

# ΦΥΣΙΚΗ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1) Τα θεμελιώδη μεγέθη: Το μήκος, ο χρόνος και η μάζα

Μερικά φυσικά μεγέθη προκύπτουν άμεσα από τη διαίσθησή μας. Δεν ορίζονται με τη βοήθεια άλλων μεγεθών. Αυτά τα φυσικά μεγέθη ονομάζονται **θεμελιώδη**. Τέτοια φυσικά μεγέθη είναι το μήκος, ο χρόνος και η μάζα. Οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών ορίζονται συμβατικά και ονομάζονται **θεμελιώδεις μονάδες**. Το μέτρο (m), το δευτερόλεπτο (s) και το χιλιόγραμμα (kg) είναι θεμελιώδεις μονάδες στη Μηχανική.

### 2) Παράγωγα μεγέθη

Τα μεγέθη που ορίζονται με απλές μαθηματικές σχέσεις από τα θεμελιώδη ονομάζονται **παράγωγα**. Οι μονάδες τους μπορούν να εκφραστούν, με τις ίδιες απλές μαθηματικές σχέσεις, μέσω των μονάδων των θεμελιωδών μεγεθών και ονομάζονται **παράγωγες μονάδες**. Για παράδειγμα, το εμβαδόν, ο όγκος, η πυκνότητα, η ταχύτητα κτλ, είναι παράγωγα μεγέθη. Γενικά η μονάδα μέτρησης κάθε παράγωγου μεγέθους μπορεί πάντοτε να εκφραστεί ως συνάρτηση των μονάδων των θεμελιωδών μεγεθών.

### 3) Πυκνότητα

Η πυκνότητα ενός υλικού ορίζεται ως το πηλίκο που έχει ως αριθμητή τη μάζα σώματος από αυτό το υλικό και παρονομαστή τον όγκο του. Δηλαδή:  $\rho = \frac{m}{V}$ , ή  $m = \rho \cdot V$  και

$V = \frac{m}{\rho}$ . Η πυκνότητα εκφράζεται μέσω της μάζας και του όγκου. Επομένως, είναι ένα παράγωγο μέγεθος. Η μονάδα της πυκνότητας μπορεί να εκφραστεί μέσω των θεμελιωδών μονάδων της μάζας (Kg) και του μήκους (m), δηλαδή:  $\frac{Kg}{m^3}$ .

### 4) Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

Το σύνολο των θεμελιωδών και των παραγώγων μονάδων αποτελεί ένα σύστημα μονάδων. Σήμερα από όλες τις χώρες χρησιμοποιείται το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### 1) Μονόμετρα και διανυσματικά μεγέθη

i) **Φυσικά μεγέθη** όπως ο χρόνος, τα οποία **προσδιορίζονται μόνο από έναν αριθμό** (το μέτρο τους), ονομάζονται **μονόμετρα**. Υπάρχουν και άλλα μονόμετρα μεγέθη όπως ο όγκος, η πυκνότητα και η θερμοκρασία.

ii) Αντίθετα ο προσδιορισμός της θέσης εκτός από το **μέτρο**, απαιτεί και την **κατεύθυνση (Δηλαδή την διεύθυνση και την φορά)**. Ένα τέτοιο μέγεθος ονομάζεται **διανυσματικό**.

Παρακάτω παραθέτουμε ένα πίνακα που διαχωρίζει τα μονόμετρα από τα διανυσματικά μεγέθη:

ΜΟΝΟΜΕΤΡΑ ΜΕΓΕΘΗ-ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ (SI)	ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ- ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ (SI)
Χρόνος – s	Μετατόπιση – m
Μάζα – Kg	Θέση – m
Μήκος – m	Δύναμη - N
Πυκνότητα - $\frac{kg}{m^3}$	Βάρος - N
Όγκος - $m^3$	Τριβή - N
Θερμοκρασία - K	
Απόσταση – m	
Πίεση – Pa ή $N/m^2$	
Έργο - J	
Ισχύς - W	

Η θέση ενός υλικού σημείου πάνω σε μια ευθεία καθορίζεται:

1. Από την **απόσταση** του από το σημείο αναφοράς και
2. Από την **κατεύθυνση**, δηλαδή από το αν είναι δεξιά ή αριστερά από το σημείο αναφοράς

Η απόσταση είναι μονόμετρο μέγεθος, ενώ η θέση είναι διανυσματικό μέγεθος. Η απόσταση, σε αντίθεση με τη θέση έχει πάντα θετική τιμή. Η μετατόπιση  $\Delta x$  είναι η διαφορά  $x_2 - x_1$ , όπου  $x_2$  η τελική θέση και  $x_1$  η αρχική θέση, δηλαδή:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

## 2) Η έννοια της Ταχύτητας

- i) Η ταχύτητα συνδέεται με δύο μεγέθη: το μήκος της διαδρομής και τον χρόνο.
- ii) Ως μέση ταχύτητα ορίζουμε το πηλίκο του μήκους της διαδρομής που διήνυσε ένα κινητό σε ορισμένο χρόνο (χρονικό διάστημα) προς τον χρόνο αυτό.

$$U_{\mu} = \frac{s}{\Delta t}$$

- iii) Μονάδα μέτρησης της ταχύτητας στο SI είναι το  $1 \frac{m}{s}$

iv) Στιγμιαία ταχύτητα είναι η ταχύτητα που έχει ένα κινητό σε μια ορισμένη χρονική στιγμή. Η στιγμιαία ταχύτητα ενός αυτοκινήτου ταυτίζεται με την ένδειξη του κοντέρ

v) Η μέση διανυσματική ταχύτητα δίνεται από την σχέση:  $\vec{U} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$

## 3) Κίνηση με σταθερή ταχύτητα

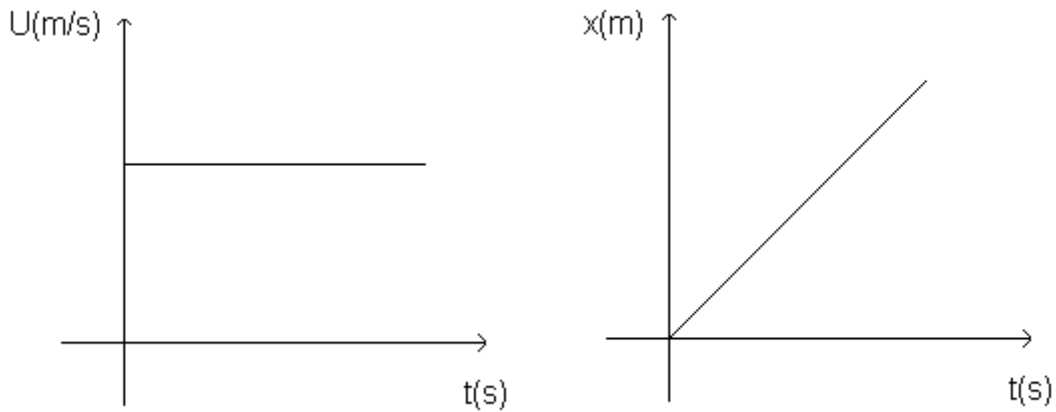
i) Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (ΕΟΚ) ονομάζουμε την κίνηση στην οποία η ταχύτητα διατηρείται σταθερή. Δηλαδή για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ισχύει:

$$\vec{U} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \text{σταθερή. Από τον ορισμό της ταχύτητας έχουμε: } U = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = U \cdot \Delta t \Rightarrow$$

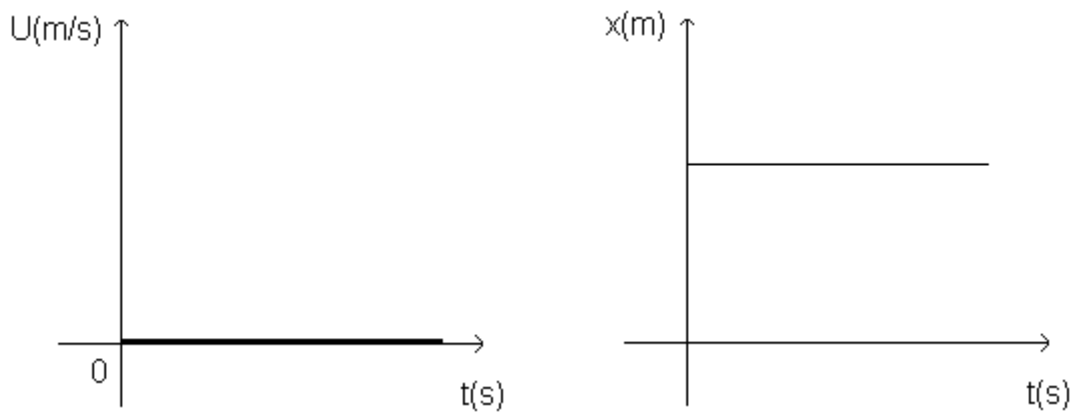
$x = U \cdot t$  που είναι η εξίσωση θέσης ή εξίσωση κίνησης. Επίσης ισχύει:

$$U = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{U}$$

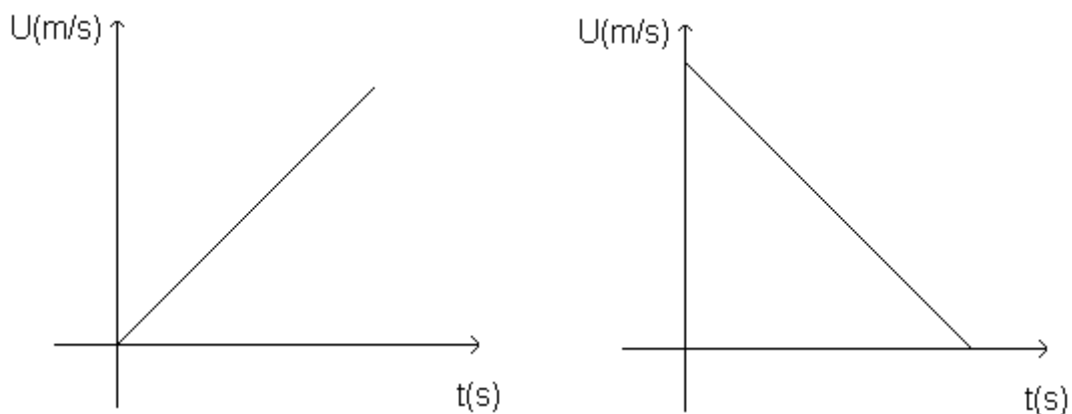
ii) Οι γραφικές παραστάσεις που ισχύουν στην Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση είναι οι εξής:



iii) Όταν ένα σώμα είναι σε ηρεμία τότε ισχύει  $U=0$  και  $x=\text{σταθερή}$



iv) Οποιαδήποτε άλλη γραφική παράσταση αν συναντήσουμε αποτελεί μεταβαλλόμενη κίνηση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 1) Η έννοια της δύναμης

- i. Δύο σώματα αλληλεπιδρούν όταν ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο.
- ii. α) Οι δυνάμεις προκαλούν **μεταβολή στην ταχύτητα** των σωμάτων στα οποία ασκούνται.  
β) Οι δυνάμεις προκαλούν **παραμόρφωση** των σωμάτων στα οποία ασκούνται. Η δύναμη είναι το αίτιο που μεταβάλλει την ταχύτητα των σωμάτων ή τα παραμορφώνει.
- iii. Δεν υπάρχουν κάποια σώματα που μόνο ασκούν δυνάμεις και κάποια άλλα που μόνο δέχονται την επίδραση δυνάμεων. Οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντοτε ανά δύο μεταξύ δύο σωμάτων.
- iv. Οι δυνάμεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:  
α) **Δυνάμεις που ασκούνται κατά την επαφή** δύο σωμάτων, όπως:
  - Οι δυνάμεις από τεντωμένα σχοινιά ή από ελατήρια,
  - Οι δυνάμεις που ασκούνται κατά τη σύγκρουση δύο σωμάτων,
  - Η δύναμη της τριβής,
  - Η δύναμη από ένα υγρό στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει κ.λ.π.β) **Δυνάμεις που ασκούνται από απόσταση**, όπως:
  - Οι δυνάμεις βαρύτητα,
  - Οι ηλεκτρικές δυνάμεις και
  - Οι μαγνητικές δυνάμεις
- v. Νόμος του Hooke  
Σ' ένα ελατήριο η επιμήκυνση του είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σε αυτό:  $F = k \cdot x$ , όπου F η δύναμη που ασκείται στο ελατήριο, x η επιμήκυνση του ελατηρίου και k μια σταθερά που εξαρτάται από τη σκληρότητα του.
- vi. Μονάδα μέτρησης της δύναμης στο διεθνές σύστημα είναι το 1N(Νιούτον)

### 2) Δύο σημαντικές δυνάμεις στον κόσμο(βάρος και τριβή)

#### α) Βάρος

i) Βάρος (w) ονομάζεται η δύναμη που ασκεί η Γη σε όλα τα σώματα. Το βάρος είναι δύναμη και επομένως η μονάδα μέτρησης του στο S.I. είναι το 1N. Η Γη ασκεί **βαρυτική δύναμη** (βάρος) σε κάθε σώμα, ανεξάρτητα αν αυτό βρίσκεται στο έδαφος, πέφτει ή ανυψώνεται. Επίσης ασκεί βαρυτική δύναμη στη Σελήνη και σε όλα τα άλλα ουράνια σώματα. Οι βαρυτικές δυνάμεις είναι πάντοτε ελκτικές (σε αντίθεση με τις ηλεκτρικές ή τις μαγνητικές που μπορεί να είναι και απωστικές).

ii) Το βάρος έχει τη **διεύθυνση** της ακτίνας της Γης και **φορά** προς το κέντρο της Γης.

iii) Το βάρος ενός σώματος **ελαττώνεται όσο αυξάνεται το ύψος** στο οποίο βρίσκεται το σώμα από την επιφάνεια της θάλασσας (για παράδειγμα, ένα σώμα

μάζας  $m$  έχει μικρότερο βάρος στην κορυφή του Ολύμπου από ότι στην επιφάνεια της θάλασσας του Λιτοχώρου).

iv) Σε όλους τους πλανήτες και τ' άλλα ουράνια σώματα τα σώματα έχουν βάρος. Στην επιφάνεια της Σελήνης το (σεληνιακό) βάρος ενός αστροναύτη είναι το  $1/6$  περίπου του γήινου βάρους του. Έτσι, ένας αστροναύτης μάζας  $80 \text{ kg}$  έχει βάρος στην Γη  $800 \text{ N}$  (περίπου), ενώ στην επιφάνεια της Σελήνης το βάρος του είναι  $150 \text{ N}$  (περίπου). Η μάζα του αστροναύτη είναι ίδια στη Γη και στη Σελήνη.

### β) Τριβή

Τριβή είναι η δύναμη που ασκείται από ένα σώμα σ' ένα άλλο όταν αυτά βρίσκονται σε επαφή και το ένα κινείται ή τείνει να κινηθεί σε σχέση με το άλλο.

Το σώμα του διπλανού σχήματος κινείται προς τα δεξιά πάνω στο οριζόντιο δάπεδο.

Η δύναμη της τριβής  $T$  που ασκεί το δάπεδο στο σώμα είναι :

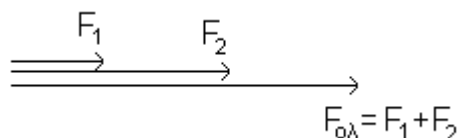
- παράλληλη στο δάπεδο,
- αντίθετης φοράς από την ταχύτητα του σώματος.

**Η τριβή αντιστέκεται στην ολίσθηση ενός σώματος.** Όταν μια επιφάνεια είναι λεία, δεν ασκεί δύναμη τριβής στα σώματα που κινούνται πάνω της.

## 3) Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων

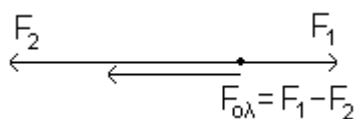
i) **Συνισταμένη** δύο ή περισσότερων δυνάμεων είναι η δύναμη η οποία προκαλεί ίδια αποτελέσματα με εκείνα που προκαλούν οι δυνάμεις αυτές όταν ενεργούν μαζί.

- Όταν δύο δυνάμεις  $F_1$  και  $F_2$  έχουν **ίδια διεύθυνση και φορά**, τότε το μέτρο της συνισταμένης τους είναι:  $F_{ολ} = F_1 + F_2$ .



Η  $F_{ολ}$  έχει ίδια διεύθυνση και φορά με τις  $F_1$  και  $F_2$ .

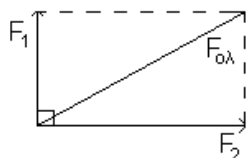
- Όταν δύο δυνάμεις  $F_1$  και  $F_2$  έχουν **αντίθετες φορές**, τότε το μέτρο της συνισταμένης τους είναι:  $F_{ολ} = F_1 - F_2$ .



Η  $F_{ολ}$  έχει την φορά της μεγαλύτερης δύναμης (εδώ της  $F_2$ ).

**Αντίθετες** λέμε τις δυνάμεις που έχουν **ίσα μέτρα** και **αντίθετες φορές**. Η συνισταμένη δύο αντίθετων δυνάμεων είναι μηδέν.

ii) Η συνισταμένη  $F$  δύο κάθετων μεταξύ τους δυνάμεων  $F_1$  και  $F_2$  βρίσκεται με τη μέθοδο του παραλληλογράμμου και η διαγώνιος του ορθογωνίου που σχηματίζουν οι δύο δυνάμεις. Σύμφωνα με το Πυθαγόρειο θεώρημα ισχύει:  $F_{ολ}^2 = F_1^2 + F_2^2$



#### 4) Δύναμη και ισορροπία

i) **1<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα** για την κίνηση των σωμάτων

Ένα σώμα συνεχίζεται να παραμένει ακίνητο ή μα κινείται ευθύγραμμα και ομαλά εφόσον δεν ασκείται σε αυτό δύναμη ή η συνολική (συνισταμένη) δύναμη που ασκείται πάνω του είναι μηδενική.

$v=0$  ή  $v$ =σταθερή όταν  $\vec{F}_{ολ} = \vec{0}$ .

ii) **Αδράνεια** είναι η τάση των σωμάτων να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης (ταχύτητας).

iii) Ένα σώμα που θεωρείται υλικό σημείο **ισορροπεί** όταν είναι **ακίνητο** ή κινείται με **σταθερή ταχύτητα**.

ισορροπία =  $\begin{cases} v = 0 (\text{ακίνητο}) \\ v = \text{σταθερή} (\text{κίνηση ευθύγραμμη ομαλή}) \end{cases}$

iv) **2<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα**

Όσο **μεγαλύτερη είναι η δύναμη** που ασκείται σε ένα σώμα το οποίο έχει ορισμένη μάζα, **τόσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα του σώματος**.

Η μαθηματική του έκφραση είναι:  $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow F = m \cdot a$ .

v) Η μάζα ενός σώματος είναι το μέτρο της αδρανείας του, δηλαδή της αντίστασης που παρουσιάζει το σώμα στη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης (ταχύτητας). Μεγάλη μάζα σημαίνει μεγάλη αδράνεια, δηλαδή μεγάλη αντίσταση και άρα μικρή μεταβολή στην ταχύτητα (για δεδομένη δύναμη και δεδομένου χρόνου). Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο δυσκολότερα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητά του.

##### Παράδειγμα

Ένα Ι.Χ. στο οποίο βρίσκεται μόνο ο οδηγός του μπορεί εύκολα να αποκτήσει ταχύτητα  $100 \text{ km/h}$  σε χρόνο  $10 \text{ s}$ , ενώ το ίδιο Ι.Χ. όταν έχει  $5$  άτομα μέσα του (μεγαλύτερη μάζα) στον ίδιο χρόνο θα αποκτήσει ταχύτητα  $80 \text{ km/h}$ .

vi) **Μάζα και βάρος**

Η μάζα ( $m$ ) και το βάρος ( $w$ ) ενός σώματος συνδέονται με τη σχέση:  $w = m \cdot g$ , όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας.

##### Βασικές διαφορές μάζας και βάρους

Μάζα ( $m$ )	Βάρος ( $w$ )
Είναι το μέτρο της αδρανείας του σώματος	Είναι η βαρυτική δύναμη που ασκεί η Γη στο σώμα
Είναι μονόμετρο μέγεθος	Είναι διανυσματικό μέγεθος
Παραμένει ίδια σε οποιαδήποτε σημείο του σύμπαντος	Αλλάζει από τόπο σε τόπο
Μονάδα μέτρησης της στο S.I. είναι το $1 \text{ kg}$	Μονάδα μέτρησης του στο S.I. είναι το $1 \text{ N}$
Μετριέται με τον ζυγό	Μετριέται με το δυναμόμετρο

vii) Επιτάχυνση της βαρύτητας ( $g$ ) σ' έναν τόπο ονομάζουμε το σταθερό πηλίκο του βάρους ( $w$ ) προς τη μάζα ( $m$ ) ενός σώματος στον τόπο αυτό.

$$g = \frac{w}{m} \text{ (Μονάδες μέτρησης } N/Kg \text{ ή } m/s^2 \text{ )}$$

## 5) Δύναμη και αλληλεπίδραση

### 3<sup>ος</sup> νόμος του Νεύτωνα (ή νόμος δράσης - αντίδρασης)

i) Όταν ένα σώμα ασκεί δύναμη σ' ένα άλλο σώμα (δράση), τότε και το δεύτερο σώμα ασκεί στο πρώτο δύναμη ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης (αντίδραση).

Διαφορετικά: Σε κάθε δράση αντιστοιχεί πάντα μια αντίθετης κατεύθυνσης και ίσου μέτρου αντίδραση.

Η δράση και η αντίδραση της είναι δυνάμεις αντίθετες (έχουν ίδια διεύθυνση, αντίθετες φορές και ίσα μέτρα) και ασκούνται σε διαφορετικά σώματα, οπότε δεν έχει νόημα η συνισταμένη τους. Η δράση και η αντίδραση της συνυπάρχουν, δηλαδή ασκούνται ταυτόχρονα.

ii) Παράδειγμα (Ερώτηση κρίσεως για τα ζεύγη δράση - αντίδραση): Αν αναζητήσουμε τα ζεύγη δράσης-αντίδρασης των δυνάμεων που ασκούνται σ' ένα μήλο, το οποίο βρίσκεται σε ηρεμία πάνω στο τραπέζι. Εφαρμόζουμε τη συνθήκη ισορροπίας για το μήλο: η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο μήλο είναι μηδέν. Το βάρος του μήλου ( $w$ ) εξισορροπείται από την κάθετη δύναμη ( $F_N$ ) που το τραπέζι ασκεί στο μήλο. Οι δυνάμεις αυτές έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις. Ωστόσο, **δεν αποτελούν ζεύγος δράση-αντίδραση**, διότι προέρχονται από την αλληλεπίδραση του μήλου με δύο διαφορετικά σώματα: Το βάρος είναι η δύναμη που η Γη ασκεί στο μήλο, ενώ την κάθετη δύναμη την ασκεί το τραπέζι στο μήλο. Όταν δυο σώματα αλληλεπιδρούν, στο ένα ασκείται η δράση και στο άλλο η αντίδραση. Η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις που ασκούνται πάντοτε σε δύο διαφορετικά σώματα.

Ένα μήλο πέφτει από τη μηλιά και κινείται προς το έδαφος. Οι βαρυτικές δυνάμεις ανάμεσα στο μήλο και τη Γη, το  $w$  και το  $w$  έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες κατευθύνσεις. Το βάρος  $w$  προκαλεί την κίνηση του μήλου.

Γιατί η δύναμη που ασκεί το μήλο στη γη δεν προκαλεί την κίνηση της γης;

Η μάζα του μήλου είναι πολύ μικρότερη από τη μάζα της Γης. Επομένως, η αδράνεια του μήλου είναι πολύ μικρότερη της αδράνειας της Γης. Έτσι, η άσκηση δυνάμεων ίσου μέτρου προκαλεί πολύ μεγαλύτερη μεταβολή της ταχύτητας του μήλου από την αντίστοιχη της Γης. Η μεταβολή της ταχύτητας της γης είναι τόσο πολύ μικρή που δε γίνεται αντιληπτή. Έτσι, η Γη παραμένει ακίνητη, ενώ το μήλο κινείται προς αυτή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### Πίεση

i) Πίεση ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφάνειας αυτής, δηλαδή:  $p = \frac{F}{A}$ . Η πίεση που δέχεται μια επιφάνεια είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη η οποία ασκείται κάθετα σε αυτή και όσο μικρότερο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας. **Η πίεση είναι μονόμετρο μέγεθος**, σε αντίθεση με τη δύναμη που είναι διανυσματικό.

ii) Μονάδα μέτρησης της πίεσης στο Διεθνές σύστημα είναι το 1 Pa. Ισχύει:  $1\text{Pa}=1\text{ N/m}^2$ . 1 Pa είναι η πίεση που δέχεται επιφάνεια εμβαδού  $1\text{ m}^2$  όταν ασκείται κάθετα σε αυτή δύναμη 1N.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>0</sup>

### 1) Ενέργεια

i) Όταν η ενέργεια **μεταφέρεται** από ένα σώμα σε άλλο ή **μετατρέπεται** από μια μορφή σε άλλη, προκαλεί μεταβολές.

ii) Η **ενέργεια** εμφανίζεται με **διάφορες μορφές**, **μετατρέπεται** από μια μορφή σε άλλη, αλλά κατά τις μετατροπές της η **συνολική ενέργεια διατηρείται**.

### 2) Έργο δύναμης

i) Με την **έννοια του έργου** περιγράφουμε τη **μεταφορά** ή τη **μετατροπή της ενέργειας** κατά τη δράση μιας δύναμης.

ii) Το **έργο μιας σταθερής δύναμης που μετακινεί ένα σώμα στη διεύθυνσή της** ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης  $F$  επί τη μετατόπιση  $\Delta x$  του σώματος, δηλαδή:  
 $W = F \cdot \Delta x$ .

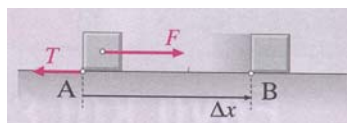
iii) **Μονάδα μέτρησης του έργου** στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι το 1 Joule (Τζάουλ). Ισχύει:  $1\text{J}=1\text{N} \cdot \text{m}$ . Έργο 1 Joule παράγει μια δύναμη 1N που ασκείται σε σώμα το οποίο μετατοπίζεται κατά 1m κατά την κατεύθυνση της δύναμης.

### 3) Θετικό και αρνητικό έργο

Το έργο μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό.

**Θετικό έργο** έχουμε όταν η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση του σώματος.

**Αρνητικό έργο** έχουμε όταν η δύναμη έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη μετατόπιση του σώματος.



$$W_F = F \cdot \Delta x > 0$$

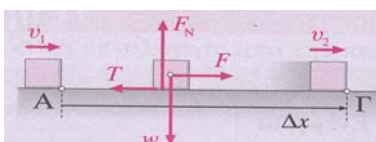
$$W_T = -T \cdot \Delta x < 0$$

### 4) Πότε το έργο μιας δύναμης είναι μηδέν.

i) Όταν η **δύναμη είναι κάθετη στη μετατόπιση του σώματος**, το έργο της είναι μηδέν.

Παράδειγμα:

Για το σώμα του παρακάτω σχήματος, το οποίο κινείται σε οριζόντιο επίπεδο, οι δυνάμεις  $w$  και  $F_N$  είναι κάθετες στη μετατόπιση του σώματος. Ισχύουν  $W_w = 0$  και  $W_{F_N} = 0$ . Ενώ το  $W_F = F \cdot \Delta x > 0$  και το  $W_T = -T \cdot \Delta x < 0$





ii) Το έργο μιας δύναμης η οποία ασκείται σε συνεχώς ακίνητο σώμα είναι μηδέν

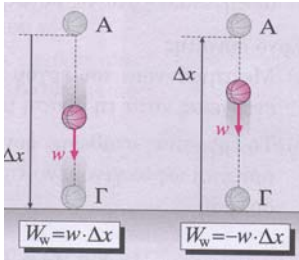
## 5) Έργο βάρους.

i) Όταν ένα σώμα **κατεβαίνει** κατακόρυφα, το έργο του βάρους του  $w$  είναι **θετικό**:

$$W_w = +w \cdot \Delta x$$

ii) Όταν ένα σώμα **ανεβαίνει** κατακόρυφα, το έργο του βάρους του  $w$  είναι **αρνητικό**:

$$W_w = -w \cdot \Delta x .$$



## 6) Βαρυτική δυναμική ενέργεια

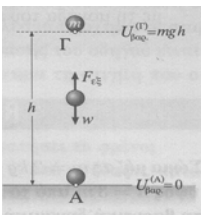
i) Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος το οποίο βρίσκεται σε κάποιο ύψος είναι ίση με το έργο της δύναμης που το ανύψωσε. Στο διπλανό σχήμα, ανυψώνουμε τη μάζα  $m$  με σταθερή ταχύτητα από το σημείο Α στο Γ. Η εξωτερική δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι ίση κατά μέτρο με το βάρος του,  $F_{εξ} = w$ , οπότε το έργο της θα είναι:

$$W_{F_{εξ}} = F_{εξ} \cdot h = w \cdot h = m \cdot g \cdot h .$$

Άρα στο σημείο Γ η μάζα  $m$  έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια :

$$U_{βαρ.}^{(\Gamma)} = m \cdot g \cdot h .$$

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια **αναφέρεται ως προς μια οριζόντια επιφάνεια** απ' όπου μετράμε το ύψος και στην οποία θεωρούμε ότι έχει τιμή μηδέν.



ii) Η βαρυτική δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα σε κάποιο ύψος είναι **ανεξάρτητη από τον δρόμο που ακολούθησε το σώμα** για να βρεθεί στο συγκεκριμένο ύψος. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το έργο του βάρους  $w$  είναι ανεξάρτητο της διαδρομής, αλλά εξαρτάται μόνο από την υψομετρική διαφορά της αρχικής και της τελικής θέσης του σώματος.

## 7) Δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης

i) **Ελαστική παραμόρφωση** έχουμε όταν τα σώματα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση όταν πάψει να ασκείται η δύναμη που τα παραμόρφωσε. Για παράδειγμα, ελαστική παραμόρφωση παθαίνει το ελατήριο, το λάστιχο, το μπαλόνι, η μπάλα ποδοσφαίρου κ.λπ.

ii) Όταν ένα σώμα είναι **ελαστικά παραμορφωμένο**, έχει **δυναμική ενέργεια ελαστικής παραμόρφωσης**.

## 8) Κινητική ενέργεια

i) Κάθε σώμα που κινείται έχει κινητική ενέργεια. Η κινητική ενέργεια δίνεται από την σχέση:  $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ , όπου m η μάζα του σώματος και v η ταχύτητα του.

ii) Μονάδα ενέργειας (κινητικής, δυναμικής κ.λ.π.) στο S.I. είναι το 1 Joule.

## 9) Η μηχανική ενέργεια και η διατήρηση της

i) Η **μετατροπή** της ενέργειας ενός σώματος **από κινητική σε βαρυτική δυναμική** (ή αντίστροφα) γίνεται **μέσω του έργου του βάρους του**. Η μείωση της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας ισούται με το έργο του βάρους.

ii) Μηχανική ενέργεια  $E_{μηχ.}$  ενός σώματος ονομάζουμε το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας που έχει το σώμα αυτό κάθε στιγμή, δηλαδή:  $E_{μηχ.} = U + E_k$ .

iii) **Θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.**

Όταν σένα σώμα ή σύστημα ασκούνται μόνο βαρυτικές ή ηλεκτρικές δυνάμεις λη δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης, η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή  $E_{μηχ.} = \text{σταθερή}$ . Για δύο θέσεις A και Γ θα έχουμε:  $E_{μηχ.}^{(A)} = E_{μηχ.}^{(Γ)}$ .

## 10) Ισχύς

i) Η ισχύς είναι ένα μέγεθος το οποίο δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται κάποιο έργο ή μετασχηματίζεται κάποια μορφή ενέργειας. Η ισχύς (P) ορίζεται ως το πηλίκο του έργου (W) που παράγεται ή της ενέργειας (E) που μετασχηματίζεται διά του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος t. Δηλαδή:  $P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{E}{t}$ .

ii) Η ισχύς (P), όπως και το W και ο χρόνος t, είναι μονόμετρο μέγεθος. Μονάδα μέτρησης της ισχύος στο Διεθνές σύστημα Μονάδων S.I. είναι το 1 Watt (βατ). Ισχύει:

$1W = \frac{1J}{1s}$ . Ισχύ 1W έχει μια μηχανή η οποία παράγει έργο 1J σε χρόνο 1s. Πολλαπλάσια

του Watt είναι το  $1kW=1000W=10^3W$  και τι  $1MW=1.000.000W=10^6W$ . Για τους κινητήρες των αυτοκινήτων χρησιμοποιείται ως μονάδα ισχύος ο ίππος (1HP). Ισχύει:  $1HP=746W$ .

iii) Για ένα όχημα που κινείται με σταθερή ταχύτητα v η ισχύς του κινητήρα του δίνεται από τη σχέση:  $P = F_{κιν.} \cdot v$

Απόδειξη

$P = \frac{F_{κιν.} \cdot \Delta x}{t} \Rightarrow P = F_{κιν.} \cdot \frac{\Delta x}{t} \Rightarrow P = F_{κιν.} \cdot v$ , αφού  $v = \frac{\Delta x}{t}$ , διότι η κίνηση είναι

ευθύγραμμη ομαλή.