

Ορμή – Κρούσεις

Σύστημα Σωμάτων

Σύστημα σωμάτων ονομάζουμε ένα σύνολο σωμάτων τα οποία αλληλεπιδρούν, δηλαδή, ανταλλάσσουν δυνάμεις και τα οποία απομονώνουμε νοητικά από τα υπόλοιπα σώματα. Τα υπόλοιπα σώματα αποτελούν το περιβάλλον του συστήματος.

Εσωτερικές δυνάμεις

Εσωτερικές δυνάμεις σε ένα σύστημα σωμάτων ονομάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται αποκλειστικά ανάμεσα στα σώματα που αποτελούν το σύστημα των σωμάτων.

Εξωτερικές δυνάμεις

Εξωτερικές δυνάμεις σε ένα σύστημα σωμάτων ονομάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα του συστήματος από σώματα που ανήκουν στο περιβάλλον του συστήματος, δηλαδή, από σώματα που δεν ανήκουν στο σύστημα.

Μονωμένο σύστημα

Μονωμένο σύστημα λέγεται ένα σύστημα σωμάτων στο οποίο:

- α) Ασκούνται μόνο εσωτερικές δυνάμεις ή
- β) Ασκούνται εσωτερικές δυνάμεις αλλά και εξωτερικές δυνάμεις με συνισταμένη ίση με το μηδέν για κάθε σώμα ή
- γ) Ασκούνται εσωτερικές δυνάμεις αλλά και αμελητέες εξωτερικές δυνάμεις σε κάθε σώμα.

Ορμή

Ορμή $\vec{p}$ ενός σώματος ορίζουμε το διανυσματικό φυσικό μέγεθος που προκύπτει από το γινόμενο της μάζας του σώματος m επί την ταχύτητά του $\vec{u}$:

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

Η ορμή έχει:

- Μέτρο που ισούται με το γινόμενο της μάζας του επί την ταχύτητά του, δηλαδή, $p=m \cdot u$
- Διεύθυνση ίδια με τη διεύθυνση της ταχύτητας $\vec{u}$
- Φορά ίδια με τη φορά της ταχύτητας $\vec{u}$
- Μονάδα μέτρησης στο S.I. είναι το $\text{kg} \cdot \text{m/s}$

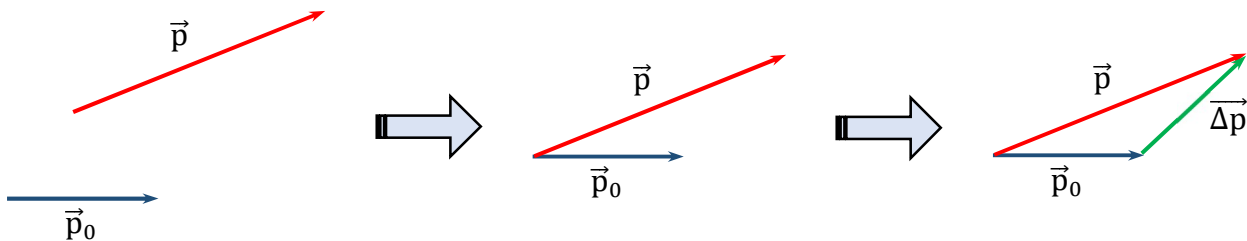
Μεταβολή της ορμής σώματος $\vec{\Delta p}$

Η μεταβολή της ορμής ενός σώματος $\vec{\Delta p}$ ορίζεται ως η διαφορά της αρχικής ορμής του σώματος $\vec{p}_0$ από την τελική $\vec{p}$:

$$\vec{\Delta p} = \vec{p} - \vec{p}_0$$

Για να σχεδιάσουμε το διάνυσμα $\vec{\Delta p}$ ένας από τους διάφορους τρόπους είναι ο εξής:

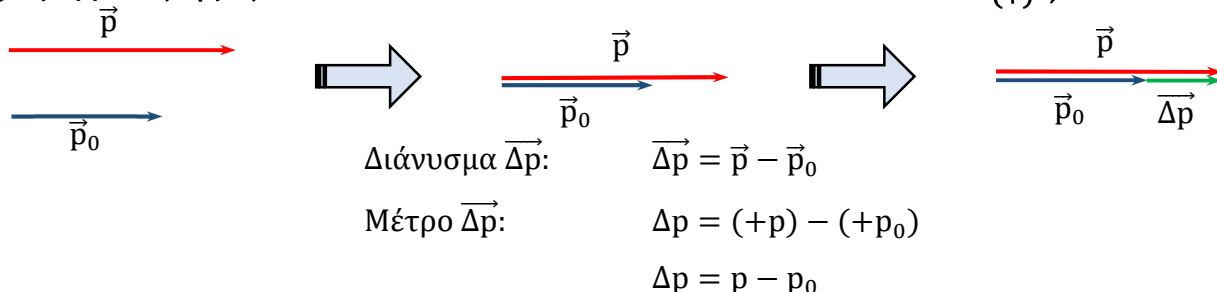
Σχεδιάζουμε τα διανύσματα $\vec{p}_0$ και $\vec{p}$ με κοινή αρχή. Το διάνυσμα $\vec{\Delta p}$ προκύπτει αν ενώσουμε το πέρας του διανύσματος $\vec{p}_0$ με το πέρας του διανύσματος $\vec{p}$ και έχει φορά από την αρχική ορμή $\vec{p}_0$ προς την τελική ορμή $\vec{p}$. Για παράδειγμα:



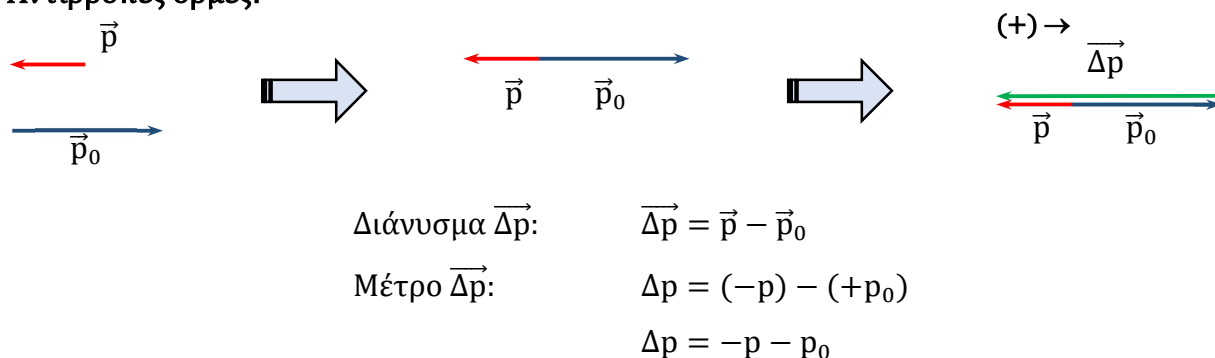
Παραδείγματα υπολογισμού της μεταβολής της ορμής

Στις παρακάτω περιπτώσεις με (+)→ υποδεικνύεται η θετική φορά και οι εκφράσεις p_0 και p περιγράφουν τα μέτρα των διανυσμάτων ($p_0 = |\vec{p}_0|$ και $p = |\vec{p}|$).

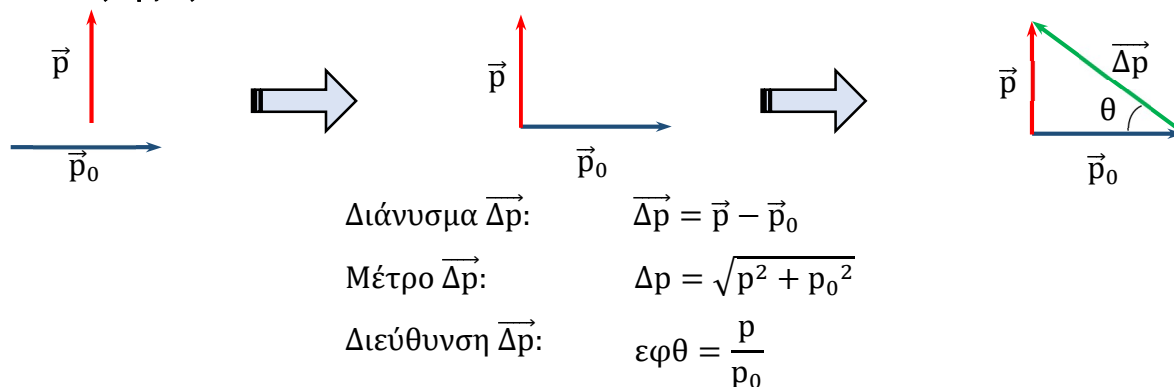
α) Ομόρροπες ορμές:



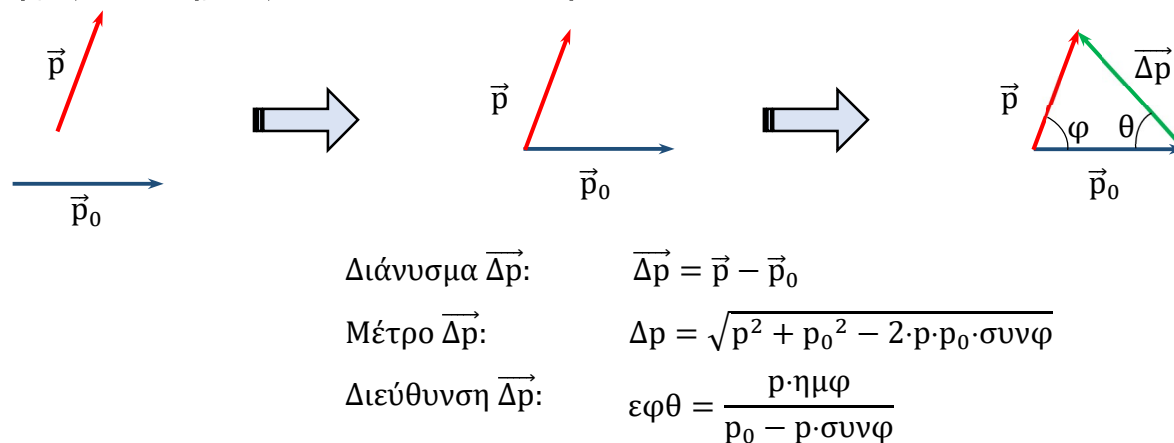
β) Αντίρροπες ορμές:



γ) Κάθετες ορμές:



δ) Ορμές που σχηματίζουν τυχαία διεύθυνση:



Ορμή και 2^{ος} Νόμος του Νεύτωνα

Ξεκινώντας από το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα μπορούμε να καταλήξουμε σε μία ειδικότερη διατύπωση του Νόμου που περιλαμβάνει την ορμή:

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

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

$$\vec{\Sigma F} = m \cdot \frac{\vec{u} - \vec{u}_0}{\Delta t}$$

$$\vec{\Sigma F} = \frac{m \cdot \vec{u} - m \cdot \vec{u}_0}{\Delta t}$$

$$\vec{\Sigma F} = \frac{\vec{p} - \vec{p}_0}{\Delta t}$$

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

Με βάση την παραπάνω έκφραση μπορούμε να επαναδιατυπώσουμε το 2^ο Νόμο Νεύτωνα:

Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα ισούται με το ρυθμό μεταβολής της ορμής του.

Διατήρηση της ορμής συστήματος σωμάτων

Θεωρούμε δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 που αλληλεπιδρούν. Το σώμα μάζας m_1 δέχεται δύναμη $\vec{F}_1$ και το σώμα μάζας m_2 δέχεται δύναμη $\vec{F}_2$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Το σύστημα των δύο σωμάτων είναι μονωμένο, καθώς δεν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις από τρίτα σώματα. Σύμφωνα με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα (Νόμος Δράσης - Αντίδρασης) οι δυνάμεις αλληλεπίδρασης $\vec{F}_1$ και $\vec{F}_2$ είναι αντίθετες, άρα,

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$
$$\frac{\Delta \vec{p}_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta \vec{p}_2}{\Delta t}$$

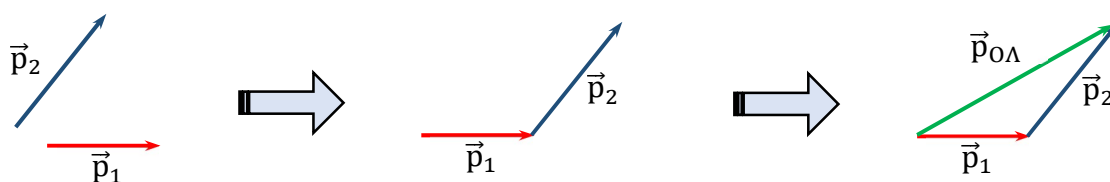
Επειδή ο χρόνος αλληλεπίδρασης Δt είναι ο ίδιος και για τα δύο σώματα έχουμε:

$$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2$$
$$\vec{p}_{1,TEΛ} - \vec{p}_{1,APX} = -(\vec{p}_{2,TEΛ} - \vec{p}_{2,APX})$$
$$\vec{p}_{1,TEΛ} - \vec{p}_{1,APX} = -\vec{p}_{2,TEΛ} + \vec{p}_{2,APX}$$
$$\vec{p}_{1,TEΛ} + \vec{p}_{2,TEΛ} = \vec{p}_{1,APX} + \vec{p}_{2,APX}$$
$$\vec{p}_{ΟΛ,TEΛ} = \vec{p}_{ΟΛ,APX}$$

Επομένως, συμπεραίνουμε πως η ορμή ενός μονωμένου συστήματος διατηρείται σταθερή. Διαφορετικά, μπορούμε να πούμε ότι όταν σε ένα σύστημα σωμάτων δεν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις ή αν ασκούνται, είτε έχουν συνισταμένη ίση με το μηδέν, είτε είναι αμελητέες, η ορμή του συστήματος παραμένει σταθερή. Η παραπάνω έκφραση αποτελεί την **Αρχή Διατήρησης της Ορμής (Α.Δ.Ο.)** για ένα μονωμένο σύστημα.

Σχεδιασμός του διανύσματος $\vec{p}_{ΟΛ}$ συστήματος δύο σωμάτων

Σε ένα σύστημα δύο σωμάτων με ορμές $\vec{p}_1$ και $\vec{p}_2$, προκειμένου να σχεδιάσουμε το διάνυσμα $\vec{p}_{ΟΛ}$, ενώνουμε το πέρας του διανύσματος $\vec{p}_1$ με την αρχή του διανύσματος $\vec{p}_2$. Το διάνυσμα $\vec{p}_{ΟΛ}$ προκύπτει αν ενώσουμε την αρχή του διανύσματος $\vec{p}_1$ με το πέρας του διανύσματος $\vec{p}_2$.

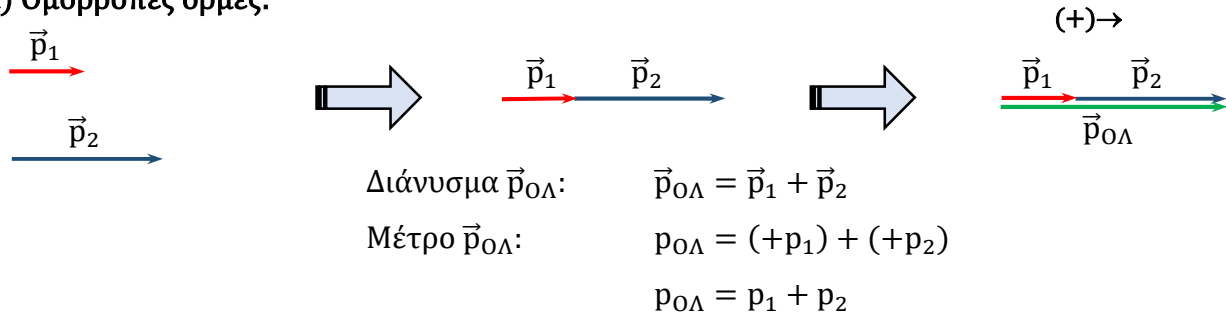


Για μη συγγραμμικά διανύσματα μπορούμε επιπλέον να χρησιμοποιήσουμε τον κανόνα του παραλληλογράμμου.

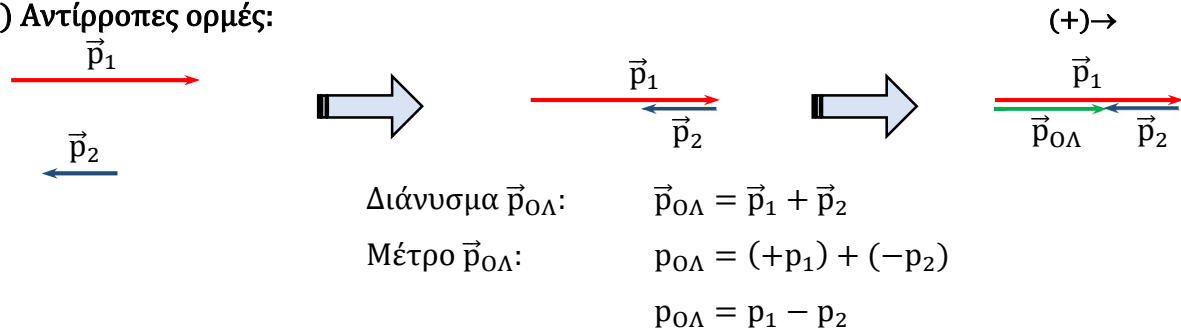
Παραδείγματα υπολογισμού της ορμής συστήματος δύο σωμάτων

Στις παρακάτω περιπτώσεις με (+)→ υποδεικνύεται η θετική φορά και οι εκφράσεις p_1 και p_2 περιγράφουν τα μέτρα των διανυσμάτων ($p_1 = |\vec{p}_1|$ και $p_2 = |\vec{p}_2|$).

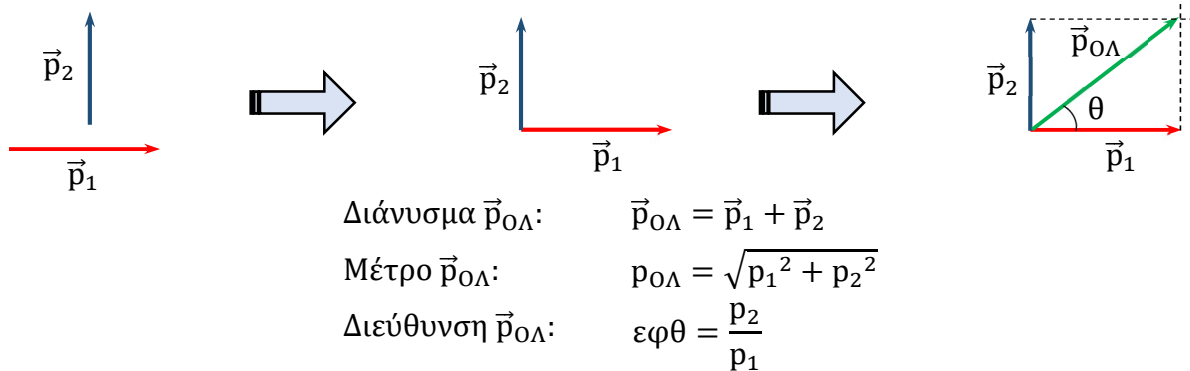
α) Ομόρροπες ορμές:



β) Αντίρροπες ορμές:



γ) Κάθετες ορμές:



δ) Ορμές που σχηματίζουν τυχαία διεύθυνση:

