείωσης με ταχύτητα $v = 216\text{km/h}$ και ακινητοποιείται μετά από χρόνο $t = 120\text{s}$;

(Η μάζα του Boeing είναι περίπου 10^5kg) **$F = 5 \cdot 10^4 \text{ N}$**

3. Ένας ποδοσφαιριστής κτυπάει μία ακίνητη μπάλα και αυτή αποκτά ταχύτητα 24m/s . Αν η μπάλα έχει μάζα $0,5\text{kg}$ 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;

$F = 400 \text{ N}$

4. Ένας αλεξιπτωτιστής εγκαταλείπει το ελικόπτερο και πέφτει με το αλεξίπτωτό 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: $g = 10\text{m/s}^2$. $\frac{\Delta p}{\Delta t} = F = w = 900\text{N}$ $u = 10\text{m/s}$

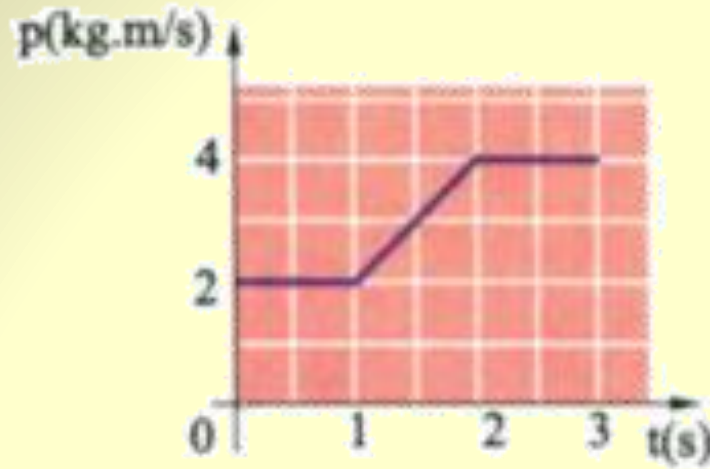
5. Μια μπάλα μάζας $0,5\text{kg}$ αφήνεται να πέσει από τέτοιο ύψος, ώστε να φτάσει στο δάπεδο με ταχύτητα $u_1 = 30\text{m/s}$. Η μπάλα αναπηδά κατακόρυφα με ταχύτητα $u_2 = 10\text{m/s}$, αφού μείνει σ' επαφή με το δάπεδο για χρόνο $\Delta t = 0,25\text{s}$. Να βρείτε:

A. Τη μεταβολή της ορμής της μπάλας κατά τη διάρκεια Δt .

B. Τη μέση δύναμη που δέχθηκε η μπάλα.

Δίνεται: $g = 10\text{m/s}^2$. $\Delta p = -20\text{kg.m/s}$ $F = -80\text{N}$

8. Η ορμή ενός σώματος μάζας $m = 1\text{kg}$ μεταβάλλεται όπως φαίνεται στην εικόνα. Η αρχική και η τελική ορμή έχουν την ίδια κατεύθυνση.



A. Πόση είναι η ελάχιστη και πόση είναι η μέγιστη ταχύτητα του σώματος;

B. Να παραστήσετε γραφικά τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα σε συνάρτηση με το χρόνο.

$$u_{\min} = 2\text{m/s}, u_{\max} = 4\text{m/s}$$

9. Ένα βαρύ κιβώτιο μάζας 200kg , ωθείται από έναν εργάτη πάνω σε οριζόντιο δάπεδο με το οποίο το κιβώτιο έχει συντελεστή τριβής ολίσθησης $\mu = 0,1$. Ο εργάτης ασκώντας στο αρχικά ακίνητο κιβώτιο οριζόντια μέση δύναμη $F = 500\text{N}$, το μετακινεί για χρόνο $t = 4\text{s}$. Πόση νομίζετε ότι θα είναι τότε η ταχύτητα του κιβωτίου;

Δίνεται: $g = 10\text{m/s}^2$.

$$u_{\min} = 6\text{m/s}$$

10. Ένα μπαλάκι του τένις μάζας $m = 100\text{g}$ πέφτει με οριζόντια ταχύτητα $v_1 = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε κατακόρυφο τοίχο και ανακλάται με επίσης οριζόντια ταχύτητα $v_2 = 8\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Να βρείτε:

A. Την ορμή που έχει το μπαλάκι πριν και μετά την επαφή του με τον τοίχο.

B. Τη μεταβολή της ορμής του, λόγω της σύγκρουσης με τον τοίχο.

Γ. Τη μέση δύναμη που δέχθηκε το μπαλάκι από τον τοίχο, αν η επαφή διαρκεί χρόνο $\Delta t = 0,1\text{s}$.

$$p_1 = 1\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad p_2 = 0,8\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta p = -1,8\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = -18\text{N}$$



Ερωτήσεις και Ασκήσεις εκτός του βιβλίου

1. Ένας βαρκάρης πάνω σε μια βάρκα προσπαθεί να τη μετακινήσει σπρώχνοντας την από μέσα, αλλά αυτό δεν γίνεται. Ο λόγος είναι ότι
- α. η δύναμη είναι μικρή.
 - β. υπάρχουν τριβές.
 - γ. η δύναμη είναι εσωτερική.
 - δ. η δύναμη είναι εξωτερική.

2. Ένας άνθρωπος βρίσκεται μέσα σε ασανσέρ που ανεβαίνει.

Χαρακτηρίστε με Σ τις εσωτερικές και με Ξ τις εξωτερικές δυνάμεις του συστήματος *ασανσέρ - άνθρωπος*.

α. το βάρος του ασανσέρ. Ξ

β. το βάρος του ανθρώπου. Ξ

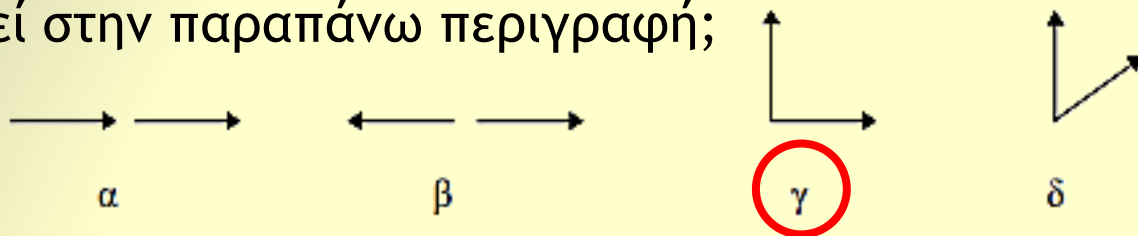
γ. η δύναμη που ασκεί το συρματόσχοινο συγκράτησης του ασανσέρ. Ξ

δ. η δύναμη που ασκεί το δάπεδο του ασανσέρ στον άνθρωπο. Σ

ε. η δύναμη που ασκεί ο άνθρωπος στο δάπεδο του ασανσέρ. Σ

3. Δύο άνθρωποι μάζας 100kg ο καθένας, ξεκινούν από το ίδιο σημείο με ταχύτητες $3\frac{\text{m}}{\text{s}}$ και $4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ και κατευθύνσεις ο ένας Βόρεια και ο άλλος Ανατολικά.

A. Ποιο από τα παρακάτω σχέδια για τα διανύσματα των ορμών αντιστοιχεί στην παραπάνω περιγραφή;



B. Πόσο είναι το μέτρο της συνολικής ορμής του συστήματος των δύο σωμάτων σε $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$;

α. 100.

β. 500.

γ. 700.

δ. 1200.



4. Αν ο τεράστιος βράχος που κατακυλάει και το παιδί που τρέχει έχουν την ίδια ορμή ($m_{\pi} < m_{\beta}$), θα μπορέσει ο βράχος να προλάβει το παιδί; Ποιος έχει τη μεγαλύτερη ταχύτητα;

$$\vec{p}_{\pi} = \vec{p}_{\beta} \longrightarrow m_{\pi} \cdot \vec{v}_{\pi} = m_{\beta} \cdot \vec{v}_{\beta}$$

$$m_{\pi} < m_{\beta}$$

$$v_{\pi} > v_{\beta}$$