

# ΔΥΝΑΜΕΙΣ

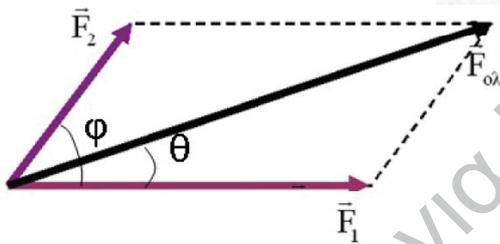
## ΔΥΝΑΜΗ

- **Δύναμη** (*Force*) ονομάζεται η αιτία της αλλαγής της κινητικής κατάστασης ή της παραμόρφωσης ενός σώματος.
- Διακρίνονται σε δυνάμεις εξ' επαφής (π.χ. τριβή, άνωση, αντίσταση αέρα, κ.α) και εξ' αποστάσεως (π.χ. βαρύτητα, ηλεκτρικές και μαγνητικές δυνάμεις).
- Είναι διανυσματικό μέγεθος.
- Μονάδα μέτρησης:  $1 \text{ Nt} = 1 \text{ kgr}\cdot\text{m}/\text{sec}^2$

# ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

**Συνισταμένη** δύο ή περισσότερων δυνάμεων που ενεργούν σε ένα σώμα ονομάζεται η δύναμη που επιφέρει στο σώμα τα ίδια αποτελέσματα αν αντικαταστήσει τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

Η συνισταμένη έχει μέτρο που υπολογίζεται από το νόμο των συνημιτόνων:



$$F_{ολ} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos\varphi}$$

Η διεύθυνση της συνισταμένης υπολογίζεται από τη σχέση:

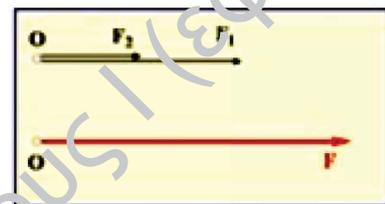
$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{F_2 \eta\mu\varphi}{F_1 + F_2 \cos\varphi}$$

Ισχύει:  $|F_1 - F_2| \leq F_{ολ} \leq F_1 + F_2$

## Περίπτώσεις

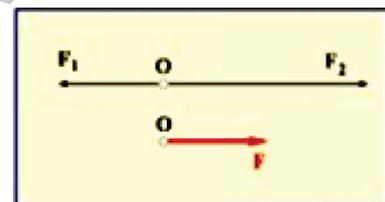
- Αν  $\varphi = 0^\circ$  (ομόρροτες)

$$\Rightarrow F_{ολ} = F_1 + F_2$$



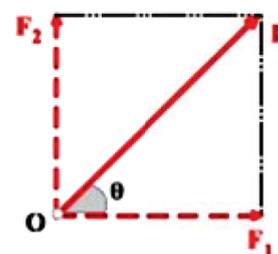
- Αν  $\varphi = 180^\circ$  (αντίρροτες)

$$\Rightarrow F_{ολ} = F_2 - F_1$$



- Αν  $\varphi = 90^\circ$  (κάθετες δυνάμεις)

$$\Rightarrow F_{ολ}^2 = F_1^2 + F_2^2 \text{ και } \varepsilon\varphi\theta = F_2/F_1$$

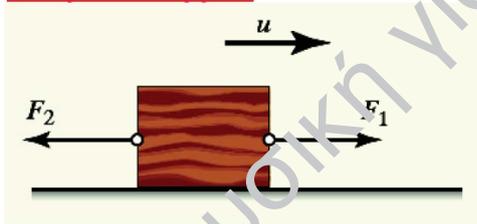


## Νόμοι του Νεύτωνα

**1<sup>ος</sup> νόμος (αδράνεια):** Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι ίση με μηδέν, το σώμα είτε ηρεμεί ή κινείται με σταθερή διανυσματική ταχύτητα. Δηλ.

$F_{ολ} = 0 \Leftrightarrow$  ↙ το σώμα ακινητεί/ηρεμεί  
↘ **ή**  
εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

### Παράδειγμα



Το σώμα κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα  $u$ .

Αν  $F_1 = 10 \text{ Nt}$ , τότε  $F_2 = 10 \text{ Nt}$ .

### Παρατηρήσεις

Όλα τα αντικείμενα έχουν την τάση να αντιστέκονται σε οτιδήποτε τείνει να αλλάξει την κινητική τους κατάσταση. Δηλ. ένα σώμα που κινείται, προσπαθεί να συνεχίσει να κινείται, ενώ ένα σώμα που είναι ακίνητο θέλει να παραμείνει ακίνητο.

**Αδράνεια** ονομάζεται η ιδιότητα των σωμάτων να διατηρούν την κινητική τους κατάσταση.

- Η αδράνεια **ΔΕΝ** είναι φυσικό μέγεθος.
- Η μάζα ενός σώματος είναι μέτρο της αδράνειάς του (δηλ. *μεγάλη μάζα  $\Leftrightarrow$  μεγάλη αδράνεια και αντίστροφα*).

$$F_{ολ} = 0 \Leftrightarrow \text{ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ}$$

## Νόμοι του Νεύτωνα

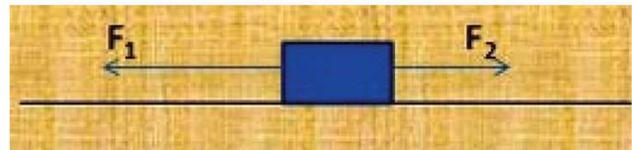
**2<sup>ος</sup> νόμος (θεμελ. νόμος Κινηματικής):** Αν σε σώμα μάζας  $m$  ασκηθεί (συνολική) δύναμη  $\Sigma F$ , τότε αυτό αποκτά επιτάχυνση  $a$ , η οποία είναι ανάλογη της δύναμης και αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του σώματος.

Δηλ. είναι:  $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

- Το κινητό εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- Το διάνυσμα της επιτάχυνσης είναι ομόρροπο με το διάνυσμα της συνισταμένης δύναμης.

Π.χ.

$$a = (F_1 - F_2) / m$$



## Νόμοι του Νεύτωνα

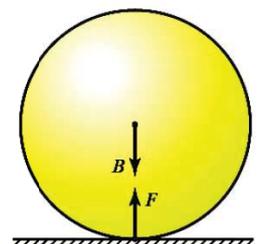
**3<sup>ος</sup> νόμος (δράση-αντίδραση):** Αν ένα σώμα A ασκεί σε ένα άλλο σώμα B δύναμη  $F_1$ , τότε και το B ασκεί στο A δύναμη  $F_2$ , η οποία έχει το ίδιο μέτρο και διεύθυνση, αλλά αντίθετη φορά με την  $F_1$ .

Δηλ.  $\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$

### Παρατηρήσεις

- Αναφέρεται στην αλληλεπίδραση δύο σωμάτων
- Οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντα ανά ζεύγη
- Παραδείγματα: πύσσαυλος, ελατήριο, κ.α

Σώμα βάρους  $B = 2 \text{ Nt}$  βρίσκεται ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο. Ισχύει:  $F = B = 2 \text{ Nt}$



## Άσκηση

Σώμα μάζας  $m = 2 \text{ kg}$  κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση δύναμης  $F$ . Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  το σώμα έχει αρχική ταχύτητα  $U_0 = 1 \text{ m/sec}$  και μετά από χρόνο  $t = 4 \text{ sec}$  η ταχύτητά του γίνεται  $U = 5 \text{ m/sec}$ . Να υπολογίσετε (i) το διάστημα  $S$  που έχει διανυθεί σ' αυτό το χρονικό διάστημα και (ii) την ασκούμενη δύναμη  $F$ .

## Λύση

(i) Το κινητό εκτελεί ευθυγρ. ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Άρα:  $a = \Delta U / \Delta t \Leftrightarrow a = (5-1)/4 \Leftrightarrow a = 1 \text{ m/sec}^2$  και

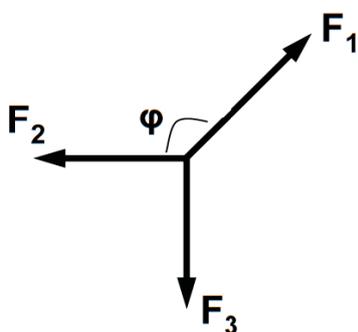
$$S = U_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 1 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 16 \Leftrightarrow S = 12 \text{ m}$$

(ii)  $F = m \cdot a \Leftrightarrow F = 2 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/sec}^2 \Leftrightarrow F = 2 \text{ Nt}$

## Άσκηση

1. Στο σχήμα δίνονται:  $F_1 = 6 \text{ Nt}$ ,  $F_2 = F_3 = 5 \text{ Nt}$  και  $\varphi = 135^\circ$ .  
Να βρεθεί η συνισταμένη δύναμη  $F_{ολ}$ .

## Λύση



(Απ.  $F_{ολ} = 1,071 \text{ Nt}$ ,  $\theta = 45^\circ$ )

## Ασκήσεις

2. Σώμα μάζας  $m = 2,5 \text{ kg}$  ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  το σώμα βρίσκεται στη θέση  $X_0 = 0$  και αρχίζει να ασκείται σ' αυτό σταθερή δύναμη  $F = 5 \text{ Nt}$ . (i) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση που αποκτά το σώμα. (ii) Ποια χρονική στιγμή  $t$  η απόσταση που θα έχει διανύσει το σώμα είναι  $X = 64 \text{ m}$ ;

(Απ.  $a = 2 \text{ m/sec}^2$ ,  $t = 8 \text{ sec}$ )

3. Σώμα μάζας  $m = 3 \text{ kg}$  κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με σταθερή αρχική ταχύτητα  $U_0 = 2 \text{ m/sec}$ . Να βρεθεί η δύναμη  $F$  που πρέπει να ασκηθεί στο σώμα ώστε αυτό να σταματήσει σε χρόνο  $t = 1 \text{ sec}$ .

(Απ.  $F = 6 \text{ Nt}$ )

## Ασκήσεις

4. Το σώμα του σχήματος έχει μάζα  $m = 2 \text{ kg}$  και αρχικά βρίσκεται ακίνητο σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το σώμα αρχίζει να κινείται υπό την επίδραση των δυνάμεων  $F_1 = 3 \text{ Nt}$  και  $F_2 = 5 \text{ Nt}$ . (i) Ποια είναι η κατεύθυνση της κίνησης του σώματος; (ii) Πόση είναι η επιτάχυνση που θα αποκτήσει το σώμα; (iii) Πόση θα είναι η ταχύτητα του σώματος σε χρόνο  $t = 4 \text{ sec}$  από τη στιγμή άσκησης των δυνάμεων;



(Απ.  $a = 1 \text{ m/sec}^2$ ,  $U = 4 \text{ m/sec}$ )

## Άσκηση

5. Το σώμα του σχήματος έχει μάζα  $m = 1 \text{ kg}$  και κινείται με σταθερή ταχύτητα σε λείο οριζόντιο επίπεδο.



Αν  $F_1 = 10 \text{ Nt}$  και  $F_2 = 8 \text{ Nt}$  να εξετάσετε αν στο σώμα ασκείται κάποια άλλη, τρίτη δύναμη. Αν ναι, να την προσδιορίσετε.

## Λύση

Το σώμα έχει σταθερή ταχύτητα. Επομένως η επιτάχυνσή του είναι ίση με μηδέν. Δηλ.  $U = \text{σταθ.} \Leftrightarrow a = \Delta U / \Delta t \Leftrightarrow a = 0$ .

Από το 2<sup>ο</sup> νόμο Νεύτωνα είναι:  $a = 0 \Leftrightarrow \Sigma F = 0$ .

Όμως στο σχήμα είναι:  $\Sigma F = F_1 - F_2 = 10 - 8 = 2 \text{ Nt}$ , δηλ.  $\Sigma F \neq 0$ .

Επομένως για να μηδενιστεί η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα, πρέπει να ασκείται σ' αυτό και μία άλλη δύναμη  $F_3$ , η οποία θα είναι:  $F_3 = 2 \text{ Nt}$  προς τ' **αριστερά**.