

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

Φύλλο εργασίας Ορμή Συστήματος.

Η έννοια του συστήματος

Όταν μελετάμε τη συμπεριφορά ενός συνόλου από σώματα που βρίσκονται σε κάποια περιοχή του χώρου, λέμε ότι μελετάμε ένα **σύστημα σωμάτων**.

Σύστημα σωμάτων, είναι ένα σύνολο σωμάτων που μπορούν να αλληλεπιδρούν και θεωρούνται σαν ένα σώμα ως προς το περιβάλλον τους.

Σύστημα είναι ο Ήλιος με τους πλανήτες του και αποτελούν το Ηλιακό μας σύστημα ενώ όλο το υπόλοιπο σύμπαν ανήκει στο περιβάλλον του Ηλιακού μας συστήματος, Σύστημα είναι ένας παίκτης του μπάσκετ με τη μπάλα σ' έναν αγώνα ενώ όλοι οι υπόλοιποι ανήκουν στο περιβάλλον αλλά και οι παίκτες μιας ομάδας ενώ οι υπόλοιποι παίκτες και η μπάλα ανήκουν στο περιβάλλον.



Μπορείς να δώσεις δύο παραδείγματα συστήματος σωμάτων;

Μια αμαξοστοιχία με τη μηχανή και τα βαγόνια της

Ένας άνθρωπος καθισμένος σε μια κυλιόμενη καρέκλα

Στα σώματα που αποτελούν ένα σύστημα ασκούνται δυνάμεις από τα αλλασώματα του συστήματος (εσωτερικές δυνάμεις) αλλά και από το περιβάλλον (εξωτερικές δυνάμεις)

Εσωτερικές δυνάμεις, είναι οι δυνάμεις που ασκούνται ανάμεσα στα σώματα ενός συστήματος, από το ένα στο άλλο.

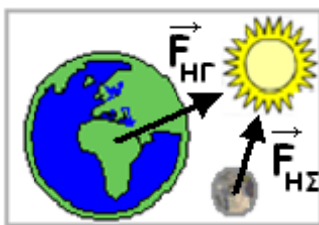
Οι δυνάμεις αυτές αποτελούν ζεύγη δράσης - αντίδρασης. Επειδή όμως το σύστημα θεωρείται σαν ένα σώμα ως προς το περιβάλλον του, έχουμε το δικαίωμα να πάρουμε τη συνισταμένη των εσωτερικών δυνάμεων, που φυσικά είναι μηδέν. Γι' αυτό οι εσωτερικές δυνάμεις ενός συστήματος, δεν μεταβάλλουν την κινητική κατάσταση του συστήματος, ούτε το παραμορφώνουν

Να δώσετε ένα παράδειγμα εσωτερικών δυνάμεων στο Ηλιακό μας σύστημα.

Ελκτικές δυνάμεις Γης - Σελήνης

Ελκτικές δυνάμεις Ηλίου - Γης

Εξωτερικές δυνάμεις, είναι οι δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα ενός συστήματος σωμάτων από πεδία ή από άλλα σώματα που βρίσκονται έξω από το σύστημα και δεν ανήκουν σ' αυτό.



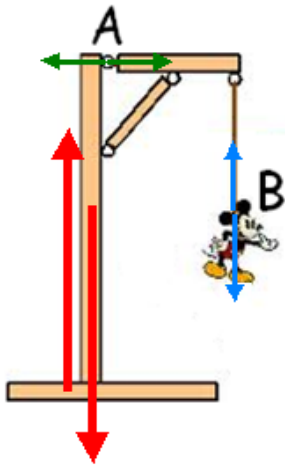
Γενικά εξωτερικές δυνάμεις θεωρούνται οι ασκούμενες- στα σώματα που συγκροτούν το σύστημα - δυνάμεις «από το υπόλοιπο Σύμπαν» δηλ. το περιβάλλον.

Στο σύστημα Γη- Σελήνη του διπλανού σχήματος ο Ήλιος δεν ανήκει στο σύστημα. Μπορείτε να σχεδιάσετε δύο εξωτερικές δυνάμεις; Ποιες είναι αυτές;

Η δύναμη με την οποία ο Ήλιος έλκει τη Γη και η δύναμη με την οποία ο Ήλιος έλκει τη Σελήνη

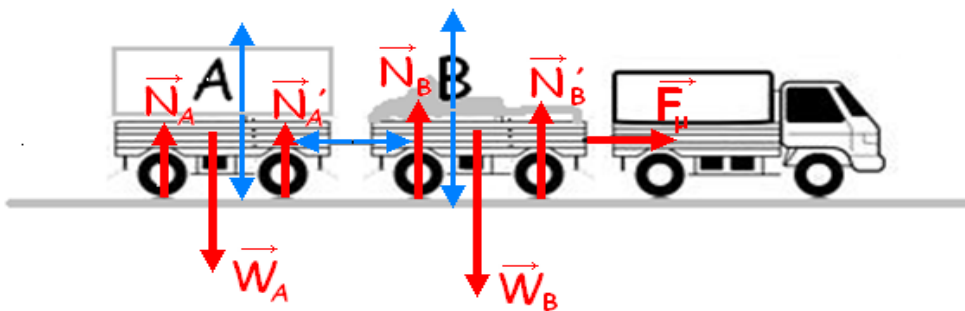
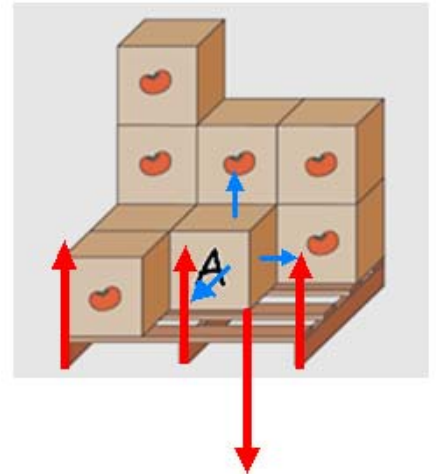
Μονωμένο σύστημα

Αν σ' ένα σύστημα σωμάτων δεν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις ή το διανυσματικό άθροισμα των εξωτερικών δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό είναι μηδέν, το σύστημα ονομάζεται **μονωμένο**.



Στο σύστημα του σχήματος να σχεδιάσετε τις εξωτερικές δυνάμεις καθώς και όλες τις εσωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο A.

Στο σύστημα του σχήματος να σχεδιάσετε τις εξωτερικές δυνάμεις καθώς και τις εσωτερικές δυνάμεις στα σημεία Α και Β.



Στο φορτηγό του σχήματος τα Α και Β αποτελούν ένα σύστημα. Να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό και να τις χαρακτηρίσετε σαν εξωτερικές και εσωτερικές.

Όλες οι κόκκινες είναι εξωτερικές και οι μπλε εσωτερικές

Αν η μηχανή αποτελούσε και αυτή σώμα του συστήματος τι θα άλλαζε στην παραπάνω κατάταξη;

Η δύναμη F_μ και η αντίδρασή της θα ήταν εσωτερικές (μπλε).

(Επίσης θα είχαμε και περισσότερες εξωτερικές)

Για τα συστήματα έχουμε:

Αν τα σώματα που αποτελούν το σύστημα, έχουν ορμές p_1, p_2, p_3, \dots
η ορμή του συστήματος $p_{ολ}$ είναι: $p_{ολ} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$

Παράδειγμα:

Αν το φορτηγό του παραπάνω σχήματος τρέχει με ταχύτητα μέτρου 90km/h και οι μάζες των τμημάτων του είναι $m_A = 20$ τόνους, $m_B = 10$ τόνους και $m = 20$ τόνους αντίστοιχα για τις ορμές τους έχουμε:

$$\vec{P}_A = m_A \cdot u = 20000 \cdot 25 = 500.000 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}.$$

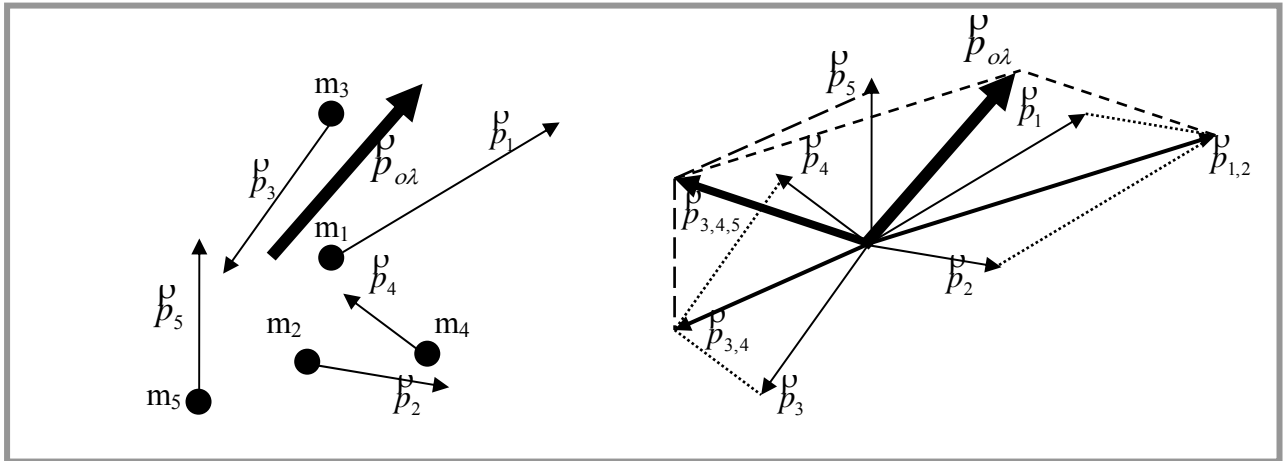
$$\vec{P}_B = m_B \cdot u = 10000 \cdot 25 = 250.000 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}.$$

$$\vec{P} = m \cdot u = 20000 \cdot 25 = 500.000 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}.$$

Και επειδή όλα τα διανύσματα είναι συγραμμικά

$$\vec{P}_{ολ} = P_A + P_B + P_B = 125 \cdot 10^4 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$

Για ένα πιο πολύπλοκο σύστημα όπως το σύστημα πέντε σφαιρών του σχήματος η ορμή υπολογίζεται προσθέτοντας διανυσματικά ανά δύο τις ορμές των σωμάτων, όπως θα κάναμε με τις δυνάμεις για να βρούμε τη συνισταμένη τους.

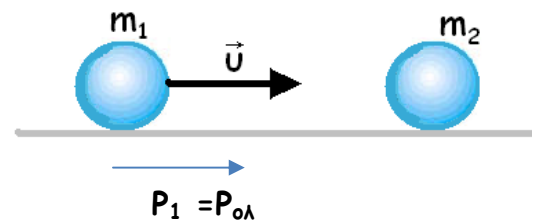


Ας δούμε ένα πιο απλά παραδείγματα:

1) Τα σώματα του σχήματος έχουν μάζες $m_1 = 60g$ και $m_2 = 80g$ αντίστοιχα. Αν το δεύτερο είναι ακίνητο ενώ το πρώτο κινείται με σταθερή ταχύτητα $u_1 = 10m/s$ η ορμή του συστήματος θα είναι:

$$P_1 = m_1 \cdot u_1 = 0,06 \cdot 10 = 0,6 \text{ Kg} \cdot \text{m/s} \text{ αλλά } P_2 = 0$$

$$P_{ολ} = P_1 = 0,6 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$

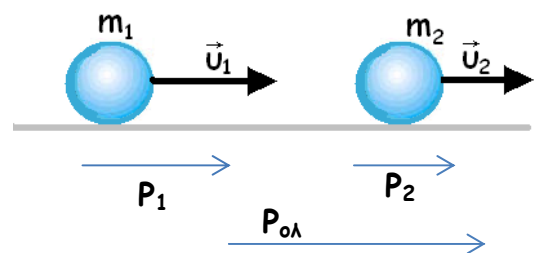


Να σχεδιάσετε πάνω στο σχήμα τις ορμές των δυο σωμάτων καθώς και τις ορμές του συστήματος σαν ελεύθερα διανύσματα

2) Αν και το δεύτερο κινείται με ταχύτητα $u_2 = 5m/s$ ορμή του συστήματος θα είναι:

$$P_2 = 0,08 \cdot 5 = 0,4 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$

$$P_{ολ} = P_1 + P_2 = 0,6 + 0,4 = 1 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$



3) Και αν οι ταχύτητες ήταν αντίθετες και $u_2 = -10m/s$ ορμή του συστήματος θα ήταν:

$$P_1 = m_1 \cdot u_1 = 0,06 \cdot 10 = 0,6 \text{ Kg} \cdot \text{m/s} \text{ αλλά } P_2 = 0,08 \cdot (-10) = -0,4 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$

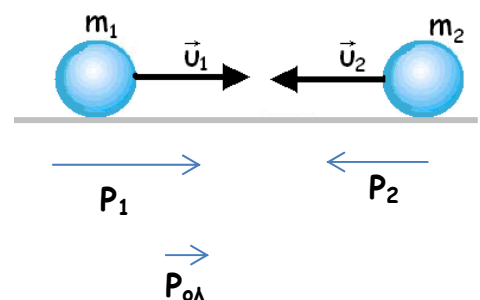
$$P_{ολ} = P_1 + P_2 = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ Kg} \cdot \text{m/s}$$

Και η κινητική του ενέργεια

$$K_1 = \frac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2 = \frac{1}{2} 0,06 \cdot (10)^2 = \frac{1}{2} 0,06 \cdot 100 = 3 \text{ J}$$

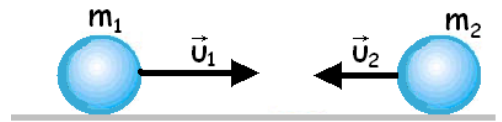
$$K_2 = \frac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2 = \frac{1}{2} 0,08 \cdot (-10)^2 = \frac{1}{2} 0,08 \cdot 100 = 4 \text{ J}$$

$$K_{ολ} = K_1 + K_2 = 3 + 4 = 7 \text{ J}$$



Να σχεδιάσετε πάνω στο σχήμα τις ορμές των δυο σωμάτων καθώς και τις ορμές του συστήματος σαν ελεύθερα διανύσματα

4) Στο ίδιο σύστημα των δύο σωμάτων με μάζες $m_1 = 60\text{g}$ και $m_2 = 80\text{g}$ τα σώματα κινούνται αντίθετα με ταχύτητες $u_1 = 10\text{m/s}$ και $u_2 = -7,5\text{m/s}$ οι ορμές των σωμάτων θα ήταν:



$$\vec{P}_1 = m_1 \cdot u_1 = 0,06 \cdot 10 = 0,6 \text{Kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\vec{P}_2 = m_2 \cdot u_2 = 0,08 \cdot (-7,5) = -0,6 \text{Kg} \cdot \text{m/s}$$

Και η ορμή του συστήματος:

$$\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = 0,6 - 0,6 = 0$$

Ενώ για τις κινητικές ενέργειες έχουμε :

$$K_1 = \frac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2 = \frac{1}{2} 0,06 \cdot (10)^2 = \frac{1}{2} 0,06 \cdot 100 = 3\text{J}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2 = \frac{1}{2} 0,08 \cdot (-7,5)^2 = \frac{1}{2} 0,08 \cdot 56,25 = 2,25\text{J}$$

Και η κινητική ενέργεια του συστήματος:

$$K = K_1 + K_2 = 3 + 2,25 = 5,25\text{J}$$

Συμπεραίνουμε λοιπόν εύκολα ότι:

- Σύμφωνα με τον ορισμό της έννοιας ΟΡΜΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ δύο σωμάτων είναι δυνατόν τα δύο σώματα να κινούνται και τα δύο και η ορμή του συστήματος να είναι μηδέν. Αυτό συμβαίνει εάν τα σώματα έχουν **ορμές αντίθετες**
- Μπορεί η ορμή του συστήματος να είναι μηδέν όμως η κινητική του ενέργεια εφ' όσον τα σώματα κινούνται ΔΕΝ μπορεί να είναι μηδέν.



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ.

Είναι παράξενο ΚΑΙ τα δύο σώματα να βρίσκονται σε κίνηση και η ΟΡΜΗ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΜΗΔΕΝ. Γιατί « ΟΡΜΗ ΜΗΔΕΝ »; ποιο το φυσικό νόημα μιας τέτοιας κατάστασης;

Για να εμβαθύνουμε στη σημασία αυτής της κατάστασης πρέπει να εισάγουμε μια ακόμα έννοια που λέγεται ΚΕΝΤΡΟ ΜΑΖΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ. Αυτό είναι ένα γεωμετρικό σημείο που σχετίζεται με τη θέση των σωμάτων, και στην περίπτωση αυτή βρίσκεται συνεχώς ακίνητο, έχει ταχύτητα μηδέν.