

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα φροντιστήρια «Νέο», έχοντας επιδείξει υψηλό αίσθημα ευθύνης όλα αυτά τα χρόνια στον τομέα της εκπαίδευσης, δημιούργησαν το συγκεκριμένο βοήθημα με σκοπό την εμπέδωση της θεωρίας, αλλά και την εξάσκηση των μαθητών μέσω ασκήσεων. Οι ασκήσεις παρουσιάζουν διαβαθμισμένη δυσκολία, έχοντας ως προτεραιότητα την κατάλληλη προετοιμασία μαθητών της Γ' Γυμνασίου για το μάθημα της Φυσικής.

Με εκτίμηση
Χρήστος Γεωργίου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή.....	5 – 13
Κεφάλαιο 2 – Κινήσεις.....	14 – 24
Κεφάλαιο 3 – Δυνάμεις.....	25 – 56
Κεφάλαιο 4 – Πίεση.....	57 – 77
Κεφάλαιο 5 – Ενέργεια.....	78 – 102

Οι φυσικές επιστήμες και η μεθοδολογία τους

Φαινόμενα: ονομάζονται οι μεταβολές (αλλαγές) που συμβαίνουν στη φύση. Η Φυσική είναι η επιστήμη που ασχολείται με τα φυσικά φαινόμενα.

Φυσικά φαινόμενα: είναι τα φαινόμενα εκείνα στα οποία δεν αλλάζει η σύσταση των σωμάτων που παίρνουν μέρος, Τα Μαθηματικά και το πείραμα συντέλεσαν στην πολύ μεγάλη ανάπτυξη της Φυσικής.

Η επιστημονική μέθοδος:

Τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι:

- **Η παρατήρηση:** προκύπτει μέσα από την παρακολούθηση ενός φαινομένου που συμβαίνει γύρω μας.
- **Η υπόθεση:** πρόκειται για μια πιθανή εξήγηση σε κάποιο από τα δημιουργούνται κατά την παρατήρηση ενός φαινομένου.
- **Το πείραμα:** πρόκειται για τη διαδικασία επανάληψης ενός φαινομένου κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με σκοπό την επαλήθευση ή την απόρριψη μιας υπόθεσης. Σε κάθε πείραμα είναι απαραίτητη η μέτρηση μεγεθών.

Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους

Φυσικά μεγέθη: ονομάζονται τα μεγέθη που μπορούν να μετρηθούν κατά την παρατήρηση ενός φυσικού φαινομένου και χρησιμοποιούνται για την περιγραφή και τη μελέτη του φαινομένου.

Μέτρηση: ονομάζουμε τη διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών. Για να μετρήσουμε ένα φυσικό μέγεθος, το συγκρίνουμε με άλλο ομοειδές, το οποίο ονομάζουμε μονάδα μέτρησης.

Θεμελιώδη: ονομάζονται τα μεγέθη που προκύπτουν άμεσα από τη διαίσθησή μας και δεν ορίζονται με τη βοήθεια άλλων μεγεθών. Οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών ορίζονται συμβατικά και ονομάζονται θεμελιώδεις μονάδες.

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων S. I.

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI, *Système Internationale* ή «Μετρικό Σύστημα») αποτελεί ένα σύστημα έκφρασης συμβατικών μονάδων μέτρησης φυσικών μεγεθών. Το S.I. βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

1. Υπάρχουν 7 θεμελιώδεις μονάδες.
2. Από τις θεμελιώδεις μονάδες προκύπτουν παράγωγες μονάδες από τα γινόμενα και τα πηλίκά τους.
3. Υπάρχει ένα σύνολο πολλαπλασιαστών που μπαίνουν ως προθέματα στις μονάδες.
4. Το σύνολο των θεμελιωδών και των παράγωγων μονάδων του S.I., εκφράζει ποσοτικά τα διαστατά φυσικά μεγέθη

Βασικά θεμελιώδη μεγέθη

A. Το μήκος

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1m (μέτρο)

Όργανο μέτρησης: μεζούρα, χάρακας κ.τ.λ.

Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του μέτρου

Ονομασία Μονάδας	Σύμβολο	Σχέση μετατροπής σε m
Μεγάμετρο	1Mm	$1\text{Mm} = 1.000.000 \text{ m} = 10^6 \text{ m}$
Χιλιόμετρο	1km	$1\text{km} = 1.000\text{m} = 10^3 \text{ m}$
Δεκατόμετρο	1dm	$1\text{dm} = \frac{1}{10}\text{m} = 10^{-1} \text{ m}$
Εκατοστόμετρο	1cm	$1\text{cm} = \frac{1}{100}\text{m} = 10^{-2} \text{ m}$
Χιλιοστόμετρο	1mm	$1\text{mm} = \frac{1}{1000}\text{m} = 10^{-3} \text{ m}$
Μικρόμετρο	1μm	$1\mu\text{m} = \frac{1}{1.000.000}\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

Μεθοδολογία μετατροπής:

$$1\text{km} \xrightarrow{\cdot 1000} 1\text{m} \xrightarrow{\cdot 10} 1\text{dm} \xrightarrow{\cdot 10} 1\text{cm} \xrightarrow{\cdot 10} 1\text{mm}$$

$$1\text{km} \xleftarrow{:1000} 1\text{m} \xleftarrow{:10} 1\text{dm} \xleftarrow{:10} 1\text{cm} \xleftarrow{:10} 1\text{mm}$$

B. Η μάζα

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1kg (κιλό)

Σύμβολο: m

Όργανο μέτρησης: ζυγαριά

Μεθοδολογία μετατροπής:

$$1\text{tn} \xrightarrow{\cdot 1000} 1\text{m} \xrightarrow{\cdot 1000} 1\text{g} \xrightarrow{\cdot 1000} 1\mu\text{g}$$

$$1\text{tn} \xleftarrow{:1000} 1\text{m} \xleftarrow{:1000} 1\text{g} \xleftarrow{:1000} 1\text{mg}$$

$1\text{tn} = 1 \text{ τόνος}$, $1\text{g} = 1\text{ γραμμάριο}$, $1\text{mg} = 1 \text{ χιλιοστογραμμάριο}$

Γ. Ο χρόνος

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1s (second)

Σύμβολο: t

Μεθοδολογία μετατροπής:

$$1\text{day} \xrightarrow{\cdot 24} 1\text{h} \xrightarrow{\cdot 60} 1\text{min} \xrightarrow{\cdot 60} 1\text{s} \xrightarrow{\cdot 1000} 1\text{ms}$$

$$1\text{day} \xleftarrow{:24} 1\text{h} \xleftarrow{:60} 1\text{min} \xleftarrow{:60} 1\text{s} \xleftarrow{:1000} 1\text{ms}$$

$1\text{day} = 1$ ημέρα, $1\text{h} = 1$ ώρα, $1\text{min} = 1$ λεπτό, $1\text{ms} =$ χιλιοστό του δευτερολέπτου

Παράγωγα μεγέθη:

Παράγωγα ονομάζονται τα μεγέθη που ορίζονται με απλές μαθηματικές σχέσεις από τα θεμελιώδη μεγέθη.

Παραδείγματα παραγώγων μεγεθών είναι: το εμβαδόν, ο όγκος, η πυκνότητα κ.τ.λ.

A. Εμβαδόν

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1m^2

Σύμβολο: A

Το εμβαδόν A είναι το φυσικό μέγεθος που χρησιμοποιείται για να καθορίσει την έκταση μιας επιφάνειας. Το τετραγωνικό μέτρο (m^2) ορίζεται ως το εμβαδόν της επιφάνειας ενός τετραγώνου του οποίου η πλευρά είναι ίση με 1m.

Μεθοδολογία μετατροπής:

$$1\text{m}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1\text{dm}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1\text{cm}^2 \xrightarrow{\cdot 100} 1\text{mm}^2$$

$$1\text{m}^2 \xleftarrow{:100} 1\text{dm}^2 \xleftarrow{:100} 1\text{cm}^2 \xleftarrow{:100} 1\text{mm}^2$$

B. Όγκος

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1m^3 (κυβικό μέτρο)

Σύμβολο: V

Μεθοδολογία μετατροπής:

$$1\text{m}^3 \xrightarrow{\cdot 1.000} 1\text{dm}^3 \xrightarrow{\cdot 1.000} 1\text{cm}^3 \xrightarrow{\cdot 1.000} 1\text{mm}^3$$

$$1\text{m}^3 \xleftarrow{: 1.000} 1\text{dm}^3 \xleftarrow{: 1.000} 1\text{cm}^3 \xleftarrow{: 1.000} 1\text{mm}^3$$

Σημείωση: Για τη μέτρηση του όγκου των υγρών χρησιμοποιούμε το 1 λίτρο (1L) και το 1 χιλιοστόλιτρο (1mL). Το 1L (1 λίτρο) ορίζεται ως ο όγκος ενός κύβου του οποίου η κάθε ακμή είναι ίση με 1dm (1 δεκάμετρο).

$$\text{Συνεπώς: } 1\text{L} = 1\text{dm}^3 = \frac{1}{1000} \text{m}^3 = 0,001\text{m}^3$$

$$\text{Ή αλλιώς: } 1\text{m}^3 = 1.000\text{L}$$

$$\text{Όμως ξέρουμε ότι } 1\text{L} = 1000 \text{ ml, άρα } 1\text{m}^3 = 1.000\text{L} = 1.000.000 \text{ ml}$$

Γ. πυκνότητα

Είναι το φυσικό μέγεθος που εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται σε μία μονάδα όγκου.

Σύμβολο: ρ ή d .

Μαθηματική διατύπωση:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Όπου m , η μάζα του σώματος και V ο όγκος του.

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: kg/m^3 .

Άλλες μονάδες: g/cm^3 , kg/L , g/L

Παρατηρήσεις

- Η πυκνότητα ενός σώματος είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα του υλικού από το οποίο αποτελείται το σώμα.
- Σε γενικές γραμμές τα στερεά σώματα έχουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα ενώ τα αέρια τη μικρότερη

Παράδειγμα μετατροπής πυκνότητας:

Πολλές φορές θα χρειαστεί σε ασκήσεις να μετατρέψουμε την πυκνότητα από την μονάδα που θα μας δίνεται στην μονάδα του διεθνούς συστήματος. Πολύ συχνά η πυκνότητα δίνεται σε g/cm^3 . Έστω ένα υλικό πυκνότητας $1,5g/cm^3$.

Θέλουμε: $g/cm^3 \longrightarrow kg/m^3$

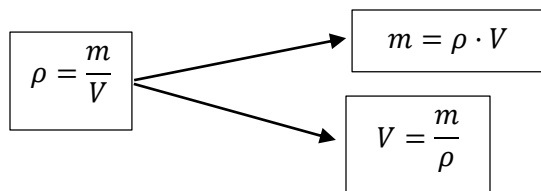
Άρα:

$$1,5 \frac{g}{cm^3} = 1,5 \cdot \frac{\frac{1}{1.000} kg}{\frac{1}{1.000.000} m^3} = 1,5 \cdot \frac{1.000.000 kg}{1.000 m^3} = 1.500 \frac{kg}{m^3}$$

Μπορούμε να κάνουμε και την αντίστροφη διαδικασία:

$$1.500 \frac{kg}{m^3} = 1.500 \cdot \frac{1.000 g}{1.000.000 cm^3} = 1,5 \frac{g}{cm^3}$$

Μεθοδολογία για ασκήσεις:



Πχ. αν $\rho = 1,5 \frac{g}{cm^3}$ και $V = 100cm^3$ τότε:

$$m = \rho \cdot V = 1,5 \frac{g}{cm^3} \cdot 100cm^3 = 150g$$

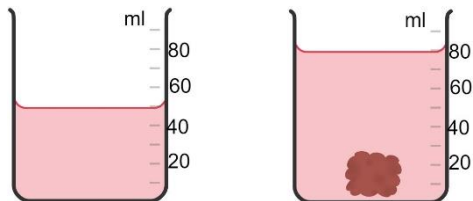
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.
Α. Κάθε ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί λέγεται
Β. Η διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών καλείται
Γ. Το μήκος, ο χρόνος, ο όγκος είναι μεγέθη.
Δ. Στα θεμελιώδη μεγέθη ανήκουν ο, το και η
Ε. Μονάδα μέτρησης του μήκους στο S. I. είναι το το οποίο συμβολίζεται
Στ. Όργανο μέτρησης της μάζας είναι η
2. Ποια από τις παρακάτω μονάδες δεν ανήκει στις θεμελιώδεις;
α. το μέτρο.
β. το γραμμάριο.
γ. το δευτερόλεπτο.
δ. το κιλό.
3. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.
α. το 1m είναι μεγαλύτερο από τα 75cm.
β. το 1dm είναι ίσο με 100cm.
γ. το 1km είναι ίσο με 1000cm.
δ. τα 10mm είναι ίσα με 1cm.
ε. το 1m είναι μεγαλύτερο από τα 7500mm.
4. Ένας καθηγητής ζήτησε από τρεις μαθητές του να μετρήσουν το μήκος του εργαστηριακού τους πάγκου. Οι απαντήσεις που έδωσαν ήταν:
α. Βασίλης: το μήκος είναι 1,8m.
β. Χρήστος: το μήκος είναι ίσο με το μήκος 7 βιβλίων Φυσικής.
γ. Μαρία: το μήκος είναι ίσο με το μήκος 18 μολυβιών.
Ποιος από τους τρεις απάντησε σωστά στην ερώτηση; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
5. Στα παρακάτω ζευγάρια που αναφέρονται σε μήκη να συμπληρώσετε ένα από τα σύμβολα: >, <, =.
α. 2 m 2000 cm.
β. 2 m 2000 mm.
γ. 10 cm 0,1 m.
δ. 10 cm 100 mm.
ε. 0,1 km 1000 m.

6. Στα παρακάτω ζευγάρια που αναφέρονται σε χρονικές διάρκειες να συμπληρώσετε ένα από τα σύμβολα: $>$, $<$, $=$.
- α. 2 min 100 s.
 - β. 2 ημέρες 48 h.
 - γ. 10 min ... $1/10$ h.
 - δ. 30 s 0,3 min.
 - ε. $1/6$ h 10 min.
7. Στα παρακάτω ζευγάρια εμβαδών να συμπληρώσετε ένα από τα σύμβολα $>$, $<$, $=$.
- α. 2 m^2 20000 cm^2 .
 - β. 2 cm^2 $0,002 \text{ m}^2$.
 - γ. 1 cm^2 100 mm^2 .
8. Στα παρακάτω ζευγάρια που αναφέρονται σε μάζες να συμπληρώσετε ένα από τα σύμβολα: $>$, $<$, $=$.
- α. 200 g 2 kg.
 - β. 2 kg 0,0002 tn.
 - γ. 0,5 kg 500 g.
 - δ. 400 g 4 kg.
9. Στα παρακάτω ζευγάρια όγκου να συμπληρώσετε ένα από τα σύμβολα: $>$, $<$, $=$.
- α. 1 m^3 ... 1000 L.
 - β. 20 L ... 200 mL.
 - γ. 2 m^3 ... 2 cm^3 .
 - δ. 2 L ... 2000 mL.
10. Η μάζα ενός ανθρώπου στη Γη είναι 80kg. Η μάζα του ίδιου ανθρώπου στη Σελήνη είναι:
- α. ίση με 80kg.
 - β. μεγαλύτερη από 80kg.
 - γ. μικρότερη από 80kg.
 - δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.
11. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή σχέση και με Λ κάθε λανθασμένη.
- α. 5 g είναι ίσα με 5000kg.
 - β. 3min είναι ίσα με 300s.
 - γ. 120cm είναι ίσα με 12dm.
 - δ. 1h είναι ίση με 120s.
12. Μία σιδερένια ράβδος κόβεται σε τρία ίσα κομμάτια. Η πυκνότητα κάθε κομματιού είναι:
- A. το $1/3$ της αρχικής πυκνότητας.
 - B. τριπλάσια της αρχικής πυκνότητας.
 - Γ. ίδια με την αρχική πυκνότητα.

Δ. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τις πυκνότητες των τριών κομματιών.

- 13.** Δύο ομογενή και συμπαγή σώματα Α και Β είναι φτιαγμένα από το ίδιο υλικό. Αν η μάζα του σώματος Α είναι διπλάσια από τη μάζα του σώματος Β, τότε:
- α. Ο όγκος του σώματος Α είναι διπλάσιος από τον όγκο του σώματος Β.
 - β. Ο όγκος του σώματος Α είναι ο μισός του όγκου του σώματος Β.
 - γ. Τα δύο σώματα έχουν ίσους όγκους.
- 14.** Δύο συμπαγή και ομογενή σώματα Α και Β είναι φτιαγμένα από το ίδιο υλικό και το σώμα Α έχει διπλάσιο όγκο από το σώμα Β. Τότε:
- α. Τα δύο σώματα έχουν ίσες μάζες.
 - β. Η μάζα του σώματος Α είναι διπλάσια από τη μάζα του σώματος Β.
 - γ. Η μάζα του σώματος Α είναι η μισή της μάζας του σώματος Β.
- 1.** Δύο σταθμοί απέχουν 24000m. Ένα λεωφορείο ξεκινάει από τον πρώτο σταθμό και φτάνει στον δεύτερο σταθμό σε χρόνο 6min.
- α) πόση είναι η απόσταση των δύο σταθμών σε km και σε cm;
 - β) πόσος είναι ο χρόνος κίνησης του λεωφορείου μετρημένος σε h και σε s;
- 2.** Οι διαστάσεις μιας αίθουσας είναι $\alpha = 6\text{m}$ και $\beta = 5\text{m}$. Πόσο είναι το εμβαδόν του δαπέδου της αίθουσας σε m^2 και cm^2 ;
- 3.** Σώμα Α έχει μάζα 130g και όγκο 100cm^3 . Να υπολογίσετε την πυκνότητα του. Σώμα Β έχει μάζα 450g έχει όγκο 150cm^3 . Να υπολογίσετε την πυκνότητα του σε kg/m^3 .
- 4.** Εξετάστε αν ένα κόσμημα που ζυγίζει 482,5 g και έχει όγκο 25cm^3 , είναι φτιαγμένο από χρυσό, αν γνωρίζετε ότι η πυκνότητα του χρυσού είναι $\rho = 19,3\text{ g}/\text{cm}^3$.
- 5.** Μία πέτρα ακαθόριστου σχήματος μάζας 75 g βυθίζεται σε χρωματιστό νερό και η στάθμη ανεβαίνει όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Να βρείτε την πυκνότητα της πέτρας σε g/ml και kg/m^3 .



6. Ένα κομμάτι χάλυβα έχει όγκο 40cm^3 και μάζα 300g .
- A. Να υπολογίσετε την πυκνότητα του χάλυβα.
- B. Να συγκρίνετε τη μάζα του κομματιού του χάλυβα με τη μάζα ενός κομματιού σιδήρου που έχει όγκο 40cm^3 και πυκνότητα $7,8\text{g/cm}^3$.

Κεφάλαιο 2^ο - κινήσεις

Ερμηνεία και ορισμός της κίνησης

Στην καθημερινή μας ζωή παρατηρούμε συνεχώς το φαινόμενο της κίνησης. Μπορείτε να δώσετε παραδείγματα;

Για την φυσική, η κίνηση είναι χαρακτηριστική ιδιότητα της ύλης και εμφανίζεται από τους μακρινούς γαλαξίες (μακρόκοσμος), μέχρι το εσωτερικό των ατόμων (μικρόκοσμος). Όπως θα δούμε και στην συνέχεια, όταν ένα σώμα κινείται στην ουσία αλλάζει συνεχώς την θέση του σχετικά με ένα άλλο σώμα το οποίο θεωρείται παρατηρητής της κίνησης.

Για να περιγράψουμε με ακρίβεια μία κίνηση, χρησιμοποιούμε τη «γλώσσα» των μαθηματικών, δηλαδή:

- Τα διάφορα φυσικά μεγέθη (θέση, μετατόπιση, χρονικό διάστημα, ταχύτητα), τα οποία παριστάνονται με σύμβολα και συνδέονται μεταξύ τους μέσω εξισώσεων.
- Κατασκευάζουμε γραφικές παραστάσεις που ονομάζονται διαγράμματα, τα οποία δείχνουν πως τα διάφορα φυσικά μεγέθη μεταβάλλονται.

Παραδοχές:

- 1) Θα ασχοληθούμε μόνο με τον κλάδο της κινηματικής, χωρίς να μας απασχολούν τα αίτια που προκαλούν την κίνηση.
- 2) Οι κινήσεις που θα μελετήσουμε θα είναι αποκλειστικά ευθύγραμμες, δηλαδή θα γίνονται πάνω σε μία ευθεία γραμμή.
- 3) Κάθε σώμα θα θεωρείται υλικό σημείο, δηλαδή δεν θα μας απασχολούν οι διαστάσεις του. **Ως υλικό σημείο μπορούμε να θεωρήσουμε κάθε σώμα του οποίου οι διαστάσεις είναι πολύ μικρότερες (αμελητέες) από τις άλλες διαστάσεις που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φαινομένου.**

Συνεπώς δεν θα μας απασχολεί αν μελετάμε την κίνηση ενός ανθρώπου, ενός αυτοκινήτου ή ακόμη και ενός ελέφαντα, καθώς όλα θα αντιμετωπίζονται ως υλικά σημεία.

Η έννοια της τροχιάς:

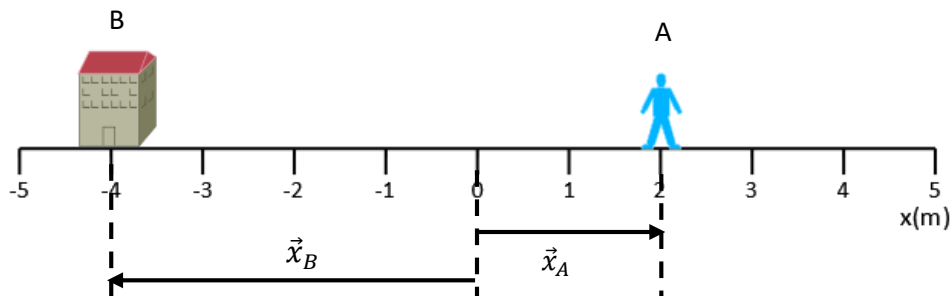
Κάθε κινούμενο σώμα περνάει από ένα σύνολο διαδοχικών θέσεων οι οποίες βρίσκονται πάνω σε μία συνεχή γραμμή. Την γραμμή αυτή την ονομάζουμε τροχιά. Στην φύση η τροχιά μίας κίνησης μπορεί να είναι ευθύγραμμη ή καμπυλόγραμμη. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, θα μελετήσουμε μόνο ευθύγραμμες κινήσεις.

Η έννοια της θέσης – περιγραφή της κίνησης.

Η θέση ενός σώματος μας δείχνει που βρίσκεται το εκάστοτε σώμα κάθε χρονική στιγμή, κατά τη διάρκεια μίας κίνησης. Πως όμως μπορούμε να την προσδιορίσουμε ακριβώς; Αρχικά τοποθετούμε μία **κλίμακα** (πχ. μετροταινία) στον ευθύγραμμο δρόμο που γίνεται η κίνηση. Πάνω στην κλίμακα επιλέγουμε ένα σημείο O στο οποίο αντιστοιχούμε τον αριθμό 0 . Πλέον η θέση οποιουδήποτε σώματος θα καθορίζεται με βάση αυτό το σημείο, το οποίο ονομάζεται **σημείο αναφοράς**.

Εφόσον βρισκόμαστε σε ευθύγραμμη κλίμακα οι πιθανές θέσεις ενός σώματος θα είναι είτε δεξιά είτε αριστερά από το σημείο αναφοράς. Ωστόσο επειδή οι όροι «δεξιά» και «αριστερά» δεν μας εξυπηρετούν πάντα, θα χρησιμοποιούμε από τα μαθηματικά τα πρόσημα $+$ και $-$. Δηλαδή κάθε θέση που βρίσκεται δεξιά από το σημείο αναφοράς ορίζεται θετική ($+$), ενώ κάθε θέση που βρίσκεται αριστερά από το σημείο αναφοράς ορίζεται αρνητική ($-$). Οι ορισμοί αυτοί ισχύουν γενικότερα για το φαινόμενο της κίνησης, δηλαδή όποτε ένα σώμα κινείται προς τα δεξιά θα λέμε ότι κινείται προς την θετική κατεύθυνση, ενώ όποτε κινείται προς τα αριστερά θα λέμε ότι κινείται προς την αριστερή κατεύθυνση.

Παράδειγμα



Στο παραπάνω σχήμα μπορούμε να προσδιορίσουμε την θέση του ανθρώπου και της πολυκατοικίας. Επιλέγοντας ως σημείο αναφοράς το μηδέν (0), έχουμε ότι: $\chi_A = +2 \text{ m}$ και $\chi_B = -4 \text{ m}$.

Παρατηρήσεις:

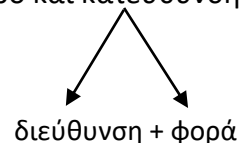
1. Ο προσδιορισμός της θέσης γίνεται πάντα σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς.
2. Η επιλογή του σημείου αναφοράς δεν είναι μοναδική. Αν στο παράδειγμα επιλέγαμε διαφορετικό σημείο αναφοράς, θα άλλαζαν ανάλογα και οι θέσεις των σωμάτων.
3. Αν κάποια χρονική στιγμή η θέση ενός σώματος ταυτίζεται με το σημείο αναφοράς, έχουμε ότι $\chi_o = 0 \text{ m}$.
4. Πρέπει πάντα να προσέχουμε την μονάδα μέτρησης που δίνεται από την κλίμακα.

Αν τώρα θέλουμε να προσδιορίσουμε την απόσταση δύο σωμάτων, αρκεί να μετρήσουμε το μήκος μεταξύ τους χωρίς να μας ενδιαφέρει η κατεύθυνση. Συμβολίζοντας την απόσταση με το αγγλικό γράμμα d , μπορούμε να πούμε ότι η απόσταση μεταξύ του ανθρώπου και της πολυκατοικίας είναι $d_{AB} = 6 \text{ m}$.

Ο λόγος για τον οποίο τα δύο μεγέθη έχουν διαφορετικές ανάγκες ώστε να προσδιοριστούν είναι ότι η θέση είναι **διανυσματικό** φυσικό μέγεθος, ενώ η απόσταση **μονόμετρο**.

Μονόμετρα μεγέθη → προσδιορίζονται μόνο από έναν αριθμό (το μέτρο τους).

Διανυσματικά μεγέθη → ο προσδιορισμός τους απαιτεί μέτρο και κατεύθυνση.



Χρονική στιγμή

Σύμβολο: t

Γενικά, η ένδειξη ενός χρονομέτρου ονομάζεται χρονική στιγμή. Για το κεφάλαιο των κινήσεων η χρονική στιγμή μας δείχνει **πότε** ένα σώμα βρίσκεται σε μία συγκεκριμένη θέση.

Χρονικό διάστημα

Σύμβολο: Δt

Το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ δύο χρονικών στιγμών t_1 και t_2 :

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι το χρονικό διάστημα απαντά στην ερώτηση **για πόσο** χρόνο διήρκεσε ένα φαινόμενο.

Μετατόπιση

Σύμβολο: $\Delta \vec{x}$

Μετατόπιση ενός κινούμενου σώματος ονομάζεται η μεταβολή της θέσης. Όπως και η θέση, η μετατόπιση είναι ένα διανυσματικό μέγεθος.

Αν λοιπόν εμείς ξέρουμε την θέση $\vec{x}_1$ ενός σώματος την χρονική στιγμή t_1 και την θέση $\vec{x}_2$, την χρονική στιγμή t_2 , τότε μπορούμε να υπολογίσουμε την μετατόπιση $\Delta \vec{x}$ στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1$ από τον την μαθηματική σχέση:

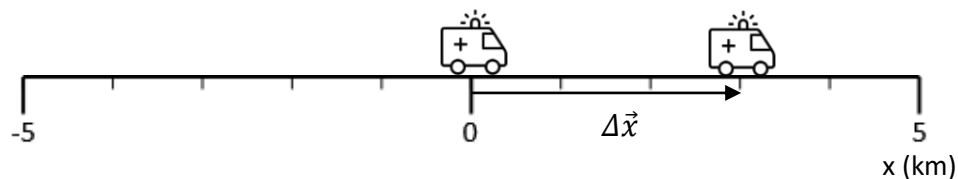
$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$

Μήκος διαδρομής:

Ως μήκος διαδρομής s ορίζουμε το διάστημα σε m που διάνυσε ένα σώμα. Οι τιμές του s είναι πάντα θετικές.

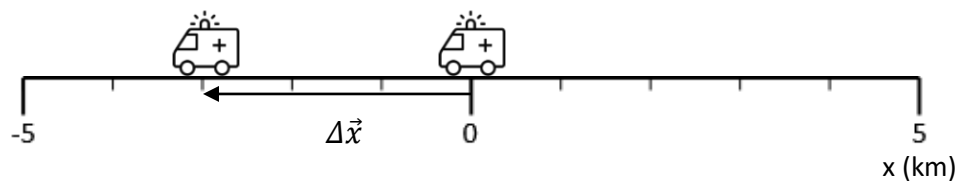
Παραδείγματα:

1. Έστω ένα ασθενοφόρο, το οποίο κινείται όπως στο παρακάτω σχήμα:



Για να βρούμε την μετατόπιση έχουμε: $\Delta x = (+3 \text{ m}) - (0 \text{ m}) = +3 \text{ m}$

2. Έστω τώρα ότι το ασθενοφόρο του προηγούμενου σχήματος κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση:



Η κίνηση γίνεται προς την αντίθετη κατεύθυνση: $\Delta x = (+3 \text{ m}) - (0 \text{ m}) = +3 \text{ m}$

Παρατηρήσεις:

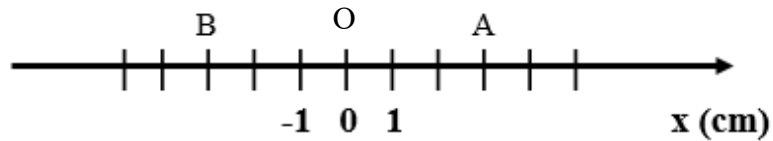
- I) Η μετατόπιση μπορεί να είναι είτε θετική είτε αρνητική σε μία ευθύγραμμη κίνηση. Το πρόσημο καθορίζει την **φορά** της κίνησης, ενώ η αριθμητική τιμή καθορίζει το **μέτρο**.
- II) Για τον υπολογισμό της μετατόπισης δεν λαμβάνουμε υπ' όψη τις ενδιάμεσες θέσεις από τις οποίες διέρχεται το σώμα, παρά μόνο την αρχική και την τελική θέση.
- III) Αν η μετατόπιση είναι μηδέν, αυτό σημαίνει είτε ότι το σώμα δεν κουνήθηκε, είτε ότι η αρχική του θέση ταυτίζεται με την τελική.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

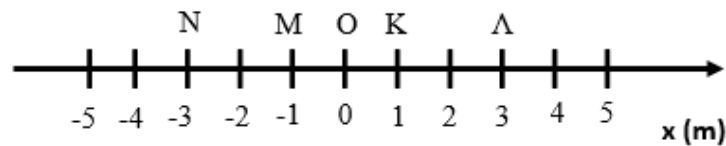
1. Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.
 - α) Υλικό σημείο ονομάζεται κάθε σώμα, όταν έχει διαστάσεις σε σχέση με τις που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή του.
 - β) Αν ενώσουμε όλες τις διαδοχικές θέσεις από τις οποίες περνάει ένα σώμα που κινείται, σχηματίζεται μία γραμμή. Η γραμμή αυτή λέγεται του σώματος.
 - γ) Μονόμετρα λέγονται τα μεγέθη που προσδιορίζονται πλήρως από το τους.
 - δ) Διανυσματικά λέγονται τα μεγέθη που προσδιορίζονται πλήρως όταν γνωρίζουμε το , τη και τη τους.
2. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.
 - α. Η θέση ενός σώματος αναφέρεται πάντα σε κάποια χρονική στιγμή
 - β. Η μετατόπιση ενός σώματος αναφέρεται πάντα σε κάποιο χρονικό διάστημα.
 - γ. Η μετατόπιση δεν μπορεί να πάρει την τιμή μηδέν.
 - δ. Το χρονικό διάστημα μπορεί να πάρει αρνητικές τιμές.
 - ε. Η θέση είναι διανυσματικό μέγεθος, ενώ η μετατόπιση όχι.
 - στ. Η επιλογή του σημείου αναφοράς σε μία κλίμακα είναι μοναδική.
 - ζ. Η μάζα είναι διανυσματικό μέγεθος.
3. Ένα αυτοκίνητο που κινείται ευθύγραμμα βρίσκεται κάποια χρονική στιγμή στη θέση -12m . Αν το αυτοκίνητο μετακινηθεί κατά 30m τότε η τελική του θέση θα είναι:
 - α. $+32\text{ m}$
 - β. $+18\text{ m}$
 - γ. -7 m
 - δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.
4. Ένα ταξί κινείται ευθύγραμμα από την αφετηρία του για 30 m και επιστρέφει στην αφετηρία του από τον ίδιο δρόμο με την όπισθεν. Επιλέξτε τις σωστές απαντήσεις.
 - α. Η συνολική του μετατόπιση είναι 60 m .
 - β. Η συνολική του μετατόπιση είναι 0m .
 - γ. Το συνολικό διάστημα είναι 60 m .
 - δ. Καμία απάντηση δεν είναι σωστή.
5. Δύο σημεία Α, Β απέχουν μεταξύ τους 20 m . Ένα σώμα εκτελεί την πορεία $A \rightarrow B \rightarrow A$ πέντε φορές. Στην πορεία αυτή:
 - α. Η μετατόπιση είναι μηδέν.
 - β. Η μετατόπιση είναι 200 m .
 - γ. Το διάστημα είναι μηδέν.
 - δ. Δεν ισχύει τίποτα από τα παραπάνω.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Στο παρακάτω σχήμα ένα σώμα εκτελεί την κίνηση $O \rightarrow A \rightarrow B$. Να συμπληρώσετε την κλίμακα και στη συνέχεια να υπολογίσετε το διάστημα και την μετατόπιση της κίνησης αυτής.



2. Οι θέσεις τριών στάσεων ενός λεωφορείου πάνω σε έναν άξονα είναι $x_1 = +5 \text{ m}$, $x_2 = -3 \text{ m}$ και $x_3 = -5 \text{ m}$ αντίστοιχα.
- α. Πόση είναι η απόσταση μεταξύ των x_1 και x_2 ;
 - β. Πόση είναι η απόσταση μεταξύ των x_1 και x_3 ;
 - γ. Πόση είναι η απόσταση μεταξύ των x_2 και x_3 ;
3. Να βρείτε το διάστημα και την μετατόπιση στις παρακάτω πορείες:



- α. $N \rightarrow \Lambda$
- β. $M \rightarrow K \rightarrow M$
- γ. $\Lambda \rightarrow M \rightarrow K$
- δ. $M \rightarrow N$
- ε. $M \rightarrow N \rightarrow \Lambda$

Η έννοια της ταχύτητας

Στην καθημερινότητά μας χρησιμοποιούμε την έννοια της ταχύτητας με σκοπό να εξετάσουμε πόσο γρήγορα ή πόσο αργά κινείται ένα σώμα.

Αν συγκρίναμε για παράδειγμα την κίνηση δύο σωμάτων θα καταλήγαμε στο συμπέρασμα ότι ταχύτερο είναι εκείνο το σώμα που, στον ίδιο χρόνο, διανύει μεγαλύτερη απόσταση.

Λέξεις κλειδιά: μήκος της διαδρομής, χρονικό διάστημα.

Μέση ταχύτητα

Ως μέση ταχύτητα v_{μ} ορίζουμε το πηλίκο του μήκους της διαδρομής s που διανύει ένα κινητό σε ορισμένο χρόνο Δt προς τον χρόνο αυτό.

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

Μονάδα μέτρησης της μέσης ταχύτητας στο S.I. είναι το 1 m/s.

Άλλες μονάδες: 1 km/h, 1mi/h, 1cm/h κτλ.

Στιγμιαία ταχύτητα

Η ταχύτητα ενός κινητού σε μία ορισμένη χρονική στιγμή ονομάζεται στιγμιαία ταχύτητα. Οι μονάδες μέτρησης της στιγμιαίας και της μέσης ταχύτητας ταυτίζονται.

Παρατηρήσεις:

- I) Η στιγμιαία ταχύτητα σε μία διαδρομή $\rho\chi$ με το αυτοκίνητο ταυτίζεται με την ένδειξη του ταχύμετρου (κοντέρ). Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι η στιγμιαία ταχύτητα δεν παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια μίας κίνησης.
- II) Η μέση ταχύτητα αναφέρεται στη συνολική διαδρομή και δεν μας δίνει πληροφορίες για την μεταβολή της ταχύτητας κάθε χρονική στιγμή.
- III) Αν και η ταχύτητα γενικά είναι διανυσματικό μέγεθος, η μέση και η στιγμιαία ταχύτητα αντιμετωπίζονται ως μονόμετρα μεγέθη. Μπορούμε πάλι με την χρήση του κατάλληλου πρόσημου να προσδιορίσουμε την φορά κίνησης.

Μεθοδολογία για ασκήσεις – λυμένα παραδείγματα

1. Έστω ένα σώμα Α το οποίο κινείται με ταχύτητα μέτρου 72 km/h και ένα σώμα Β, το οποίο κινείται με ταχύτητα μέτρου 30 m/s. Να εξετάσετε ποιο σώμα κινείται πιο γρήγορα.

Λύση: Για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τις δύο ταχύτητες θα πρέπει να τις εκφράσουμε στις ίδιες μονάδες μέτρησης.

Αρχικά θα εκφράσουμε και τις δύο ταχύτητες σε m/s

Σώμα Α:

$$v_A = 72 \text{ km/h} = 72 \cdot \frac{1000 \text{ km}}{3600 \text{ h}} = \frac{720 \text{ m}}{36 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

Σώμα Β:

$$v_B = 30 \text{ m/s}$$

Άρα $v_B > v_A$.

Μπορούμε τώρα να κάνουμε την **αντίστροφη** διαδικασία μετατρέποντας την ταχύτητα του σώματος Β σε km/h.

$$v_B = 30 \text{ m/s} = 30 \cdot \frac{\frac{1}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 30 \cdot \frac{3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 108 \text{ km/h}$$

Προκύπτει, προφανώς, ξανά ότι $v_B > v_A$.

2. Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από την Αθήνα στις 6.00 π.μ. και φτάνει στην Θεσσαλονίκη στις 11.00 π.μ. Αν γνωρίζετε ότι η απόσταση Αθήνας – Θεσσαλονίκης είναι 514 km, πόση είναι η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου;

Λύση: Το χρονικό διάστημα της κίνησης είναι $\Delta t = 11:00 - 6:00 = 5 \text{ h}$

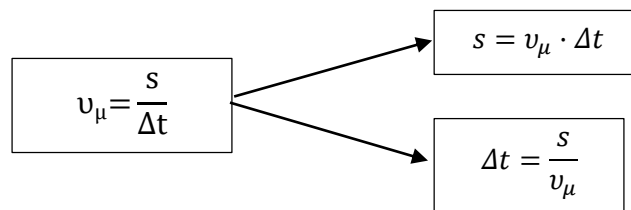
Επίσης το μήκος της διαδρομής μας δίνεται $s = 514 \text{ km}$

Συνεπώς έχουμε:

$$v_\mu = \frac{s}{\Delta t} = \frac{514 \text{ km}}{5 \text{ h}} = 102,8 \text{ km/h}$$

3. Αν σε κάποια άσκηση ζητείται είτε το μήκος διαδρομής είτε το χρονικό διάστημα, λύνουμε ως προς τον αντίστοιχο άγνωστο.

Δηλαδή:

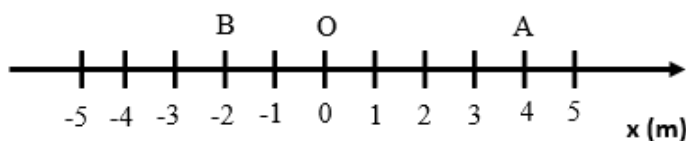


ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.
 - α. Το φυσικό μέγεθος που μας δείχνει πόσο αργά ή γρήγορα κινείται ένα σώμα είναι η
 - β. Η ταχύτητα συνδέεται με δύο μεγέθη: το της διαδρομής και τον
 - γ. Μέση ταχύτητα v_{μ} ονομάζεται το του μήκους της που διανύει ένα σώμα σε κάποιο διάστημα προς αυτό το
 - δ. Η ταχύτητα ενός σώματος σε μία ορισμένη χρονική λέγεται ταχύτητα.
 - ε. Μονάδα μέτρησης της ταχύτητας στο S. I. είναι το 1
2. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.
 - α. Η ταχύτητα είναι το φυσικό μέγεθος το οποίο εκφράζει πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα.
 - β. Για να υπολογίσουμε τη μέση ταχύτητα ενός σώματος χρειάζεται να ξέρουμε μόνο πόση είναι η μετατόπισή του.
 - γ. Το κοντέρ ενός αυτοκινήτου μας δείχνει τη μέση ταχύτητα με την οποία κινείται.
 - δ. Η ταχύτητα ενός σώματος είναι ανάλογη του χρόνου κίνησής του.
 - στ. Η μέση ταχύτητα ταυτίζεται με την στιγμιαία.
3. Από τις παρακάτω τιμές ταχυτήτων ποια είναι η μεγαλύτερη;
α. $v_1 = 72 \text{ km/h}$ β. $v_2 = 25 \text{ m/s}$ γ. $v_3 = 600 \text{ m/min}$
4. Ένα αυτοκίνητο κινείται πάνω σε έναν άξονα. Τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{s}$ βρίσκεται στη θέση $x_1=6\text{m}$ και τη χρονική στιγμή $t_2=4\text{s}$ βρίσκεται στη θέση $x_2=10\text{m}$. Η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι:
 - α. 0 m/s
 - β. 2 m/s
 - γ. $3,5 \text{ m/s}$
 - δ. 4 m/s

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Ένα αυτοκίνητο ξεκινάει από την Αθήνα για τη Πάτρα που απέχει 210km. Το ταξίδι διαρκεί 3 h. Ποια είναι η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου ;
2. Η μέση ταχύτητα ενός αυτοκινήτου είναι $u=20 \text{ m/s}$.
Α) πόση απόσταση θα έχει διανύσει το αυτοκίνητο σε 2 ώρες ;
Β) σε πόσο χρόνο θα έχει διανύσει απόσταση $x= 2000 \text{ m}$;
3. Η μέση ταχύτητα ενός δρομέα των 10000m είναι $u=4\text{m/s}$. Να βρείτε σε πόσο χρόνο θα τερματίσει ;
4. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 3\text{sec}$, ένα σώμα βρίσκεται στη θέση $x_1 = 20\text{m}$ και τη χρονική στιγμή $t_2 = 8\text{sec}$, το ίδιο σώμα βρίσκεται στη θέση $x_2 = 30\text{m}$. Να υπολογίσετε :
Α) την απόσταση των δύο θέσεων του σώματος
Β) τη χρονική διάρκεια της κίνησης
Γ) τη μέση ταχύτητα του σώματος
5. Ένα σώμα κινείται πάνω στον άξονα του σχήματος. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0\text{s}$ βρίσκεται στην θέση Α, ενώ τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{s}$ βρίσκεται στη θέση Β. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητά του.



6. Να συμπληρώσετε τα κενά των προτάσεων που ακολουθούν.
α. $144\text{km/h} = \dots\dots\dots\text{m/s}$
β. $8\text{m/s} = \dots\dots\dots\text{km/h}$
γ. $500\text{cm/s} = \dots\dots\dots\text{m/s}$
δ. $600\text{m/min} = \dots\dots\dots\text{m/s}$
7. Ένας μαθητής πήγε από το σπίτι του στο σχολείο και επέστρεψε μέσα σε 10 min. Αν η απόσταση σχολείο – σπίτι είναι 600 m, ποια ήταν η μέση ταχύτητα του μαθητή.
8. Ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα . Να συμπληρώσετε το παρακάτω πίνακα :

Χρόνος (sec)	Διάστημα (m)	Ταχύτητα (m/s)
5	30	
13		
	90	

9. Ένας δρομέας κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο κινούμενος με σταθερή ταχύτητα. Αν τη χρονική στιγμή $t = 6\text{s}$, βρίσκεται στη θέση $x = 18\text{m}$, να υπολογίσετε :
- α) τη ταχύτητα του δρομέα
 - β) τη θέση του δρομέα τη χρονική στιγμή $t = 30\text{s}$
 - γ) πότε ο δρομέας θα έχει διανύσει 600m ;

Η έννοια της δύναμης

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μελετήσαμε το φαινόμενο της κίνησης χωρίς να δίνουμε βάση στο αίτιο που το προκαλεί. Για να καταλάβουμε τα αίτια της κίνησης θα πρέπει να μελετήσουμε πως ένα σώμα επηρεάζει την κίνηση ενός άλλου, μέσω της **αλληλεπίδρασής** τους.

Φυσικό μέγεθος: Δύναμη

Δύναμη είναι το αίτιο που μεταβάλλει την ταχύτητα των σωμάτων ή τα παραμορφώνει.

Σύμβολο: $\vec{F}$.

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1 N (Newton).

Παραδείγματα

A) Μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος:

- Ένας τερματοφύλακας αποκρούει την μπάλα και της αλλάζει κατεύθυνση.
- Αν αφήσουμε μια πέτρα να πέσει από κάποιο ύψος, αυτή θα σταματήσει από την δύναμη που θα της ασκήσει το έδαφος.

B) Παραμόρφωση ενός σώματος:

- Ασκούμε δύναμη σε μία πλαστελίνη με σκοπό να της δώσουμε το σχήμα που θέλουμε.
- Τεντώνουμε ένα ελατήριο με αποτέλεσμα αυτό να παραμορφώνεται.

Πολλές φορές μία δύναμη μπορεί να προκαλέσει και τα δύο αποτελέσματα ταυτόχρονα. Για παράδειγμα ένα αυτοκίνητο που προσκρούει σε έναν τοίχο παραμορφώνεται ενώ ταυτόχρονα ακινητοποιείται.

Δύναμη και αλληλεπίδραση:

Για να καταλάβουμε τι σημαίνει αλληλεπίδραση δύο σωμάτων μπορούμε να μελετήσουμε το παράδειγμα στο οποίο ένας τερματοφύλακας αποκρούει την μπάλα με σκοπό να αποτρέψει το γκολ. Καθώς ο τερματοφύλακας ασκεί δύναμη στην μπάλα, της αλλάζει ταχύτητα. Παράλληλα όμως ο αθλητής αισθάνεται και πόνο στο χέρι του. Έτσι καταλαβαίνουμε ότι και η μπάλα με τη σειρά της άσκησε δύναμη στο χέρι του αθλητή. Δύο σώματα λοιπόν θα λέμε ότι αλληλοεπιδρούν όταν ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο. Στην φύση **δεν** υπάρχουν σώματα που μόνο ασκούν ή μόνο δέχονται δυνάμεις.



Κατηγορίες δυνάμεων:

Οι δυνάμεις κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: α. Δυνάμεις που ασκούνται κατά την επαφή (δυνάμεις επαφής) και β. Δυνάμεις που ασκούνται από απόσταση.

A. Δυνάμεις επαφής:

- Χαρακτηρίζονται οι δυνάμεις οι οποίες ασκούνται μεταξύ σωμάτων τα οποία βρίσκονται σε επαφή.

Παραδείγματα:

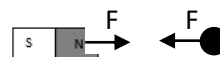
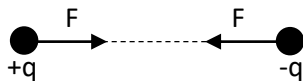
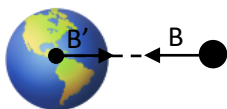
1. Η δύναμη της τριβής.
2. Η τάση του νήματος.
3. Οι δυνάμεις του ελατηρίου.

B. Δυνάμεις από απόσταση:

- Είναι οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ δύο σωμάτων, όταν αυτά δεν βρίσκονται σε επαφή αλλά αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

Παραδείγματα:

1. Η βαρυτική δύναμη.
2. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις.
3. Οι μαγνητικές δυνάμεις.



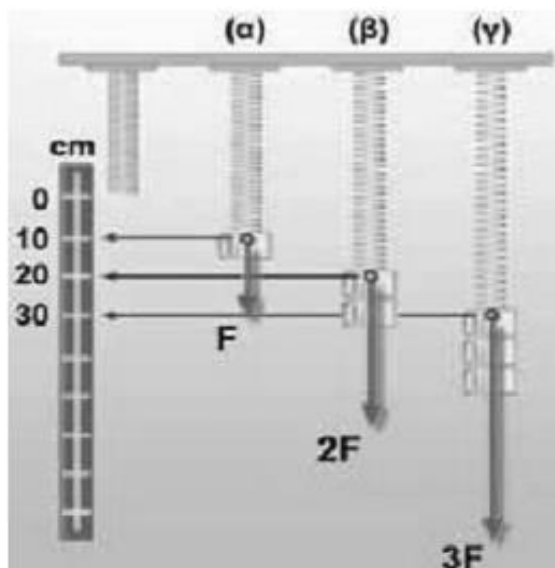
Παρατηρήσεις:

- Οι δυνάμεις μεταξύ των δυνάμεων είναι είτε ελκτικές, είτε απωστικές.
- Σε ένα σώμα είναι δυνατόν να ασκούνται ταυτόχρονα και απωστικές και ελκτικές δυνάμεις.

Πώς μετράμε μία δύναμη;

Για να μετρήσουμε μία δύναμη θα πρέπει να μετρήσουμε την παραμόρφωση ενός σώματος, ή την μεταβολή που προκαλεί στην ταχύτητά του. Στην πράξη όμως είναι πιο εύκολο να μετρήσουμε την παραμόρφωση ενός σώματος και συγκεκριμένα ενός ελατηρίου.

Τι παρατηρείτε στην παρακάτω εικόνα;



Απάντηση: Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκούμε στο ελατήριο, τόσο περισσότερο αυτό επιμηκώνεται.

Την παραπάνω παρατήρηση έκανε ο Άγγλος φυσικός Ρόμπερτ Χουκ τον 17^ο αιώνα μ.Χ. διατυπώνοντας την παρακάτω πρόταση, η οποία είναι γνωστή ως ο νόμος του Χουκ:

Η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σε αυτό.

Ο παραπάνω νόμος ισχύει για όλες τις ελαστικές παραμορφώσεις, δηλαδή εκείνες στις οποίες όταν πάψει να ενεργεί η δύναμη τα σώματα επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση. Τέλος εκμεταλλευόμαστε την παραπάνω ιδιότητα των ελατηρίων για την κατασκευή των οργάνων που μετράνε μία δύναμη, των δυναμόμετρων.

Ο διανυσματικός χαρακτήρας της δύναμης

Τόσο η μεταβολή της ταχύτητας, όσο και η παραμόρφωση ενός σώματος εξαρτιούνται από το μέτρο αλλά και την **κατεύθυνση** μιας δύναμης. Συνεπώς η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος, οπότε για τον πλήρη προσδιορισμό της χρειαζόμαστε μέτρο, διεύθυνση και φορά. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε ότι όταν βρίσκουμε το μέτρο μίας δύναμης, θα πρέπει και να την σχεδιάζουμε.

Σχεδιασμός δύναμης:

Η δύναμη είναι ένα διανυσματικό μέγεθος και για να την προσδιορίσουμε πλήρως δεν αρκεί να βρούμε μόνο το μέτρο της, αλλά θα πρέπει και να την σχεδιάσουμε με ένα βέλος-διάνυσμα.

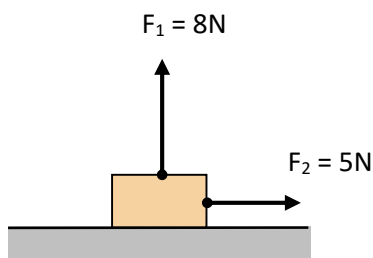
A. το μήκος του βέλους είναι ανάλογο του μέτρου της δύναμης.

B. η ευθεία πάνω στην οποία βρίσκεται το διάνυσμα είναι η διεύθυνση της δύναμης.

Γ. η φορά της δύναμης ταυτίζεται με την φορά του βέλους.

Δ. η αρχή του βέλους μας δείχνει το σημείο στο οποίο ασκείται η δύναμη(σημείο εφαρμογής).

Ωστόσο μπορούμε να έχουμε και ως σημείο εφαρμογής το κέντρο μάζας του σώματος.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε στα κενά τις λέξεις που λείπουν.

α. Δύο σώματα ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο. Λέμε, τότε, ότι τα σώματα

.....

β. Η δύναμη είναι μέγεθος. Η μονάδα της στο S.I. είναι το 1

..... . Όργανο μέτρησης της δύναμης είναι το

γ. Οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ δύο σωμάτων που δεν βρίσκονται σε επαφή είναι δυνάμεις από

δ. Οι δυνάμεις βαρύτητας είναι δυνάμεις από

ε. Οι επιμηκύνσεις που προκαλούνται στα ελατήρια είναι με τις δυνάμεις που τις προκαλούν.

στ. είναι η αιτία που προκαλεί την παραμόρφωση των σωμάτων ή που μεταβάλλει την

2. Να σημειώσετε με Σ τις σωστές και με Λ τις λανθασμένες προτάσεις.

α. Υπάρχουν σώματα που μόνο ασκούν δυνάμεις.

β. Οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται πάντα ανά ζεύγη.

γ. Όταν ακουμπώ το χέρι μου στο τραπέζι, ασκώ δύναμη στο τραπέζι, χωρίς να δέχομαι δύναμη απ' αυτό.

δ. Η δύναμη είναι μονόμετρο μέγεθος.

- ε. Μονάδα δύναμης στο S.I. είναι το 1 kg.
 στ. Οι δυνάμεις μεταξύ μαγνητών είναι πάντοτε δυνάμεις επαφής.
 ζ. Δυνάμεις μεταξύ δύο σωμάτων έχουμε μόνο, όταν τα σώματα βρίσκονται σε επαφή.

3. Να κάνετε τις σωστές αντιστοιχίσεις.

- α. Τριβή.
 β. Βαρυτική δύναμη.
 γ. Δύναμη μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων.
 δ. Δύναμη που ασκεί τεντωμένο ελατήριο.
 ε. Δύναμη που ασκεί το υγρό στον πυθμένα του δοχείου που το περιέχει.
- I) Δύναμη επαφής.
 II) Δύναμη από απόσταση.

4. Να σχεδιάσετε δύο δυνάμεις που:

- α) έχουν την ίδια φορά.
 β) έχουν την ίδια διεύθυνση, αλλά αντίθετη φορά.
 γ) είναι κάθετες.

5. Για ένα ελατήριο γνωρίζουμε ότι δύναμή ίση με 5N του προκαλεί παραμόρφωση 0,2cm. Η παραμόρφωση που προκαλεί στο ίδιο ελατήριο δύναμη μέτρου 20N είναι:

- α. 0,8cm
 β. 4cm
 γ. 5cm
 δ. 8cm

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΛΥΣΗ

1. Μία δύναμη $F_1=20\text{N}$ όταν ασκηθεί σε άκρο ελατηρίου προκαλεί επιμήκυνση σε αυτό $x_1=2\text{cm}$.

- α) Αν στο ίδιο ελατήριο ασκηθεί δύναμη $F_2=40\text{N}$ ποια επιμήκυνση θα προκαλέσει;
 β) Ποια δύναμη πρέπει να ασκηθεί στο ελατήριο για να προκαλέσει επιμήκυνση $x_3 = 3,5\text{ cm}$.

2. Να συμπληρώσετε τον πίνακα και στη συνέχεια να κάνετε το διάγραμμα δύναμης - επιμήκυνσης :

Δύναμη (N)	5	12		24
Επιμήκυνση (cm)		6	9	

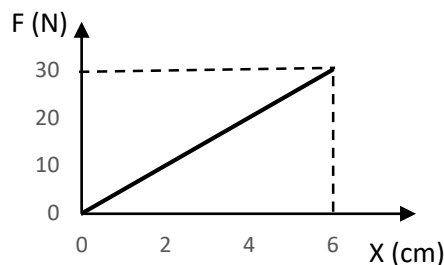
3. Η επιμήκυνση ενός ελατηρίου σε συνάρτηση με τη δύναμη που

ασκείται σε αυτό φαίνεται στο διάγραμμα.

α) Πόση δύναμη πρέπει να ασκήσουμε στο ελατήριο ώστε να

επιμηκυνθεί 1,8cm;

β) Πόση είναι η επιμήκυνση του ελατηρίου όταν ασκηθεί σε αυτό δύναμη 18 N;



4. Όταν σ' ένα ελατήριο ασκήσουμε δύναμη F αυτό επιμηκύνεται κατά 16 cm. Πόσο θα επιμηκυνθεί το ελατήριο αν του ασκήσουμε δύναμη $\frac{5}{4} F$;

Δύο σημαντικές δυνάμεις στον κόσμο

A. Βαρυτική δύναμη ή βάρος:

Στην Γη παρατηρούμε πως όλα τα σώματα που έχουν μάζα, όταν αφήνονται από κάποιο ύψος πέφτουν στο έδαφος με ταχύτητα η οποία μεταβάλλεται. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τους ασκείται μία δύναμη.

Ποια είναι όμως αυτή η δύναμη και από που προέρχεται;

Την απάντηση την έδωσε ο Νεύτωνας, ο οποίος βλέποντας ένα μήλο να πέφτει, υπέθεσε ότι υπάρχει μία δύναμη που ασκείται από την Γη στο μήλο. Η δύναμη ονομάστηκε βάρος του σώματος ή βαρυτική δύναμη.

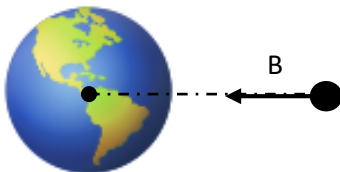
Σύμβολο: w ή B .

Μονάδα μέτρησης: 1 Newton

Ορισμός: Βαρυτική δύναμη ονομάζεται η δύναμη που ασκείται από την Γη σε όλα τα σώματα που βρίσκονται στην επιφάνειά της ή σε οποιοδήποτε ύψος από αυτή. Η δύναμη αυτή οφείλεται στην αλληλεπίδραση της Γης με οποιοδήποτε σώμα.

Παρατηρήσεις:

- Ένα οποιοδήποτε σώμα δέχεται βαρυτική δύναμη ανεξάρτητα από το εάν βρίσκεται στο έδαφος ή στον αέρα.
- Οι βαρυτικές δυνάμεις είναι **πάντα** ελκτικές.
- Οι βαρυτικές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ όλων των σωμάτων στο σύμπαν.



Χαρακτηριστικά της βαρυτικής δύναμης:

- **Διεύθυνση.** Η διεύθυνση του βάρους συμπίπτει με την ακτίνα της Γης, συνεπώς είναι κατακόρυφη στον τόπο που βρίσκεται το σώμα.
- **Φορά.** Η φορά του Βάρους είναι πάντα προς το κέντρο της Γης.
- **Μέτρο.** Για να υπολογίσουμε το βάρος ενός σώματος χρησιμοποιούμε τον τύπο

$$B = m \cdot g,$$

όπου m: η μάζα του σώματος σε kg και g: η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/s.

Προσοχή!

Παρατηρούμε ότι το μέτρο της βαρυτικής δύναμης (ή αλλιώς βάρος του σώματος) είναι ανάλογο με το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Έτσι συμπεραίνουμε ότι το βάρος μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο.

Αν για παράδειγμα θέλαμε να μελετήσουμε την βαρυτική δύναμη στην επιφάνεια της Σελήνης, θα διαπιστώναμε ότι είναι το $\frac{1}{6}$ της τιμής της στην επιφάνεια της Γης.

B. Δύναμη της Τριβής:

Γενικότερα στη φύση κάθε σώμα που ολισθαίνει αισθάνεται μία δύναμη να του αντιστέκεται. Αυτή την δύναμη την ονομάζουμε τριβή.

Σύμβολο: T

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1 Newton.

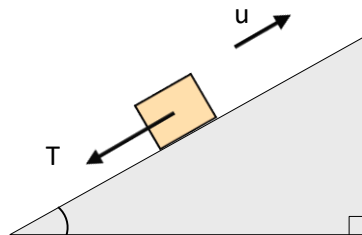
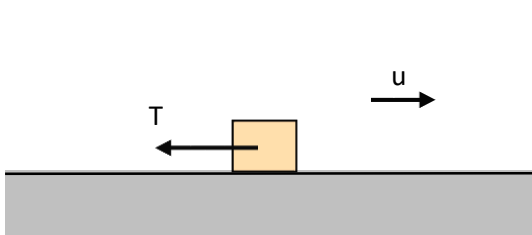
Ορισμός: Τριβή είναι η δύναμη που ασκείται από ένα σώμα σε ένα άλλο, όταν βρίσκονται σε επαφή και το ένα κινείται ή τείνει να κινηθεί σε σχέση με το άλλο.

Τα χαρακτηριστικά της τριβής:

- **Διεύθυνση.** Η διεύθυνσή της είναι παράλληλη προς τις επιφάνειες που εφάπτονται.
- **Φορά.** Η φορά της είναι τέτοια, ώστε να αντιστέκεται στην ολίσθηση της μίας επιφάνειας πάνω στην άλλη.
- **Μέτρο.** Το μέτρο της εξαρτάται από την τραχύτητα των επιφανειών. Σε λείες επιφάνειες το μέτρο της τριβής είναι μηδέν.

Σχεδιασμός τριβής:

Παρατηρώντας την κίνηση ενός σώματος, μπορούμε να σχεδιάσουμε την τριβή, η οποία είναι δύναμη κατά την επαφή. Ο γενικός κανόνας είναι ότι η τριβή σχεδιάζεται πάντα αντίθετα από την κατεύθυνση στην οποία κινείται το σώμα.



Εφαρμογές της τριβής στην καθημερινή μας ζωή:

Αν υποθέταμε έναν κόσμο στον οποίο δεν θα υπήρχε τριβή, η καθημερινότητα θα διέφερε πολύ σε σχέση με αυτή που γνωρίζουμε τώρα. Η τριβή παίζει σημαντικότερο ρόλο στο βάδισμα και χωρίς αυτήν δεν θα μπορούσαμε να περπατήσουμε. Επιπλέον θα ήταν αδύνατο να κρατήσουμε αντικείμενα με τα χέρια μας, καθώς αυτά θα μας γλιστρούσανε.

Σχεδιασμός δυνάμεων:

Όπως είπαμε η δύναμη είναι διανυσματικό φυσικό μέγεθος, με αποτέλεσμα πέρα από το μέτρο της να μας ενδιαφέρει και η κατεύθυνσή της. Συνεπώς κάθε φορά που θα προσδιορίζουμε μια δύναμη, καλούμαστε και να την σχεδιάσουμε.

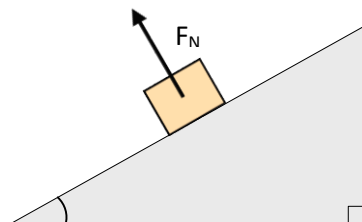
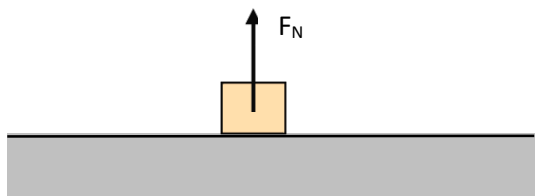
Για να σχεδιάσουμε τις δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα, ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Επιλέγουμε το σώμα που μας ενδιαφέρει. Να θυμάστε ότι εξετάζουμε όλα τα σώματα ως υλικά σημεία.
2. Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις από απόσταση που ασκούνται στο σώμα, όπως για παράδειγμα το βάρος του σώματος.
3. Εντοπίζουμε όλα τα υπόλοιπα σώματα με τα οποία αυτό το σώμα βρίσκεται σε επαφή. Κάθε ένα από αυτά ασκεί δύναμη στο σώμα.

Μπορούμε να εξετάσουμε ορισμένες δυνάμεις που θα συναντήσουμε.

- **Κάθετη δύναμη επαφής F_N ή N .**

Ορίζεται ως η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα όταν αυτό βρίσκεται σε επαφή με μία επιφάνεια. Η δύναμη αυτή έχει διεύθυνση πάντα κάθετη στην επιφάνεια, με φορά από την επιφάνεια προς το σώμα.

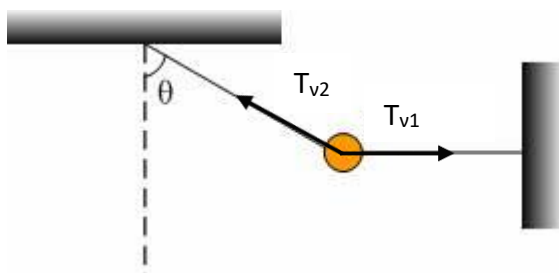


Προσοχή!

Όταν ένα σώμα κινείται σε μία επιφάνεια θα πρέπει να εξετάζουμε και την επίδραση της τριβής. Αν η επιφάνεια είναι τραχιά, τότε υπάρχει τριβή η οποία θα πρέπει να σχεδιαστεί. Αν η επιφάνεια είναι λεία, τότε η τριβή είναι μηδέν.

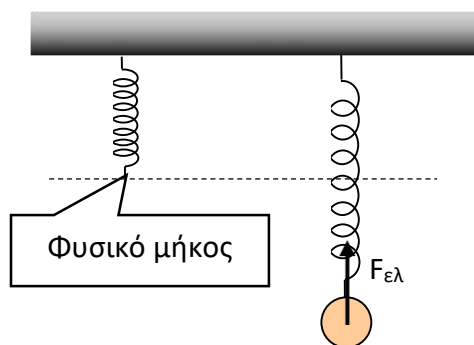
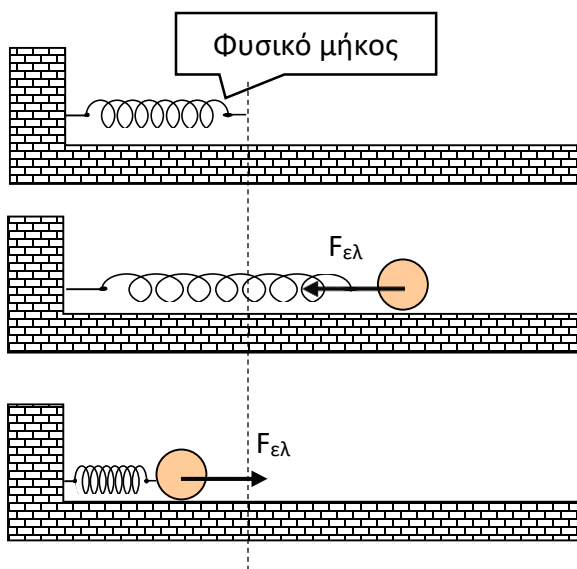
- **Τάση του νήματος T_v**

Ως τάση του νήματος ορίζουμε την δύναμη που ασκούν τα τεντωμένα νήματα, με διεύθυνση ίδια με αυτή του νήματος και φορά από το σώμα προς το νήμα.



- **Δύναμη ελατηρίου $F_{ελ}$**

Ορίζεται η δύναμη που ασκεί ένα **παραμορφωμένο** ελατήριο σε οποιοδήποτε σώμα βρίσκεται σε επαφή. Η διεύθυνση της δύναμης είναι ίδια με τη διεύθυνση του ελατηρίου και η φορά της είναι **πάντα** τέτοια ώστε να επαναφέρει το ελατήριο στο φυσικό του μήκος.



Παρατηρούμε ότι ένα ελατήριο μπορεί να τεντωθεί ή να συσπειρωθεί, με αποτέλεσμα να αλλάζει και η φορά της δύναμης του ελατηρίου.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε στα κενά τις λέξεις που λείπουν.

α. Η δύναμη που ασκεί η Γη σ' ένα σώμα είναι η δύναμη.

β. Το βάρος είναι μέγεθος.

γ. Το βάρος ενός σώματος έχει διεύθυνση και προς τα

δ. Στην επιφάνεια της Σελήνης το βάρος ενός σώματος είναι απ' ότι το βάρος του ίδιου σώματος στην επιφάνεια της Γης.

ε. Η ολίσθησης είναι δύναμη που στην ολίσθηση των σωμάτων πάνω σε μία επιφάνεια. Έχει φορά..... της ταχύτητας του σώματος.

στ. Η δύναμη που ασκείται στα σώματα από τεντωμένα νήματα ονόμαζεται

ζ. Η δύναμη του ελατηρίου όταν αυτό βρίσκεται στο φυσικό του μήκος είναι

2. Να σημειώστε με Σ τις σωστές προτάσεις και με Λ τις λανθασμένες.

α. Οι βαρυτικές δυνάμεις είναι πάντα ελκτικές.

β. Μονάδα βάρους είναι το 1kg.

γ. Η τριβή είναι δύναμη από απόσταση.

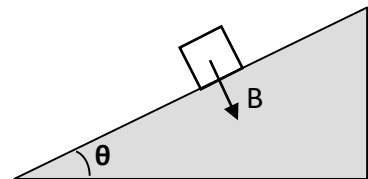
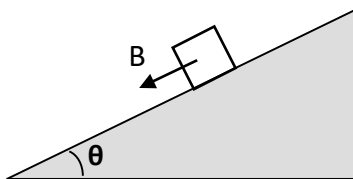
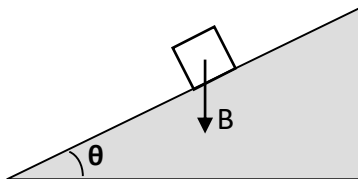
δ. Η δύναμη του ελατηρίου έχει φορά αντίθετη από εκεί που βρίσκεται το φυσικό του μήκος.

ε. Ένα σώμα έχει μικρότερο βάρος στον ισημερινό από ότι στους πόλους.

στ. Η τριβή είναι ίδια είτε ένα σώμα κινείται σε γυαλισμένο πάτωμα, είτε στην άσφαλτο.

ζ. Χωρίς την ύπαρξη της τριβής θα ήταν αδύνατο να περπατήσουμε.

3. Σε ποιο από τα παρακάτω σχήματα η δύναμη του βάρους έχει σχεδιαστεί σωστά;



4. Γιατί ένα αυτοκίνητο χρησιμοποιεί αλυσίδες όταν κινείται σε χιονισμένο δρόμο;

5. Ένας αστροναύτης έχει μεγαλύτερο βάρος

α. στην επιφάνεια της Γης.

β. στην επιφάνεια της Σελήνης.

γ. μέσα σε ένα αεροπλάνο το οποίο βρίσκεται σε κάποιο ύψος από την επιφάνεια της Γης.

δ. παντού έχει το ίδιο βάρος.

6. Στο ελεύθερο άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου στερεώνουμε ένα σώμα. Η παραμόρφωση του ελατηρίου εξαρτάται από:

α) το σχήμα του σώματος.

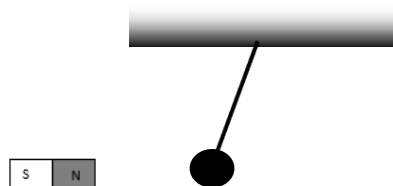
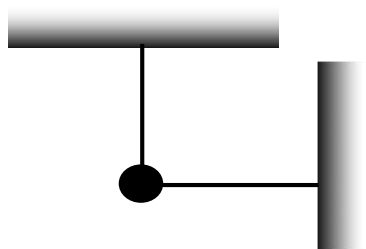
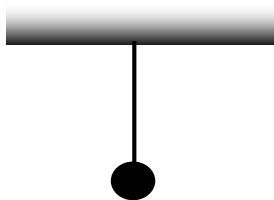
- β) τον όγκο του σώματος.
- γ) το βάρος του σώματος.
- δ) το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο το σώμα.

7. Η τριβή που ασκείται σε ένα σώμα το οποίο ολισθαίνει πάνω σε μία επιφάνεια:

- α. το βοηθάει στην κίνησή του.
- β. είναι δύναμη από απόσταση.
- γ. είναι η δύναμη που αντιστέκεται στην κίνησή του.
- δ. είναι μεγαλύτερη σε λείες επιφάνειες.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

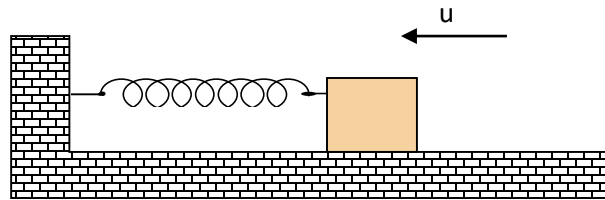
1. Δίνεται ότι ένα σώμα μάζας 1 kg έχει βάρος 10 N. Αν η μάζα σου είναι 65 kg, πόσο θα είναι το βάρος σου;
2. Ένα σώμα έχει βάρος στη Γη 360 N. Να υπολογίσετε τη μάζα του, αν γνωρίζετε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας της Γης είναι $g_{Γης} = 10 \text{ m/s}^2$. Κατόπιν αν γνωρίζεται ότι το βάρος του ίδιου σώματος είναι 6 φορές μικρότερο στη Σελήνη, εκτιμήστε το και βρείτε την επιτάχυνση της βαρύτητας της Σελήνης.
3. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη σφαίρα για καθένα από τα παρακάτω σχήματα.



4. Το σώμα του σχήματος κινείται ενώ είναι δεμένο στην ελεύθερη άκρη ενός ελατηρίου. Το ελατήριο της εικόνας βρίσκεται σε επιμήκυνση (είναι τεντωμένο). Σχεδιάστε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα αν:

α) το δάπεδο είναι λείο

β) το δάπεδο είναι τραχύ

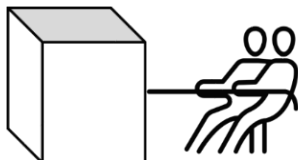


Σύνθεση και ανάλυση δυνάμεων

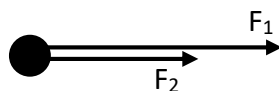
Σε ένα σώμα είναι δυνατόν να ασκούνται ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες δυνάμεις. Πως ορίζεται η συνισταμένη δύναμη;

Για να εξετάσουμε την συνισταμένη δύναμη μπορούμε να μελετήσουμε ένα παράδειγμα.

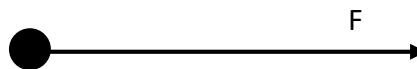
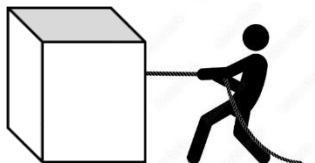
Έστω ότι δύο εργάτες προσπαθούν να μετακινήσουν ένα κιβώτιο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εξετάζοντας το κιβώτιο ως υλικό σημείο μπορούμε να ορίσουμε ως F_1 την δύναμη του ενός και ως F_2 την δύναμη του άλλου.



Το αποτέλεσμα των δυνάμεων F_1 και F_2 μπορεί να είναι το ίδιο αν ένας άλλος εργάτης ασκήσει στο κιβώτιο μία δύναμη F .



Η δύναμη F ονομάζεται συνισταμένη δύναμη των F_1 και F_2 αποτελώντας στην ουσία την ολική δύναμη των F_1 και F_2 .

Ορισμός

Συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα, ορίζεται η δύναμη εκείνη που προκαλεί τα ίδια αποτελέσματα με το σύνολο των επιμέρους δυνάμεων.

Σύνθεση δυνάμεων:

Η σύνθεση δυνάμεων είναι η διαδικασία υπολογισμού της συνισταμένης δύναμης που προκύπτει από τη δράση δύο ή περισσότερων δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα.

Σύνθεση δυνάμεων με την ίδια διεύθυνση

Ονομάζουμε **συγγραμμικές** τις δυνάμεις που έχουν την ίδια διεύθυνση. Αυτό σημαίνει ότι οι δυνάμεις θα βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία, ή οι ευθείες που βρίσκονται θα είναι παράλληλες.

Ομόρροπες είναι οι δυνάμεις που έχουν την ίδια φορά, ενώ **αντίρροπες** είναι οι δυνάμεις που έχουν αντίθετες φορές.

A) Σύνθεση ομόρροπων δυνάμεων:

Έστω δύο δυνάμεις F_1 και F_2 που έχουν την ίδια διεύθυνση και φορά, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η συνισταμένη των δυνάμεων:

- Έχει την ίδια διεύθυνση και φορά με τις F_1 και F_2 .
- Έχει μέτρο ίσο με το άθροισμα των μέτρων των F_1 και F_2 .

$$F_{ολ} = F_1 + F_2$$

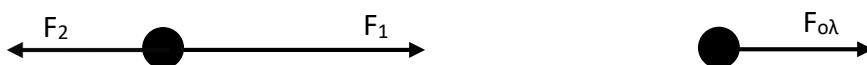


B) Σύνθεση αντίρροπων δυνάμεων:

Έστω δύο δυνάμεις F_1 και F_2 με $F_1 > F_2$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η συνισταμένη των δυνάμεων:

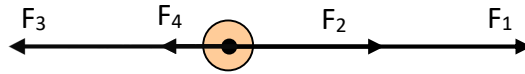
- Έχει την ίδια διεύθυνση με τις F_1 και F_2 .
- Έχει τη φορά της μεγαλύτερης δύναμης.
- Έχει μέτρο την διαφορά των μέτρων των F_1 και F_2 .

$$F_{ολ} = F_1 - F_2$$



Μεθοδολογία υπολογισμού συνισταμένης πολλών αντίρροπων δυνάμεων

Έστω ότι σε ένα σώμα ενεργούν τέσσερις δυνάμεις, οι οποίες έχουν την ίδια διεύθυνση, αλλά διαφορετική φορά. Δίνεται ότι $F_1 = 20N$, $F_2 = 10N$, $F_3 = 15N$ και $F_4 = 5N$.



Α' τρόπος:

Αρχικά υπολογίζουμε την συνισταμένη των ομόρροπων δυνάμεων που έχουν φορά προς τα δεξιά (F_1 και F_2) καθώς και την συνισταμένη των ομόρροπων δυνάμεων που έχουν φορά προς τα αριστερά (F_3 και F_4).

$$F_{1,2} = F_1 + F_2$$

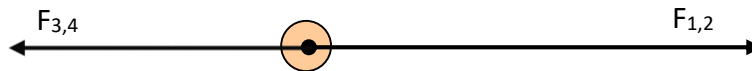
$$F_{1,2} = 20N + 10N$$

$$F_{1,2} = 30N$$

$$F_{3,4} = F_3 + F_4$$

$$F_{3,4} = 15N + 5N$$

$$F_{3,4} = 20N$$

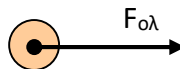


Στην συνέχεια υπολογίζουμε την $F_{ολ}$ από τις $F_{1,2}$ και $F_{3,4}$ και στο τέλος την σχεδιάζουμε.

$$F_{ολ} = F_{1,2} - F_{3,4}$$

$$F_{ολ} = 30N - 20N$$

$$F_{ολ} = 10N$$



Β' τρόπος:

Ένας άλλος τρόπος για τον υπολογισμό της συνισταμένης δύναμης του παραπάνω παραδείγματος είναι να ορίσουμε μία θετική φορά.

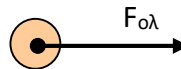
Κατά σύμβαση στη φυσική συνήθως ορίζεται η δεξιά φορά ως θετική, συνεπώς οι F_1 , F_2 θα είναι θετικές, ενώ οι F_3 , F_4 αρνητικές.

Συνεπώς:

$$F_{o\lambda} = F_1 + F_2 - F_3 - F_4$$

$$F_{o\lambda} = 20N + 10N - 15N - 5N$$

$$F_{o\lambda} = 10N$$



Το αποτέλεσμα είναι θετικό, άρα η συνισταμένη θα έχει φορά προς τα δεξιά. Αν το αποτέλεσμα ήταν αρνητικό τότε η συνισταμένη θα είχε φορά προς τα αριστερά.

Προσοχή!

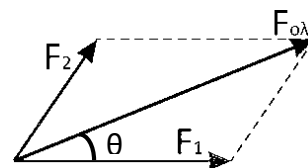
Όπως έχουμε αναφέρει η δύναμη είναι διανυσματικό φυσικό μέγεθος. Δεν αρκεί λοιπόν μόνο ο υπολογισμός του μέτρου της συνισταμένης, αλλά απαιτείται και ο σχεδιασμός της με σκοπό να καθοριστεί η διεύθυνση και η φορά της.

Ειδικές περιπτώσεις:

- Οι δυνάμεις με ίσα μέτρα, ίδια διεύθυνση και φορά λέγονται ίσες.
- Οι δυνάμεις που έχουν ίσα μέτρα, αλλά αντίθετη κατεύθυνση λέγονται αντίθετες. Η συνισταμένη των αντίθετων δυνάμεων είναι μηδέν.

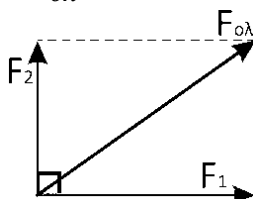
Σύνθεση δυνάμεων με διαφορετικές διευθύνσεις

Για να συνθέσουμε δύο δυνάμεις με διαφορετικές διευθύνσεις, σχεδιάζουμε τα διανύσματα που παριστάνουν οι δυνάμεις με κοινή αρχή και στη συνέχεια σχηματίζουμε το παραλληλόγραμμο που έχει πλευρές τα διανύσματα που παριστάνουν τις δυνάμεις. Η διαγώνιος του παραλληλογράμμου που περνάει από την κοινή αρχή των διανυσμάτων παριστάνει τη συνισταμένη των δυνάμεων. Το μέτρο της συνισταμένης καθορίζεται από το μήκος της διαγωνίου. Η διεύθυνση της συνισταμένης καθορίζεται από τη γωνία που σχηματίζει η μία από τις δύο δυνάμεις με τη συνισταμένη. Η γωνία αυτή μπορεί να μετρηθεί με ένα μοιρογνωμόνιο.



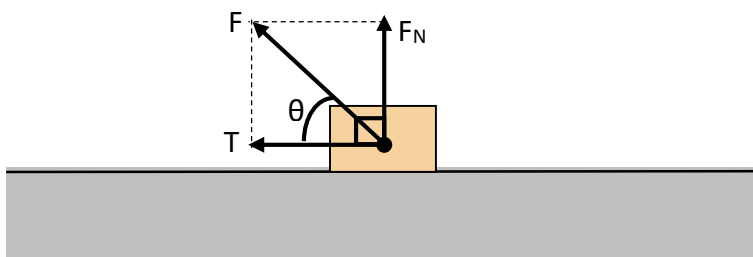
- Στην ειδική περίπτωση που οι δυνάμεις είναι κάθετες μεταξύ τους μπορούμε να υπολογίσουμε το μήκος της διαγωνίου εφαρμόζοντας το Πυθαγόρειο θεώρημα:

$$F_{o\lambda}^2 = F_1^2 + F_2^2$$



Τραχιά επιφάνεια:

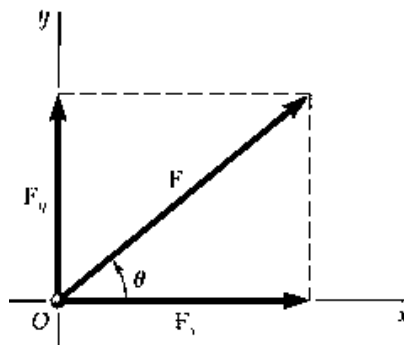
Όταν ένα σώμα κινείται πάνω σε μία τραχιά επιφάνεια, τότε δέχεται από αυτήν την κάθετη δύναμη F_N και τη δύναμη της τριβής T . Για να βρούμε τη συνισταμένη των δύο αυτών δυνάμεων, χρησιμοποιούμε τη μέθοδο του παραλληλογράμμου για την περίπτωση των κάθετων δυνάμεων. Η συνισταμένη F είναι η δύναμη που ασκεί το δάπεδο στο σώμα και μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο $F^2 = F_N^2 + T^2$.



Ανάλυση δύναμης σε συνιστώσες

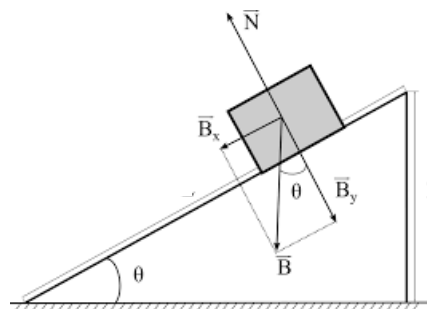
Κάθε δύναμη μπορεί να αναλυθεί σε δύο επιμέρους δυνάμεις που λέγονται **συνιστώσες** και την έχουν συνισταμένη. Για να αναλύσουμε μία δύναμη σε κάθετες συνιστώσες ακολουθούμε τα εξής βήματα:

1. Επιλέγουμε δύο κάθετους άξονες.
2. Σχεδιάζουμε την F σε κατάλληλη κλίμακα.
3. Από το τέλος του διανύσματος της F φέρνουμε παράλληλες προς τους δύο άξονες.
4. Τα σημεία τομής με τους άξονες καθορίζουν τα άκρα των διανυσμάτων των δύο συνιστωσών.



Κεκλιμένο επίπεδο:

Στο διπλανό σχήμα, ένα σώμα βρίσκεται σε κεκλιμένο επίπεδο. Όπως φαίνεται το βάρος έχει φορά προς τα κάτω και διεύθυνση κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο. Συνεπώς μπορεί να αναλυθεί σε δύο συνιστώσες B_x και B_y . Ο άξονας Oy είναι κάθετος στο κεκλιμένο επίπεδο, ενώ ο άξονας Ox είναι παράλληλος σε αυτό.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Η συνισταμένη δύο δυνάμεων F_1 και F_2 που έχουν την ίδια κατεύθυνση έχει μέτρο ίσο με:

α) $F_1 + F_2$

β) $F_1 - F_2$

γ) $F_1^2 + F_2^2$

δ) τίποτα από τα παραπάνω.

2. Δύο αντίρροπες δυνάμεις που ασκούνται στο ίδιο σώμα έχουν μέτρα 3N και 10N. Η συνισταμένη δύναμη έχει μέτρο:

α. 13N

β. 10N

γ. 3N

δ. 7N

3. Για να είναι μηδέν η συνισταμένη δύο δυνάμεων θα πρέπει αυτές να είναι:

α. ομόρροπες

β. κάθετες

γ. αντίθετες

δ. ίσες

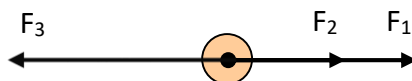
4. Στο παρακάτω σχήμα ισχύει ότι $F_1 = 7N$, $F_2 = 5N$ και $F_3 = 13N$. Η συνισταμένη δύναμη είναι:

α. 1N με κατεύθυνση ίδια με τις F_1 και F_2 .

β. 1N με κατεύθυνση ίδια με την F_3 .

γ. μηδέν.

δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.



5. Στο διπλανό σχήμα το σώμα κινείται πάνω σε τραχύ δάπεδο.

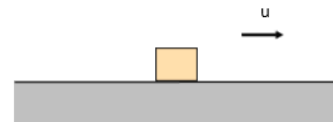
Η συνολική δύναμη του δαπέδου:

α. είναι κάθετη στην επιφάνεια.

β. είναι παράλληλη στην επιφάνεια.

γ. έχει την κατεύθυνση της συνισταμένης δύναμης από το δάπεδο.

δ. τίποτα από τα παραπάνω.



6. Δύο κάθετες δυνάμεις που ασκούνται στο ίδιο σώμα έχουν μέτρα 6N και 8N. Το μέτρο της συνισταμένης δύναμης είναι:

α. 10N

β. 2N

γ. 14N

δ. 6N

7. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις με τις κατάλληλες λέξεις:

A. Η συνολική δύναμη που προκύπτει από δύο ή περισσότερες δυνάμεις και η οποία προκαλεί το ίδιο αποτέλεσμα με αυτές λέγεται δύναμη.

B. Όταν δύο δυνάμεις F_1 και F_2 έχουν την ίδια διεύθυνση αντίθετη φορά, με $F_1 > F_2$, τότε η συνισταμένη τους έχει μέτρο $F_{ολ} = \dots\dots\dots$

Γ. Όταν δύο δυνάμεις έχουν το ίδιο μέτρο, ίδια διεύθυνση και ίδια φορά λέγονται
.....

Δ. Ο κανόνας του Χρησιμοποιείται όταν οι δυνάμεις έχουν διαφορετική
.....

Ε. Κάθε δύναμη μπορεί να αναλυθεί σε δύο επιμέρους δυνάμεις οι οποίες ονομάζονται
.....

8. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη πρόταση.

α. Δύο δυνάμεις που έχουν την ίδια διεύθυνση είναι συγγραμμικές.

β. Το μέτρο της συνισταμένης δύο ίσων δυνάμεων είναι μηδέν.

γ. Δύο αντίθετες δυνάμεις έχουν αντίθετη φορά και διαφορετικό μέτρο.

δ. Μόνο οι συγγραμμικές δυνάμεις μπορούν να αναλυθούν σε συνιστώσες.

ε. Αντίρροπες ονομάζονται οι δυνάμεις που έχουν την ίδια διεύθυνση, αλλά αντίθετη φορά.

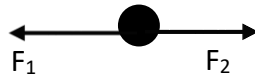
.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Να υπολογίσετε την συνισταμένη των δυνάμεων $F_1 = 8\text{ N}$ και $F_2 = 5\text{ N}$ και στις δύο ακόλουθες περιπτώσεις:

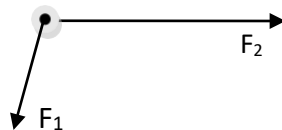


2. Να υπολογίσετε την συνισταμένη των δυνάμεων, αν γνωρίζετε ότι $F_1 = 4\text{ N}$ και $F_2 = 3\text{ N}$.



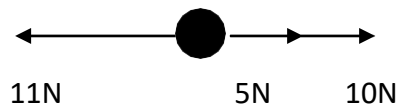
3. Σε ένα υλικό σημείο ασκούνται 4 συγγραμμικές δυνάμεις. Οι δυνάμεις $F_1 = 13\text{ N}$ και $F_2 = 6\text{ N}$ ασκούνται προς τα δεξιά, ενώ οι δυνάμεις $F_3 = 4,5\text{ N}$ και $F_4 = 8,5\text{ N}$ προς τα δεξιά. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη όλων των δυνάμεων.

4. Να σχεδιάσετε την συνισταμένη δύναμη στο σχήμα που ακολουθεί.

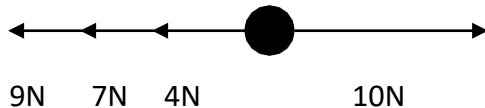


5. Στις παρακάτω περιπτώσεις να βρείτε τη συνισταμένη δύναμη κατά μέτρο και διεύθυνση.

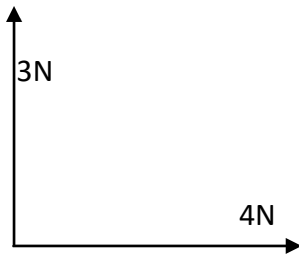
α)



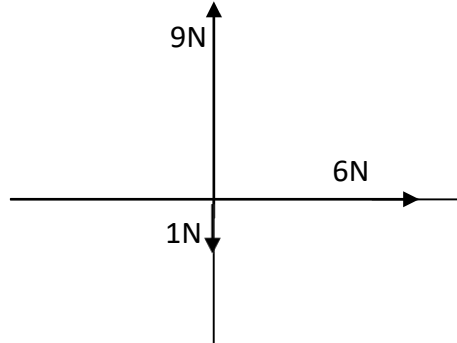
β)



γ)

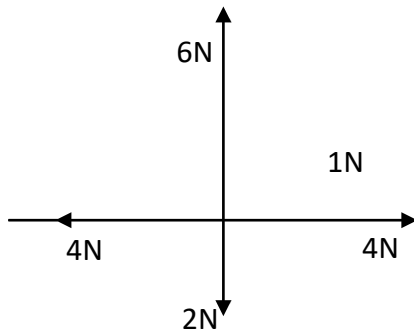


δ)

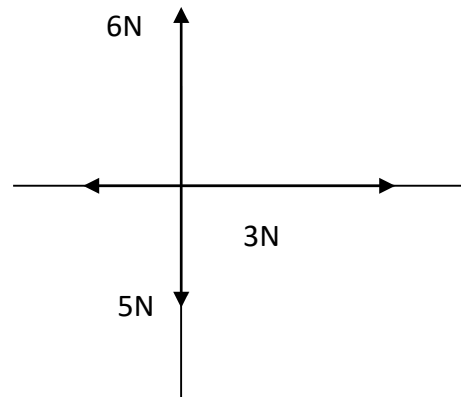


6. Στις παρακάτω περιπτώσεις να βρείτε τη συνισταμένη δύναμη κατά μέτρο και διεύθυνση.

α)



β)



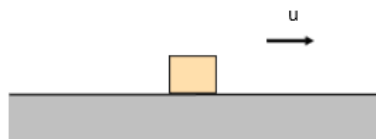
7. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη δύο δυνάμεων που έχουν μέτρα $F_1 = 8 \text{ N}$ και $F_2 = 6 \text{ N}$ και ασκούνται στο ίδιο υλικό σημείο, όταν οι δυνάμεις είναι :

α) ομόρροπες

β) αντίρροπες και γ)

κάθετες.

8. Στο παρακάτω σχήμα το σώμα δέχεται από το δάπεδο την κάθετη δύναμη επαφής F_N με μέτρο 6 N και την τριβή με μέτρο 8 N . Να σχεδιάσετε την συνολική δύναμη που δέχεται το σώμα από το δάπεδο και να υπολογίσετε το μέτρο της.



Δύναμη και ισορροπία

Τροφή για σκέψη:

Τι θα συνέβαινε αν σπρώχναμε ένα κιβώτιο και το αφήναμε ελεύθερο να κινηθεί σε ένα δάπεδο όπου οι τριβές θα ήταν μηδενικές; Η απάντηση είναι πως θα παρατηρούσαμε το κιβώτιο να κινείται επ' άοριστο μέχρις ότου να του ασκηθεί κάποια δύναμη η οποία θα έχει την τάση να το σταματήσει. Στην καθημερινότητά μας ωστόσο είναι αδύνατο να μηδενίσουμε την τριβή, για αυτό και δεν παρατηρούμε το συγκεκριμένο φαινόμενο.

Γαλιλαίος: Ένα τέλειο λείο αντικείμενο πάνω σε μία επίσης τέλεια λεία οριζόντια επιφάνεια μπορεί να κινείται επ' άπειρον σε ευθεία γραμμή.

Ο **Νεύτωνας** ο οποίος θεωρείται μέχρι και σήμερα ο πατέρας της Μηχανικής, ολοκλήρωσε την πρόταση του Γαλιλαίου και χρησιμοποιώντας την έννοια της δύναμης διατύπωσε την παρακάτω πρόταση που έμεινε στην ιστορία ως **ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα:**

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

Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα έχει άμεση σύνδεση με μία ιδιότητα που έχουν όλα τα σώματα και ονομάζεται αδράνεια.

Ορισμός

Αδράνεια είναι η τάση των σωμάτων να αντιστέκονται σε οποιαδήποτε μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης (δηλαδή της ταχύτητάς τους).

Μέτρο της αδράνειας ενός σώματος είναι η μάζα του.

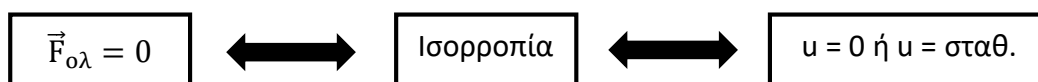
Παρατήρηση: Για τη Φυσική η κατάσταση ακινησίας και ευθύγραμμης ομαλής κίνησης (ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή ταχύτητα) είναι ισοδύναμες.

Ισορροπία υλικού σημείου:

Λέμε ότι ένα σώμα που θεωρείται υλικό σημείο ισορροπεί, όταν είναι ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα.

Συνθήκη ισορροπίας:

Για να ισορροπεί ένα υλικό σημείο θα πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων που του ασκούνται να είναι μηδενική. (ισχύει και το αντίστροφο).



Προσοχή!

Όταν σε ένα σώμα ασκούνται δυνάμεις υπό γωνία (δεν είναι στην ίδια διεύθυνση) κατασκευάζουμε τους άξονες Ox και Oy , έτσι ώστε να αναλύσουμε τις δυνάμεις σε συνιστώσες.

Για να ισορροπεί ένα σώμα πρέπει: $\vec{F}_{o\lambda,x} = 0$ και $\vec{F}_{o\lambda,y} = 0$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις ή φράσεις.

α. Η τάση των σωμάτων να αντιστέκονται στη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης ονομάζεται

β. Εφόσον η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα είναι μηδέν, το σώμα είτε θα είναι είτε θα κινείται

γ. Ένα σ'μα ισορροπεί υπό την επίραση τριών δυνάμεων. Τότε η συνισταμένη των δύο είναι της τρίτης.

2. Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από την ηρεμία. Όταν ο οδηγός πατήσει γκάζι τότε ένας επιβάτης:

α. θα κινηθεί προς τα εμπρός.

β. θα κινηθεί προ τα πίσω.

γ. θα μείνει ακίνητος.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

3. Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα υπό την επίδραση οριζόντιας δύναμης F . Κατά την οριζόντια διεύθυνση:

α. Στο σώμα δεν ασκείται τριβή.

β. στο σώμα ασκείται τριβή το μέτρο της οποίας είναι ίσο με το μέτρο της δύναμης F .

γ. στο σώμα ασκείται τριβή το μέτρο της οποίας είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της δύναμης F .

δ. στ σώμα ασκείται τριβή το μέτρο της οποίας είναι μικρότερο από το μέτρο της δύναμης F .

4. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη πρόταση.

α. Όταν σ' ένα σώμα που κινείται, η συνισταμένη των δυνάμεων που ου ασκούνται είναι μηδέν, τότε αυτό διατηρεί την ταχύτητά του σταθερή.

β. Όταν σ' ένα σώμα δεν ασκείται καμία δύναμη, τότε αυτό παραμένει σίγουρα ακίνητο.

γ. Όταν ένα σώμα κινείται και ξαφνικά η συνισταμένη των δυνάμεων γίνεται μηδέν, τότε το σώμα σταματάει.

δ. Για να ισορροπεί ένα σώμα πρέπει οπωσδήποτε να μην ασκούνται δυνάμεις σε αυτό.

ε. Αν ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα η συνισταμένη δύναμη που του ασκείται εξαρτάται από την ταχυτητα που έχει.
στ. Για να ισορροπεί ένα σώμα πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων που του ασκούνται να είναι μηδέν.

5. Σε ένα οριζόντιο λείο τραπέζι βρίσκονται δίπλα – δίπλα δύο σώματα Α και Β. Το σώμα Α έχει μάζα 1kg ενώ το σώμα Β έχει μάζα 2kg.

α. Μεγαλύτερη αδράνεια έχει το Α.

β. Μεγαλύτερη αδράνεια έχει το Β.

γ. Έχουν την ίδια αδράνεια.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

6. Στα καθίσματα του αυτοκινήτου υπάρχει ένα μαξιλαράκι πίσω από το κεφάλι των επιβατών. Αυτό εξυπηρετεί κατά την επιβράδυνση ή κατά την επιτάχυνση του αυτοκινήτου; Αιτιολογήστε την απτησή σας.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Σε ένα υλικό σημείο ασκούνται δύο δυνάμεις $F_1 = 50\text{N}$ και $F_2 = 65\text{N}$, της ίδιας διεύθυνσης και φοράς. Πόσο πρέπει να είναι το μέτρο και ποια η κατεύθυνση μιας τρίτης δύναμης F_3 που πρέπει να ασκήσουμε ώστε το υλικό σημείο να ισορροπεί;

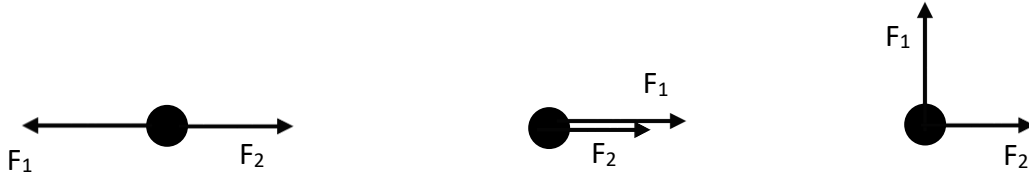
2. Τρεις συγγραμμικές δυνάμεις $F_1 = 12\text{N}$, $F_2 = 13\text{N}$ και $F_3 = 4\text{N}$ ασκούνται στο ίδιο σώμα. Οι δυνάμεις F_2 και F_3 είναι ομόρροπες, ενώ η F_1 είναι αντίρροπη των F_2 και F_3 . Να βρείτε την κατεύθυνση μιας δύναμης F_4 που πρέπει να ασκηθεί στο σώμα ώστε αυτό να ισορροπεί.

3. Ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα $u = 5\text{ m/s}$ με την επίδραση δύο αντίρροπων δυνάμεων F_1 και F_2 . Αν το μέτρο της F_2 είναι 25N:

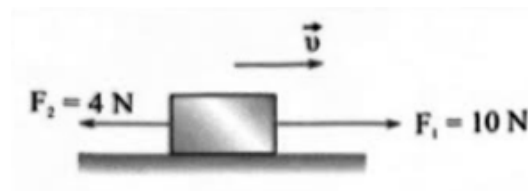
α) Να βρείτε το μέτρο της δύναμης F_1 .

β) Πόσο μετακινείται το σώμα σε χρόνο $t=8\text{s}$.

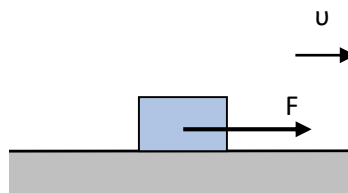
4. Σε καθένα από τα παρακάτω σχήματα, να βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση μίας τρίτης δύναμης, ώστε το σώμα να ισορροπεί, αν γνωρίζετε ότι $F_1 = 4\text{ N}$ και $F_2 = 3\text{ N}$.



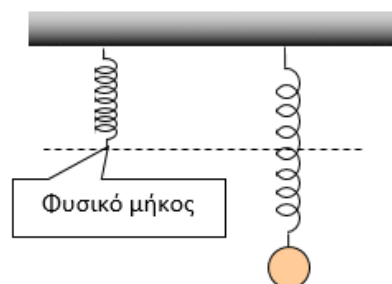
5. Το σώμα στο παρακάτω σχήμα κινείται με σταθερή ταχύτητα. Υπάρχει τριβή; Αν ναι βρείτε το μέτρο και σχεδιάστε την.



6. Το σώμα του παρακάτω σχήματος κινείται με σταθερή ταχύτητα 10 m/s . Αν $F = 10\text{ N}$ και ζυγίζει 1 kg , να βρείτε ποιες άλλες δυνάμεις ασκούνται στο σώμα, υπολογίζοντας και σχεδιάζοντάς τις. Κατόπιν να υπολογίσετε τη μετατόπισή του για χρόνο 2 s .
Δίνεται: $g = 10\text{ m/s}^2$



7. Το σώμα του παρακάτω σχήματος ισορροπεί. Βρείτε και σχεδιάστε όλες τις δυνάμεις που του ασκούνται, αν γνωρίζετε ότι το βάρος του είναι 100 N .



8. Βρείτε την δύναμη F_2 για το παρακάτω σώμα αν αυτό:

α) παραμένει ακίνητο

β) κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά

γ) κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα αριστερά.

Δίνεται: $F_1 = 12\text{N}$ και $F_2 = 8\text{N}$.



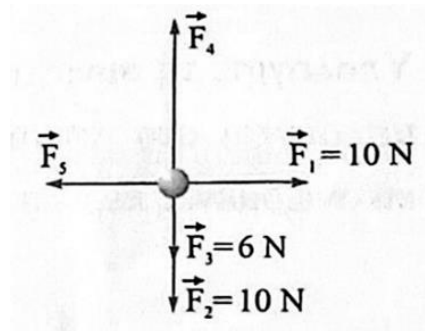
9. Για ένα σώμα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο γνωρίζουμε ότι του ασκούνται οι δυνάμεις $F_1 = 7\text{N}$ και $F_2 = 3\text{N}$ προς τα δεξιά και η δύναμη $F_3 = 10\text{N}$ προς τα αριστερά. Αν τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{s}$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x_1 = 3\text{m}$ και τη χρονική στιγμή $t_2 = 4\text{s}$ βρίσκεται στη θέση $x_2 = 7\text{m}$:

α) να μελετήσετε το είδος της κίνησης

β) να υπολογίσετε τη μετατόπισή του για το χρονικό διάστημα $t_2 - t_1$

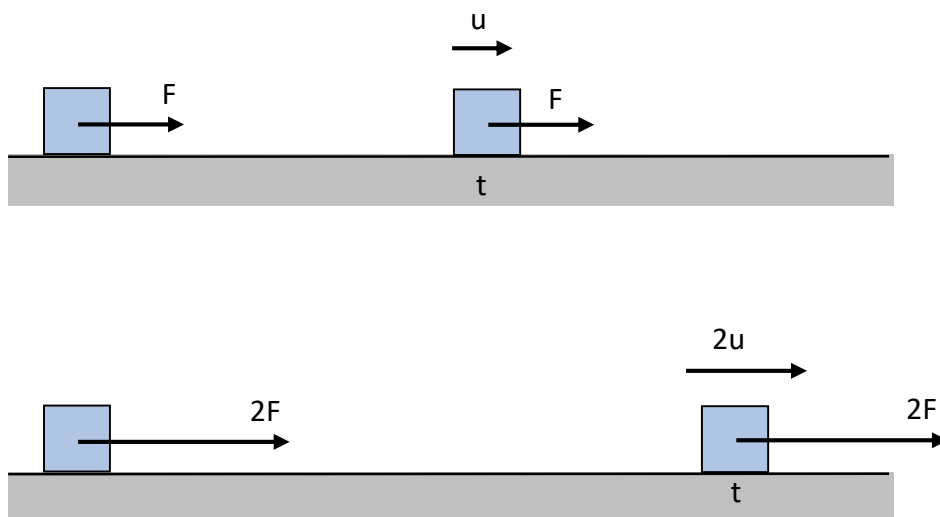
γ) να υπολογίσετε την ταχύτητά του.

10. Αν γνωρίζετε ότι το σώμα του παρακάτω σχήματος ισορροπεί, να υπολογίσετε τις δυνάμεις F_4 και F_5 .



Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας

Έστω ένα σώμα με ορισμένη μάζα m , το οποίο έχει τοποθετηθεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Αν ασκήσουμε δύναμη στο σώμα τότε αυτό θα αρχίσει να κινείται όλο και γρηγορότερα. Συνεπώς η ταχύτητά του θα μεταβάλλεται για όσο χρονικό διάστημα του ασκείται η δύναμη. Αν στο σώμα ασκήσουμε διπλάσια δύναμη, η ταχύτητά του θα μεταβάλλεται με διπλάσιο ρυθμό.



Αντικαθιστώντας το παραπάνω σώμα με κάποιο μεγαλύτερης μάζας, η μεταβολή της ταχύτητας θα είναι μικρότερη.

Συμπεράσματα:

- 1) Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα σταθερής μάζας, τόσο περισσότερο και τόσο γρηγορότερα μεταβάλλεται η ταχύτητά του.
- 2) Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο μικρότερη θα είναι η μεταβολή της ταχύτητας που προκαλείται από την ίδια δύναμη για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Θυμόμαστε ότι: η μάζα είναι το μέτρο της αδράνειας, της αντίστασης δηλαδή ενός σώματος στην μεταβολή της κινητικής του κατάστασης.

Διαφορές μάζας – βάρους:

Βάρος (w)	Μάζα (m)
1. Διανυσματικό μέγεθος	1. Μονόμετρο μέγεθος
2. Μονάδα μέτρησης: 1 N	2. Μονάδα μέτρησης: 1 Kg
3. Αλλάζει από τόπο σε τόπο	3. Έχει την ίδια τιμή οπουδήποτε στο σύμπαν
4. Όργανο μέτρησης: δυναμόμετρο	4. Όργανο μέτρησης: ζυγαριά
Βάρος είναι η δύναμη με την οποία η Γη έλκει τα σώματα.	Μάζα είναι το μέτρο της αδράνειας ενός σώματος.

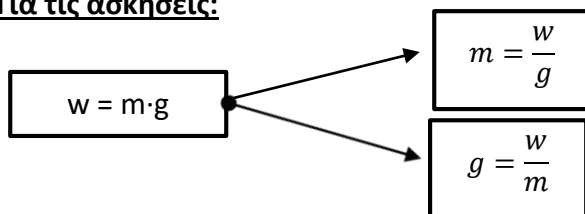
Σημαντική παρατήρηση:

Το βάρος δίνεται από τη σχέση:

$$w = m \cdot g$$

όπου: w το βάρος (σε N), m η μάζα (σε Kg) και g η επιτάχυνση της βαρύτητας (σε m/s^2).

Για τις ασκήσεις:



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις στις επόμενες προτάσεις.
 - A. Η μάζα ενός σώματος αποτελεί το της αδράνειας του.
 - B. Το είναι η δύναμη που ασκείται από τη Γη σε όλα τα σώματα.
 - Γ. Η μάζα και το βάρος είναι δύο φυσικά μεγέθη.
 - Δ. Μονάδα μέτρησης του βάρους στο S.I. είναι το ενώ μονάδα μέτρησης της μάζας στο S.I. είναι το
 - Ε. Η μάζα μετριέται με την ενώ το βάρος με το
 - Στ. Η σταθερά αναλογίας που εμπεριέχεται στον τύπο υπολογισμού του βάρους ονομάζεται επιτάχυνση της

2. Ένα σώμα είναι ακίνητο σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Στο σώμα ασκείται οριζόντια δύναμη F . Η μεταβολή της ταχύτητας του σώματος μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 2s$ εξαρτάται από:
- A. τη μάζα του σώματος.
 - B. τη δύναμη F .
 - Γ. την κατεύθυνση της δύναμης F .
 - Δ. από όλα τα παραπάνω.
3. Κάποιος ισχυρίζεται ότι ένα σώμα διπλάσιας μάζας έχει και διπλάσια αδράνεια από ένα άλλο. Ποια είναι η γνώμη σας?

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Το βάρος ενός σώματος στην επιφάνεια της Γης είναι ίσο με $B = 800N$.
- A. να υπολογίσετε τη μάζα του σώματος αν γνωρίζετε ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης είναι ίση με $g = 10m/s^2$.
 - B. να υπολογίσετε το βάρος του σώματος όταν βρεθεί σε κάποιο σημείο όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι ίση με $g_1 = 6,25m/s^2$.
2. Το βάρος ενός σώματος σε ύψος h από την επιφάνεια της Γης είναι ίσο με $B_1 = 220N$. Αν γνωρίζετε ότι στο σημείο αυτό η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι ίση με το $1/5$ της τιμής της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης να βρείτε:
- A. τη μάζα του σώματος
 - B. το βάρος του σώματος στην επιφάνεια της Γης.

Δύναμη και αλληλεπίδραση

Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα:

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

Παρατηρήσεις:

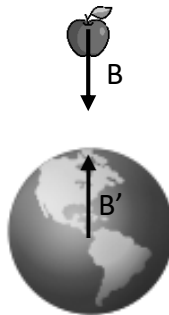
- 1) Στη φύση ποτέ δεν εκδηλώνεται η δράση χωρίς την αντίστοιχη αντίδραση. Συνεπώς λέμε ότι **οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντα κατά ζεύγη**.
- 2) Η δράση και η αντίδραση ασκούνται σε **διαφορετικά σώματα**. Γι' αυτό δεν έχει νόημα να μιλάμε για τη συνισταμένη δράσης και αντίδρασης.
- 3) Η δράση και η αντίδραση ασκούνται **ταυτόχρονα**. Δεν έχει σημασία ποια αποκαλούμε δράση και ποια αντίδραση.

Παραδείγματα:

A) Έστω δύο σώματα A και B όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα τα οποία βρίσκονται σε επαφή. Αν το σώμα A ασκήσει στο σώμα B μία δύναμη F_{AB} , τότε και το σώμα B θα ασκήσει μία δύναμη F_{BA} ίδιου μέτρου, αλλά αντίθετης κατεύθυνσης.

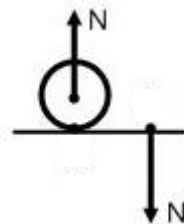


B) Ένα μήλο που πέφτει από τον ουρανό δέχεται τη δύναμη του βάρους του (B) από τη Γη. Το μήλο ασκεί τη δύναμη B' στη Γη, η οποία είναι ίσου μέτρου με το βάρος, αλλά αντίθετης κατεύθυνσης.



Παρατήρηση: Αν και οι δύο δυνάμεις έχουν ίσα μέτρα παρατηρούμε ότι το μήλο κινείται προς Γη και όχι το ανάποδο. Αυτό συμβαίνει καθώς η μάζα του μήλου είναι πολύ μικρότερη, συνεπώς πολύ μικρότερη είναι και η αδράνειά του.

Γ) Το σώμα της διπλανής εικόνας είναι ακίνητο πάνω σε οριζόντιο δάπεδο, και δέχεται την κάθετη δύναμη του δαπέδου N . Η αντίδραση N' ασκείται από το σώμα προς το δάπεδο.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

- Είναι δυνατόν να υπολογίσετε την συνισταμένη της δράσης και της αντίδρασης; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- Το μπαλάκι χτυπά επάνω στη ρακέτα και αλλάζει κατεύθυνση κίνησης. Να εξηγήσετε ποιο από τα σώματα δέχεται μεγαλύτερη ή όχι δύναμη κατά τη διάρκεια της σύγκρουσής τους.
- Ένας μαγνήτης τοποθετείται κοντά σε μια σιδερένια βίδα. (Σωστό/Λάθος)
 - Μόνο ο μαγνήτης ασκεί δύναμη στη βίδα.
 - Μόνο η βίδα ασκεί δύναμη στον μαγνήτη.
 - Ο μαγνήτης ασκεί δύναμη στη βίδα και η βίδα ασκεί δύναμη στον μαγνήτη.
 - Οι δυνάμεις της βίδας στον μαγνήτη και του μαγνήτη στη βίδα αλληλοαναιρούνται.
- Ένα ανθοδοχείο είναι ακίνητο πάνω στο τραπέζι και ασκεί μια δύναμη σε αυτό προς τα κάτω. Η αντίδραση αυτής της δύναμης είναι η δύναμη: (Σωστό/Λάθος)
 - από τη Γη ή στο ανθοδοχείο
 - από το ανθοδοχείο στη Γη
 - από το τραπέζι στο ανθοδοχείο
 - του βάρους του ανθοδοχείου
- Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη πρόταση.
 - Η δύναμη εμφανίζεται όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
 - Σε κάθε δράση δεν αντιστοιχεί πάντα μία αντίδραση.
 - Οι δυνάμεις στη φύση δεν εμφανίζονται πάντα κατά ζεύγη.
 - Η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα και για το λόγο αυτό αλληλοεξουδετερώνονται.
 - Η δράση και η αντίδραση δεν έχουν πάντα το ίδιο μέτρο γιατί εξαρτώνται από τη μάζα των σωμάτων που αλληλεπιδρούν.

6. Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα:
- A. Η δράση ασκείται πρώτη και μετά η αντίδραση.
 - B. Η αντίδραση ασκείται πρώτη και μετά η δράση.
 - Γ. Η δράση και η αντίδραση ασκούνται ταυτόχρονα.
 - Δ. Πρώτη ασκείται η δύναμη μεγαλύτερου μέτρου.
7. Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα ισχύει:
- A. όταν τα σώματα κινούνται με σταθερή ταχύτητα.
 - B. όταν τα σώματα κινούνται με επιταχυνόμενη κίνηση.
 - Γ. όταν τα σώματα είναι ακίνητα.
 - Δ. ισχύει ανεξάρτητα από την κίνηση των σωμάτων.

Κεφάλαιο 4^ο - Πίεση

Πίεση

Φυσικό Μέγεθος: Πίεση

Σύμβολο: p.

Ορισμός

Πίεση ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης που ασκείται κάθετα σε μία επιφάνεια προς το εμβαδό της επιφάνειας αυτής.

$$\text{Πίεση} = \frac{\text{Δύναμη που ασκείται κάθετα στην επιφάνεια}}{\text{εμβαδόν επιφάνειας}}$$

Αλλιώς στη γλώσσα των μαθηματικών:

$$p = \frac{F_{\kappa}}{A}$$

Η πίεση είναι παράγωγο και μονόμετρο μέγεθος. **Εκφράζει την δύναμη που ασκείται κάθετα σε μία επιφάνεια.**

Μονάδα μέτρησης στο S.I.: 1 N/m² ή 1 Pa (Pascal).

1Pa είναι η πίεση που δέχεται μία επιφάνεια εμβαδού 1m², όταν ασκείται σε αυτή ομοιόμορφα κάθετη δύναμη 1N.

Πολλαπλάσια:

1hPa = 100Pa.

1kPa = 1000 Pa.

Η πίεση σχετίζεται με την παραμόρφωση που μπορεί να προκαλέσει μια κάθετη δύναμη σε μία επιφάνεια.

Παράδειγμα:

Ένας χιονοδρόμος πατάει με τις μπότες του στο χιόνι και παρατηρεί ότι βουλιάζει περισσότερο από όταν πατάει με πέδιλα. Και στις δύο περιπτώσεις ο χιονοδρόμος ασκεί στο χιόνι δύναμη ίση με το βάρος του, ωστόσο όταν φοράει πέδιλα μειώνει την πίεση με αποτέλεσμα να μειώνεται και η παραμόρφωση του χιονιού.

Συμπέρασμα:

Η πίεση που δέχεται μία επιφάνεια είναι:

- α. Τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται κάθετα σε αυτή.
- β. Τόσο μεγαλύτερη όσο μικρότερο είναι το εμβαδόν της.

Γενικά στη Φυσική αποφεύγουμε την έκφραση «η πίεση που ασκείται κάθετα σε μία επιφάνεια». Η δύναμη ασκείται και όχι η πίεση. Κατανοούμε λοιπόν πως τα δύο μεγέθη είναι **διαφορετικά**.

Διαφορές δύναμης – πίεσης:

- 1) Η δύναμη είναι **διανυσματικό** μέγεθος, ενώ η πίεση **μονόμετρο**.
- 2) Στο S.I. η δύναμη μετριέται σε N, ενώ η πίεση σε N/m^2 .
- 3) **Η δύναμη είναι το αίτιο** που προκαλεί την παραμόρφωση σε μία επιφάνεια στην οποία ασκείται, ενώ **η πίεση εκφράζει την ικανότητα** μιας δύναμης να παραμορφώσει μια επιφάνεια. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από το μέτρο της δύναμης και το εμβαδό πάνω στο οποίο ασκείται.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

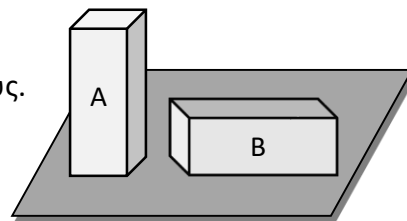
1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις.

- α. Πίεση ονομάζουμε το της δύναμης που ασκείται σε μία επιφάνεια προς το της επιφάνειας αυτής.
- β. Η μαθηματική σχέση μέσω της οποίας ορίζεται η πίεση είναι η
- γ. Μονάδα μέτρησης της πίεσης στο S.I. είναι το
- δ. Η πίεση εκφράζει την ικανότητα της δύναμης να προκαλέσει της επιφάνειας στην οποία ενεργεί.
- ε. Η πίεση είναι μέγεθος.
- στ. Η πίεση που δέχεται μία επιφάνεια είναι τόσο όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται κάθετα σε αυτή και όσο είναι το εμβαδόν της.
- ζ. Η πίεση μέσα σε ένα υγρό σε ισορροπία ονομάζεται..... πίεση, ενώ η πίεση του ατμοσφαιρικού αέρα ονομάζεται πίεση.

2. Ερωτήσεις τύπου Σωστού/ Λάθους:

- α) Η πίεση που δέχεται μια επιφάνεια όταν ασκείται σε αυτή μια κάθετη δύναμη είναι ανάλογη του εμβαδού της.
- β) Ένα αυτοκίνητο κινείται ευκολότερα πάνω στην άμμο όταν έχει φαρδιά λάστιχα.
- γ) Η πίεση έχει πάντοτε την κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται σε μια επιφάνεια.
- δ) Ένα παιδί μπορεί να στέκεται όρθιο πάνω στο κρεβάτι του ή να είναι ξαπλωμένο. Η πίεση στο κρεβάτι στην πρώτη περίπτωση είναι μεγαλύτερη.
- ε) Η πίεση που δέχεται μια επιφάνεια όταν ασκείται σε αυτή μια κάθετη δύναμη είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού της.
- στ) Αν μια επιφάνεια δέχεται πίεση $P=20\text{Pa}$ τότε κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας θα δέχεται κάθετη δύναμη μέτρου 20N.

3. Όταν δύναμη μέτρου F ασκείται κάθετα σε επιφάνεια εμβαδού A , η πίεση στην επιφάνεια είναι P . Αν ασκήσουμε κάθετα στην ίδια επιφάνεια δύναμη διπλάσιου μέτρου, τότε η πίεση
- θα διπλασιαστεί
 - θα παραμείνει η ίδια
 - θα υποδιπλασιαστεί
 - θα τετραπλασιαστεί.
4. Ποια από τις παρακάτω μονάδες δεν είναι μονάδα πίεσης;
- 1 Pa/m
 - 1 Pa
 - 1 N/m^2
 - 1 KPa
5. Η πίεση ενός σιδερένιου κυβικού κομματιού που βρίσκεται πάνω σε επίπεδη επιφάνεια είναι p . Αν η ακμή του κύβου διπλασιαστεί, τότε η πίεση θα γίνει:
- $\frac{p}{2}$
 - $2p$
 - $\frac{p}{4}$
 - $4p$
6. Μία δύναμη ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια και την παραμορφώνει. Η παραμόρφωση εξαρτάται
- μόνο από το εμβαδόν της επιφάνειας.
 - μόνο από το μέτρο της δύναμης.
 - από το μέτρο της δύναμης και από το εμβαδόν της επιφάνειας.
 - τίποτα από τα παραπάνω.
7. Τι ονομάζεται πίεση και ποιος είναι ο μαθηματικός της τύπος; Γιατί ένας χιονοδρόμος χρησιμοποιεί φαρδιά χιονοπέδιλα;
8. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται δύο κιβώτια ίδιου βάρους. Πιο από τα δύο προκαλεί μεγαλύτερη πίεση; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.



9. Η πίεση σε μια επιφάνεια εμβαδού A πάνω στην οποία ασκείται δύναμη F είναι P . Αν διπλασιάσουμε το μέτρο της δύναμης και ταυτόχρονα διπλασιάσουμε το εμβαδόν της επιφάνειας, τότε η πίεση .
- α. Θα τετραπλασιαστεί
 - β. Θα παραμείνει η ίδια
 - γ. Θα διπλασιαστεί
 - δ. Θα υποδιπλασιαστεί

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Μια δύναμη μέτρου $F=100\text{N}$ ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια εμβαδού $A=40\text{cm}^2$. Να υπολογίσετε την πίεση που ασκείται στην επιφάνεια.
2. Σε μια επιφάνεια ασκείται κάθετα δύναμη μέτρου $F=250\text{N}$ και δημιουργεί πίεση $P=50\text{Pa}$. Να υπολογιστεί το εμβαδόν της επιφάνειας.
3. Δύναμη μέτρου 600N ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια οπότε η πίεση στην επιφάνεια είναι 1500Pa . Να υπολογίσετε
 - α. το εμβαδόν της επιφάνειας
 - β. Πόση θα είναι η πίεση αν τριπλασιαστεί το εμβαδόν της επιφάνειας;
4. Ένα παιδί έχει μάζα $m=50\text{Kg}$ και στέκεται με τα δύο πόδια σε οριζόντιο έδαφος. Αν κάθε πατούσα έχει εμβαδόν $A=100\text{cm}^2$, να υπολογιστεί η συνολική πίεση που ασκεί στο έδαφος . Δίνεται $g=10\text{ m/s}^2$.
5. Ένα σώμα έχει εμβαδόν βάσης $0,3\text{ m}^2$ και η πίεση που προκαλεί στο έδαφος είναι 40.000 N/m^2 . Να υπολογίσετε το βάρος του.
6. Θέλουμε να βυθίσουμε μια πινέζα σε ένα ξύλο. Το κεφάλι της πινέζας έχει εμβαδόν $A_1=0,5\text{ cm}^2$ ενώ η μύτη της πινέζας έχει εμβαδόν $A_2=0,1\text{mm}^2$. Ασκούμε στο κεφάλι της πινέζας δύναμη μέτρου $F=20\text{N}$. Να υπολογίσετε την πίεση που δέχεται το δάκτυλό μας και η πίεση που δέχεται το ξύλο.
7. Ένας κύβος έχει βάρος 400N και ακμή 10 cm . Ποια είναι η πίεση που προκαλεί ο κύβος, όταν βρίσκεται πάνω σε οριζόντια επιφάνεια;
8. Μια δύναμη F ενεργεί κάθετα σε μία ορθογώνια επιφάνεια με πλευρές $\alpha = 5\text{cm}$ και $\beta = 3\text{cm}$. Αν η πίεση που προκαλεί στην επιφάνεια είναι $p = 140\text{ N/m}^2$, να βρείτε το μέτρο της δύναμης F .

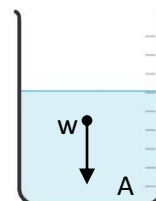
9. Η μάζα ενός ανθρώπου είναι ίση με $m = 90 \text{ kg}$. Να βρείτε την πίεση που προκαλεί ο άνθρωπος στο χιόνι όταν:
- α) βαδίζει με χιονοπέδιλα τα οποία έχουν εμβαδόν $A_1 = 3000 \text{ cm}^2$.
β) βαδίζει χωρίς χιονοπέδιλα και το συνολικό εμβαδό των παπουτσιών του είναι $A_2 = 300 \text{ cm}^2$.
10. Ένα τραπέζι έχει βάρος 200 N και βρίσκεται ακίνητο πάνω σε οριζόντιο πάτωμα. Καθένα από τα τέσσερα πόδια του τραπεζιού έχει εμβαδόν βάσης 5 cm^2 . Ποια είναι η πίεση που προκαλεί κάθε πόδι στο πάτωμα;
11. Ένα τραπέζι μάζας 10 Kg στηρίζεται σε οριζόντιο δάπεδο με τα τέσσερα πόδια του, το καθένα από τα οποία έχει εμβαδόν βάσης $A_1 = 5 \text{ cm}^2$. Αν στο τραπέζι ανέβει ένα παιδί μάζας 40 Kg που είναι ακίνητο και το κάθε πέλμα του έχει εμβαδόν $A_2 = 80 \text{ cm}^2$, να υπολογίσετε:
- α. την πίεση κάτω από το κάθε πόδι του παιδιού στο τραπέζι.
β. Την πίεση κάτω από το κάθε πόδι του τραπεζιού στο δάπεδο.
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Να υποθέσετε ότι το βάρος του παιδιού μοιράζεται ισοδύναμα και στα τέσσερα πόδια του τραπεζιού.

Υδροστατική πίεση

Ρευστά ονομάζουμε τα σώματα που δεν έχουν σταθερό σχήμα, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται. Τα ρευστά σώματα έχουν τη δυνατότητα να ρέουν. Ως ρευστά λοιπόν ορίζουμε **όλα τα υγρά και τα αέρια**. Τα πιο γνωστά ρευστά είναι το νερό και ο αέρας. Κάθε ρευστό που ισορροπεί προκαλεί πίεση. Η πίεση που προκαλούν τα **υγρά** ονομάζεται **υδροστατική πίεση**, ενώ η πίεση που προκαλεί ο **ατμοσφαιρικός αέρας** ονομάζεται **ατμοσφαιρική πίεση**.

Υδροστατική πίεση:

Στην διπλανή εικόνα παρατηρούμε ένα δοχείο που περιέχει υγρό, το οποίο ισορροπεί. Η πίεση που προκαλεί ένα υγρό το οποίο ισορροπεί σε κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή, ονομάζεται υδροστατική πίεση.



Πού οφείλεται η υδροστατική πίεση;

Απάντηση: Η υδροστατική πίεση οφείλεται στη βαρύτητα.

Αναλυτικότερα, το υγρό ασκεί μία κάθετη δύναμη στον πυθμένα η οποία είναι ίση με το βάρος του w , εφόσον ισορροπεί. Σύμφωνα με τον ορισμό της πίεσης, η πίεση στον πυθμένα, αν το δοχείο έχει εμβαδό A θα είναι $p = \frac{w}{A}$.

Όργανο μέτρησης της υδροστατικής πίεσης είναι το μανόμετρο.

Σημείωση:

Η υδροστατική πίεση δεν υπάρχει μόνο στον πυθμένα του δοχείου, αλλά και στα υπόλοιπα σημεία του.

Νόμος της υδροστατικής πίεσης:

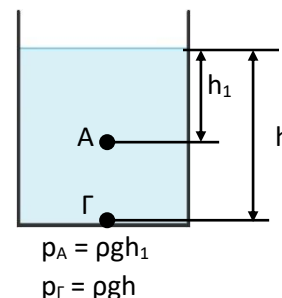
Σύμφωνα με πειράματα διαπιστώθηκε ότι η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη:

- με το βάθος h από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.
- της πυκνότητας ρ του υγρού.
- της επιτάχυνσης της βαρύτητας g στον τόπο που βρισκόμαστε.

Έτσι μπορούμε να διατυπώσουμε τον νόμο της υδροστατικής πίεσης στη γλώσσα των μαθηματικών:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Όπου p η υδροστατική πίεση με μονάδα στο S.I. το 1 N/m^2 (Pa), ρ η πυκνότητα με μονάδα μέτρησης στο S.I. το 1 kg/m^3 και g η επιτάχυνση της βαρύτητας με μονάδα στο S.I. το 1 m/s^2 .



Η υδροστατική πίεση **δεν** εξαρτάται από:

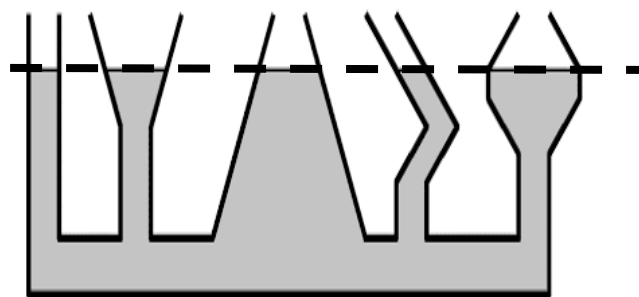
1. τον όγκο του υγρού που περιέχεται σε ένα δοχείο
2. το σχήμα του δοχείου.
3. Τον προσανατολισμό της μεμβράνης του μανομέτρου. Η πίεση είναι ίδια προς κάθε κατεύθυνση.

Συνέπειες της υδροστατικής πίεσης:

Στην καθημερινή μας ζωή υπάρχουν πολλά παραδείγματα της επίδρασης της υδροστατικής πίεσης. Ένα από αυτά είναι ο πόνος που αισθανόμαστε στα αυτιά μας όταν κατεβαίνουμε σε βάθος κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Επιπλέον στα φράγματα προσέχουμε ώστε η βάση τους να είναι όσο το δυνατόν πιο ανθεκτική, καθώς δεδομένου ότι βρίσκεται σε μεγαλύτερο βάθος, δέχεται και περισσότερη πίεση.

Συγκοινωνούντα δοχεία:

Από τον υδροστατικό νόμο συμπεραίνουμε ότι δύο σημεία ενός υγρού που ισορροπεί έχουν **την ίδια πίεση** όταν βρίσκονται **στο ίδιο βάθος**, δηλαδή **στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο**. Αυτό συμβαίνει τόσο σε διαφορετικά όσο και σε συγκοινωνούντα δοχεία. Μία εφαρμογή των συγκοινωνούντων δοχείων είναι η κατασκευή των δεξαμενών ύδρευσης των πόλων.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις:

α) Υδροστατική πίεση ονομάζουμε την πίεση που ασκούν τα λόγω του τους.

β) Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη του από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

γ) Το όργανο μέτρησης της υδροστατικής πίεσης είναι το

δ) Ο νόμος της υδροστατικής πίεσης εκφράζεται από την μαθηματική σχέση

ε) Η μονάδα μέτρησης της υδροστατικής πίεσης στο S.I είναι το 1

2. Η υδροστατική πίεση:

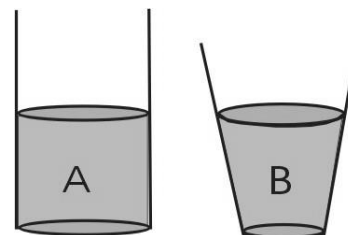
- α. είναι ανάλογη του βάθους.
- β. εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας.
- γ. είναι ανάλογη της πυκνότητας του υγρού.
- δ. όλα τα προηγούμενα.

3. Η υδροστατική πίεση σε ορισμένο βάθος από την επιφάνεια του νερού σε μια λίμνη:

- α. εξαρτάται από το σχήμα της λίμνης.
- β. δεν εξαρτάται από την επιτάχυνση της βαρύτητας.
- γ. είναι αντιστρόφως ανάλογη του βάθους.
- δ. είναι ίδια σε όλα τα σημεία της λίμνης που βρίσκονται στο ίδιο βάθος.

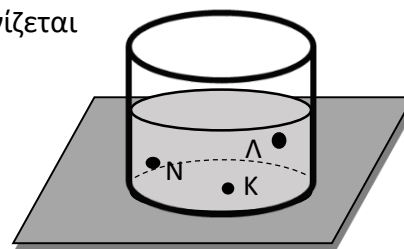
4. Τα δοχεία του διπλανού σχήματος έχουν διαφορετικό εμβαδόν βάσης. Τα έχουμε γεμίσει με νερό μέχρι η στάθμη τους να απέχει το ίδιο από τον πυθμένα τους. Η πίεση θα είναι

- α. μεγαλύτερη στον πυθμένα του δοχείου Α.
- β. μεγαλύτερη στον πυθμένα του δοχείου Β.
- γ. ίδια και στους δύο πυθμένες.
- δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.



5. Γεμίζουμε ένα πλαστικό μπουκάλι με νερό και ανοίγουμε δύο τρύπες, μία κοντά στον πυθμένα και μία λίγο ψηλότερα. Σε ποια από τις δύο τρύπες το νερό που εκτοξεύεται πηγαίνει πιο μακριά; Αιτιολογήστε την απάντησή σας με τη βοήθεια του νόμου της υδροστατικής πίεσης.

6. Σε ποιο από τα σημεία Κ, Λ, Ν του διπλανού δοχείου εμφανίζεται μεγαλύτερη πίεση; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.



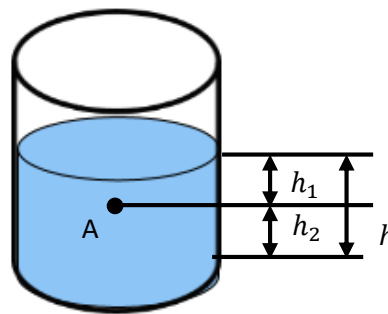
7. Σε ένα δοχείο περιέχεται υγρό πυκνότητα ρ . Η υδροστατική πίεση στο σημείο A του δοχείου δίνεται από τη σχέση:

α) $p_A = \rho \cdot g \cdot h_1$

β) $p_A = \rho \cdot g \cdot h_2$

γ) $p_A = \rho \cdot g \cdot h$

δ) $p_A = \rho \cdot h_1$



ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Η υδροστατική πίεση σε βάθος 20m από την επιφάνεια της θάλασσας είναι 200kPa. Πόση είναι η υδροστατική πίεση:

α) σε βάθος 5m από την επιφάνεια της θάλασσας

β) στον πυθμένα της θάλασσας που το βάθος της είναι 100m

γ) στην επιφάνεια της θάλασσας

Υπενθυμίζουμε ότι $1\text{kPa} = 1000\text{Pa}$.

2. Δοχείο ύψους $h=0,6\text{m}$ περιέχει νερό με πυκνότητα $\rho = 1\text{g/cm}^3$. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$. Να υπολογίσεις:

A. την υδροστατική πίεση σε σημείο A που βρίσκεται σε βάθος $h_1=0,3\text{m}$ από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

B. την υδροστατική πίεση στον πυθμένα του δοχείου.

Γ. τη δύναμη που δέχεται ο πυθμένας του δοχείου από το νερό αν το εμβαδόν του είναι $A=400\text{cm}^2$.

3. Διαθέτουμε δύο κυλινδρικά δοχεία. Το πρώτο περιέχει νερό πυκνότητας $\rho_1= 1000\text{kg/m}^3$ σε ύψος $h_1=0,4\text{m}$ ενώ το δεύτερο περιέχει λάδι πυκνότητας $\rho_2= 800\text{kg/m}^3$. Αν γνωρίζουμε ότι οι υδροστατικές πιέσεις στον πυθμένα των δύο δοχείων είναι ίσες ,να υπολογιστεί το ύψος h_2 της στήλης του λαδιού. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

4. Ένα κυλινδρικό δοχείο ύψους $h=20\text{cm}$ είναι γεμάτο με λάδι. Η υδροστατική πίεση στον πυθμένα του δοχείου είναι $P=1600\text{Pa}$. Αν $g=10\text{m/s}^2$:

α. Να υπολογιστεί η πυκνότητα του λαδιού.

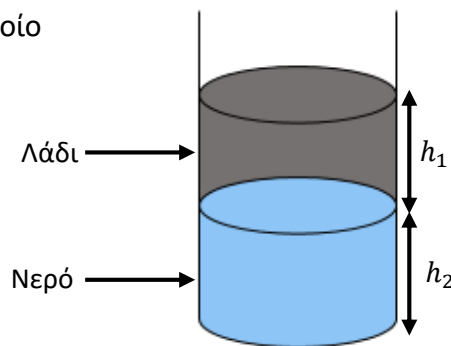
β. Αν το εμβαδόν του πυθμένα είναι $A=0,01\text{m}^2$ να υπολογιστεί η δύναμη που δέχεται ο πυθμένας εξ αιτίας της υδροστατικής πίεσης.

5. Το δοχείο του διπλανού σχήματος περιέχει λάδι, το οποίο έχει πυκνότητα $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ και νερό πυκνότητας $\rho_2 = 10^3 \text{ kg/m}^3$. Αν $h_1 = 10 \text{ cm} = h_2$, να βρείτε την υδροστατική πίεση.

α. Στο σημείο της διαχωριστικής επιφάνειας των δύο υγρών.

β. Στον πυθμένα του δοχείου.

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.



6. Ένα υποβρύχιο βρίσκεται σε βάθος 10m. Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι $\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$

α. Να υπολογίσετε την υδροστατική πίεση σε αυτό το βάθος.

β. Αν θέλαμε να ανοίξουμε μια καταπακτή διαστάσεων 0,5m επί 0,5m, να υπολογίσετε την δύναμη που θα έπρεπε να ασκήσουμε.

7. Ένα δοχείο ύψους 0,8 m είναι γεμάτο με υγρό. Μετράμε την πίεση σε βάθος 0,4 m και η ένδειξη του μανομέτρου είναι 300 Pa. Πόση είναι η πίεση στον πυθμένα του δοχείου;

8. Σε ένα πλοίο που βρίσκεται σε μια λίμνη, δημιουργείται λόγω σύγκρουσης ρήγμα με εμβαδόν $A = 200 \text{ cm}^2$. Σε βάθος $h = 2 \text{ m}$ κάτω από την επιφάνεια της λίμνης. Για να εμποδίσουμε την εισροή του νερού τοποθετούμε ένα μεταλλικό πώμα ίδιων διαστάσεων με το ρήγμα.

α. Να υπολογίσετε την πίεση που υπάρχει σε ένα σημείο που είναι το πώμα, εξαιτίας της υδροστατικής πίεσης του νερού.

β. Ποιο είναι το μέτρο της ελάχιστης κάθετης δύναμης που πρέπει να ασκήσουμε στο πώμα ώστε να εμποδίσουμε την εισροή το νερού στο πλοίο, αν δεχθούμε ότι ασκείται μόνο η υδροστατική πίεση;

Δίνονται ότι η πυκνότητα του νερού της λίμνης είναι $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$. Αγνοήστε την επίδραση της ατμοσφαιρικής πίεσης

Ατμοσφαιρική Πίεση

Ατμόσφαιρα: Είναι το μείγμα αερίων που περιβάλλει τη Γη. Τα αέρια αυτά κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις ενώ ταυτόχρονα έλκονται από τη Γη λόγω της βαρύτητας.

Ατμοσφαιρική πίεση:

Είναι η πίεση που προκαλείται από τον ατμοσφαιρικό αέρα σε κάθε επιφάνεια που βρίσκεται μέσα σε αυτόν. Όπως και η υδροστατική, η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στην βαρύτητα.

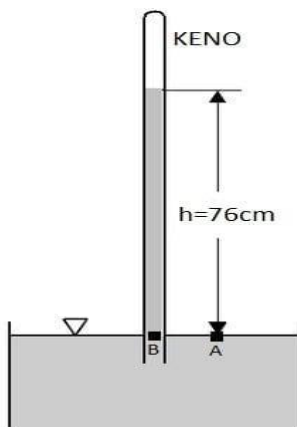
Όργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το **βαρόμετρο**.

Η **τιμή** της ατμοσφαιρικής πίεσης εξαρτάται από **το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας**. Τα ανώτερα στρώματα αέρα πιέζουν τα κατώτερα λόγω του βάρους τους. Συνεπώς όσο **μεγαλύτερο** είναι **το ύψος**, τόσο **μικρότερη** θα είναι η **ατμοσφαιρική πίεση**.

Στην επιφάνεια της θάλασσας η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης ορίζεται ως πίεση μίας ατμόσφαιρας και είναι ίση με 1 atm, δηλαδή περίπου 100.000 Pa.

Το πείραμα του Τορικέλι:

Ο Τορικέλι χρησιμοποίησε έναν γυάλινο σωλήνα μήκους ενός μέτρου, τον οποίο γέμισε με υδράργυρο. Αφού τον ανέστρεψε, τον βύθισε σε μια μικρή λεκάνη που περιείχε ήδη υδράργυρο. Ο υδράργυρος μέσα στον κλειστό γυάλινο σωλήνα κατέβηκε, δημιουργώντας ένα κενό πάνω από την ελεύθερη επιφάνειά του. Χρησιμοποιώντας την υδροστατική πίεση και μεταγενέστερες, έννοιες μπορούμε να μετρήσουμε την ατμοσφαιρική πίεση, βάση του πειράματος του Τορικέλι.



Κάνοντας το πείραμα κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας θα βρούμε το ύψος της στάθμης του υδραργύρου ίσο με 76cm. Τα σημεία A και B βρίσκονται στο ίδιο υγρό και στο ίδιο επίπεδο, άρα, σύμφωνα με την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων έχουν την ίδια πίεση.

$$\text{Άρα: } p_A = p_B \quad (1)$$

Όμως η p_A είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση, ενώ την p_B μπορούμε να την υπολογίσουμε από τον νόμο της υδροστατικής.

$$p_A = p_{\text{ατμοσφαιρική}} \quad (2)$$

$$p_B = \rho_{\text{υδραργύρου}} \cdot g \cdot h \quad (3)$$

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (1), (2) και (3), μπορούμε να υπολογίσουμε την ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας. Δίνεται ότι $\rho_{\text{υδραργύρου}} = 13.600 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ και $h = 76\text{cm} = 0,76\text{m}$.

$$P_{\text{ατμ}} = \rho_{\text{υδραργύρου}} \cdot g \cdot h = 13.600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76\text{m} = 101.293 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{ ή } Pa$$

Συνεπώς για την επιφάνεια της θάλασσα θα ισχύει ότι $p_{\text{atm}} = 1\text{atm} \cong 100.000\text{Pa}$.

Δυνάμεις λόγω ατμοσφαιρικής πίεσης:

Λόγω της ατμοσφαιρικής πίεσης τα σώματα δέχονται μεγάλες δυνάμεις. Μάλιστα το ανθρώπινο σώμα δέχεται δυνάμεις της τάξης 10^5 N . Ωστόσο εμείς δεν το καταλαβαίνουμε καθώς η πίεση στο εσωτερικό μας είναι ίδια με την ατμοσφαιρική πίεση, με αποτέλεσμα η δύναμη που μας ασκεί ο αέρας να εξουδετερώνεται. Εφαρμογές της ατμοσφαιρικής πίεσης βρίσκουμε και στην καθημερινή μας ζωή, όπως όταν ρουφάμε με το καλαμάκι, ή όταν χρησιμοποιούμε λαστιχένιες βεντούζες.

Προσοχή!

Σε πολλές ασκήσεις μπορεί να ζητηθεί να υπολογίσουμε την συνολική πίεση. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας και την ατμοσφαιρική πίεση. Συνεπώς χρησιμοποιούμε τη σχέση:

$$p_{\text{ολ}} = p_{\text{υδρ.}} + p_{\text{ατμ.}} = \rho \cdot g \cdot h + p_{\text{ατμ.}}$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις

A. Η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στο του της ατμόσφαιρας.

B. Όργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το

Γ. 1atm είναι περίπου ίση με Pa.

2. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις προτάσεις που ακολουθούν.

A. Η ατμοσφαιρική πίεση οφείλεται στην πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα.

B. Ο Torricelli στο πείραμά του χρησιμοποίησε νερό.

Γ. Αν το πείραμα του Torricelli γίνει στη κορυφή ενός βουνού τότε το ύψος της στήλης του υδραργύρου στο σωλήνα θα είναι και πάλι 76cm.

Δ. Η ατμοσφαιρική πίεση ασκείται μόνο στα σώματα που βρίσκονται στην επιφάνεια της θάλασσας.

Ε. Μονάδα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το 1N (Νιούτον).

3. Σε ποια από τις παρακάτω περιοχές η ατμοσφαιρική πίεση είναι μεγαλύτερη;

Α. στην κορυφή του Ολύμπου.

Β. στην κορυφή της Πάρνηθας.

Γ. Στο λιμάνι του Πειραιά.

Δ. η ατμοσφαιρική πίεση θα είναι παντού η ίδια.

4. Γεμίζουμε ένα ποτήρι με νερό μέχρι την άκρη του ποτηριού και το σκεπάζουμε μ' ένα φύλλο χαρτί. Αναποδογυρίζουμε το ποτήρι στηρίζοντας με το χέρι μας το χαρτί. Αν αποσύρουμε το χέρι μας, θα δούμε ότι το νερό δεν χάνεται. Να δώσετε μια σύντομη εξήγηση.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Ένας δύτης βρίσκεται σε βάθος $h=30\text{m}$ από την επιφάνεια της θάλασσας. Η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι $\rho_{\text{θάλασσας}} = 1040\text{kg/m}^3$, η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$ και η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P_{\text{ατμοσφ}} = 100.000\text{Pa}$. Να υπολογίσετε τη συνολική πίεση που δέχεται ο δύτης σε Pa και σε atm.

2. Στην επιφάνεια της θάλασσας επικρατεί ατμοσφαιρική πίεση $P_{\text{atm}} = 1\text{atm} = 10^5\text{Pa}$. Να υπολογίσετε τη συνολική πίεση σε βάθος $h = 10\text{m}$, αν η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι $\rho = 1020\text{kg/m}^3$ και $g = 10\text{m/s}^2$.

Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά – Αρχή του Πασκάλ

Η φιάλη της διπλανής εικόνας είναι γεμάτη με υγρό και κλείνεται ερμητικά με έμβολο. Ασκώντας μία δύναμη F προς το υγρό στο έμβολο μεταβάλλουμε την πίεση και παρατηρούμε ότι το υγρό εκτοξεύεται με την ίδια ταχύτητα από όλες τις οπές της φιάλης. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως η μεταβολή της πίεσης, λόγω της δύναμης που ασκήσαμε στο έμβολο, μεταδόθηκε σε όλα τα σημεία του υγρού και μάλιστα αναλλοίωτη.



Αρχή του Πασκάλ:

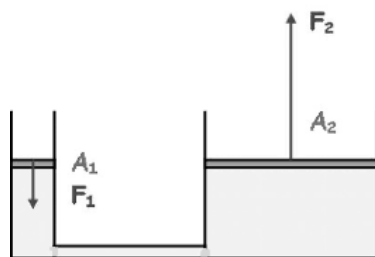
Κάθε μεταβολή της πίεσης σε οποιοδήποτε σημείο ενός περιορισμένου ρευστού που είναι ακίνητο (ισορροπεί) προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα του τα σημεία.

Εφαρμογή της αρχής του Πασκάλ – υδραυλικό πιεστήριο:

Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται ένα υδραυλικό πιεστήριο με δύο έμβολα, ένα μικρού εμβαδού και ένα μεγάλου εμβαδού, Δηλαδή $A_1 < A_2$. Ασκούμε μία εξωτερική δύναμη F_1 στο μικρό έμβολο με αποτέλεσμα να δημιουργείται πίεση $p_1 = \frac{F_1}{A_1}$.

Σύμφωνα με την αρχή του Πασκάλ η πίεση p_1 θα μεταφερθεί αναλλοίωτη στο μεγάλο έμβολο και έτσι θα ισχύει ότι $p_1 = p_2$.

Για να βρούμε την δύναμη F_2 που ασκεί το υγρό στο μεγάλο έμβολο με εμβαδό A_2 εργαζόμαστε ως εξής:



$$p_1 = p_2 \Leftrightarrow$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Leftrightarrow$$

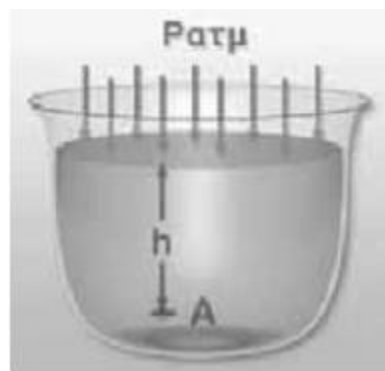
$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

Εφόσον $A_2 > A_1$ από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ότι $F_2 > F_1$. Συνεπώς το υδραυλικό πιεστήριο λειτουργεί ως «πολλαπλασιαστής» δύναμης.

Μάλιστα η δύναμη F_2 είναι τόσες φορές μεγαλύτερη από την F_1 όσες φορές είναι μεγαλύτερο το εμβαδόν A_2 από το εμβαδόν A_1 .

Πίεση σε υγρό:

Αν διαθέτουμε ανοικτό δοχείο γεμισμένο με υγρό, στην επιφάνειά του υπάρχει ατμοσφαιρική πίεση. Με βάση την Αρχή του Πασκάλ η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια του υγρού μεταδίδεται αμετάβλητη σε όλα τα σημεία. Συνεπώς σε κάποιο σημείο Α η ολική πίεση θα είναι το άθροισμα της ατμοσφαιρικής και της υδροστατικής πίεσης.



$$p_{ολ} = p_{ατμ} + p_{υδρ} = p_{ατμ} + \rho \cdot g \cdot h$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις.

Α. Σύμφωνα με την αρχή του, η μεταβολή της σε ένα σημείο ενός υγρού μεταδίδεται αμετάβλητη σε όλα τα σημεία του.

Β. Το υδραυλικό πιεστήριο πολλαπλασιάζει τη που ασκούμε στο έμβολο μικρού εμβαδού ενώ η παραμένει σταθερή.

Γ. Σε ένα ανοικτό δοχείο η πίεση που δέχεται ο πυθμένας του είναι ίση με το άθροισμα της πίεσης λόγω του βάρους του αέρα και της πίεσης λόγω του βάρους του υγρού που περιέχει το δοχείο.

2. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις προτάσεις που ακολουθούν.

Α. Η δύναμη στο μεγάλο έμβολο ενός υδραυλικού πιεστηρίου είναι μικρότερη της δύναμης στο μικρό έμβολο.

Β. Η πίεση που δέχεται το μεγάλο έμβολο ενός υδραυλικού πιεστηρίου είναι ίση με την πίεση που δέχεται το μικρό έμβολο.

Γ. Με το υδραυλικό πιεστήριο εκμεταλλευόμαστε την αρχή του Πασκάλ.

Δ. Με βάση την αρχή του Πασκάλ η πίεση που ασκείται σε ένα σημείο ενός υγρού μεταδίδεται αμετάβλητη σε όλα τα σημεία του υγρού εκτός από τα σημεία του πυθμένα του δοχείου στο οποίο αυτό περιέχεται.

3. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο, ασκώντας δύναμη F στο έμβολο που βρίσκεται στο σωλήνα με το μικρότερο εμβαδόν διατομής, τότε

α. η δύναμη που ασκήθηκε μεταφέρθηκε αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του υγρού

β. Η πίεση που δημιουργήσε η δύναμη μεταφέρθηκε αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του υγρού

γ. οι μετατοπίσεις των δύο εμβόλων είναι ίσες.

δ. η πίεση στο μικρό έμβολο είναι μεγαλύτερη από την πίεση στο μεγάλο.

4. Σε μία υδραυλική αντλία το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου είναι $A_2 = 20A_1$. Αν F_1 , F_2 και P_1 , P_2 οι δυνάμεις και οι πιέσεις αντίστοιχα τότε:

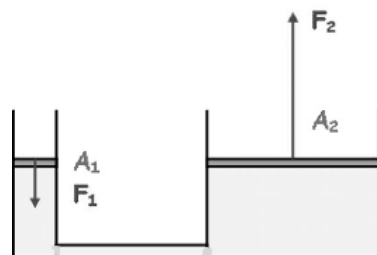
- α. $F_2 = F_1$
- β. $P_1 = P_2$
- γ. $F_1 = 20F_2$
- δ. $P_2 = 20P_1$

5. Αν η δύναμη F_2 στο μεγάλο έμβολο ενός υδραυλικού πιεστηρίου είναι εξαπλάσια της δύναμης F_1 που ασκείται στο μικρό έμβολο, τότε:

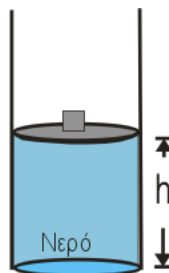
- α. $A_1 = 6A_2$
- β. $A_1 = \frac{1}{6}A_2$
- γ. $A_1 = 3A_2$
- δ. $A_1 = A_2$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο το εμβαδόν του μικρού εμβόλου είναι $A_1=800\text{cm}^2$. Αν στο μικρό έμβολο ασκήσουμε δύναμη $F_1=160\text{N}$ τότε:
 - A. πόση είναι η πίεση που δέχεται το μικρό έμβολο;
 - B. πόση είναι η πίεση που δέχεται το μεγάλο έμβολο
 - Γ. πόσο πρέπει να είναι το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου ώστε η δύναμη που θα πάρουμε να είναι διπλάσια αυτής που ασκήσαμε;
2. Μια ανοικτή δεξαμενή ύψους $h=5\text{m}$ είναι γεμάτη με νερό. Η βάση της δεξαμενής έχει σχήμα ορθογωνίου με πλευρές $\beta=5\text{mm}$ και $\gamma=5\text{m}$. Να υπολογίσετε:
 - A. την πίεση που δέχεται ο πυθμένας της δεξαμενής από το νερό μόνο.
 - B. την πίεση που δέχεται συνολικά ο πυθμένας της δεξαμενής.
 - Γ. την συνολική δύναμη που ασκείται στον πυθμένα του δοχείου.
 Δίνονται: $\rho_{\text{νερού}} = 1000\text{kg/m}^3$, $P_{\text{ατμοσφ.}} = 10\text{ N/m}^2$ και $g = 10\text{m/s}^2$.
3. Στο υδραυλικό πιεστήριο της εικόνας ασκούμε δύναμη $F_1 = 10\text{N}$ στο έμβολο εμβαδού A_1 . Ποια πρέπει να είναι η σχέση των εμβαδών A_2 / A_1 ώστε να ανυψώσουμε βάρος $F_2 = 10.000\text{N}$ από το έμβολο εμβαδού A_2 ;



4. Ένα δοχείο που περιέχει νερό σε ύψος $h = 4\text{m}$, κλείνεται στο πάνω μέρος με έμβολο βάρους $W = 10\text{N}$. Το εμβαδόν του εμβόλου είναι $A = 10\text{cm}^2$, η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P_{\text{atm}} = 1\text{atm} = 10^5\text{Pa}$, η πυκνότητα του νερού $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ και $g = 10\text{m/s}^2$. Να υπολογίσετε τη συνολική πίεση που δέχεται ο πυθμένας του δοχείου.



Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη

Όταν προσπαθούμε να βυθίσουμε ένα σώμα σε κάποιο υγρό, παρατηρούμε ότι εκείνο μας ασκεί μία αντίσταση προς τα πάνω. Για παράδειγμα έστω 'τι βυθίζουμε μία πλαστική μπάλα. Όταν αφήσουμε την μπάλα εκείνη θα ανεβεί προς τα πάνω. Έτσι λοιπόν παρατηρούμε ότι τα υγρά ασκούν μία δύναμη προς τα πάνω, την οποία ονομάζουμε **άνωση**.

Ορισμός

Ορίζουμε ως άνωση την κατακόρυφη δύναμη **με φορά προς τα πάνω** που ασκείται σε ένα σώμα το οποίο βυθίζεται κατά μέρος του ή ολόκληρο σε ένα οποιοδήποτε υγρό.

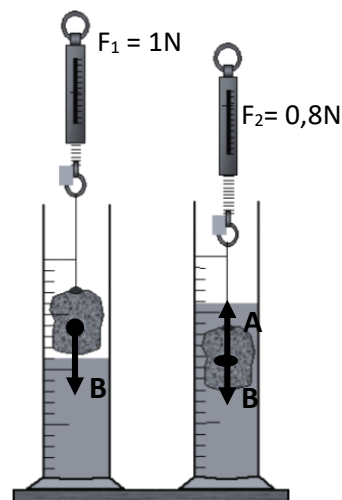
Σημείωση: Η άνωση είναι δύναμη που ασκούν **όλα τα ρευστά**, ακόμα και ο **αέρας**.

Μέτρηση της άνωσης: Για να μετρήσουμε τη δύναμη της άνωσης που δέχεται ένα σώμα σε ένα υγρό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα δυναμόμετρο. Αρχικά κρεμάμε το σώμα στο δυναμόμετρο και μετράμε την ένδειξη του, η οποία θα είναι ίση με το βάρος του σώματος. Στη συνέχεια βυθίζοντας το σώμα στο υγρό παρατηρούμε ότι η ένδειξη του δυναμόμετρου μειώθηκε, καθώς πλέον αυτό μετράει την συνισταμένη της άνωσης και του βάρους. Η άνωση είναι η διαφορά των δύο ενδείξεων.

Παράδειγμα:

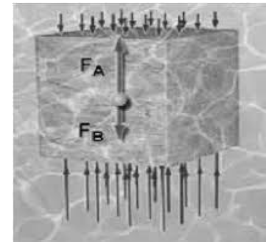
Έστω ότι διαθέτουμε ένα σώμα βάρους 1N . Το δυναμόμετρο πριν βυθίσουμε το σώμα στο υγρό θα δείχνει ένδειξη $F_1 = 1\text{N}$. Βυθίζουμε το σώμα στο υγρό και παρατηρούμε την ένδειξη του δυναμόμετρου να μειώνεται, με $F_2 = 0,8\text{N}$. Συνεπώς η άνωση θα είναι:

$$A = F_1 - F_2 = 1\text{N} - 0,8\text{N} = 0,2\text{N}$$



Πως δημιουργείται η άνωση;

Όπως γνωρίζουμε τα υγρά ασκούν κάθετες δυνάμεις στα σώματα που είναι βυθισμένα σε αυτά προς όλες τις κατευθύνσεις. Αν πάρουμε για παράδειγμα το διπλανό σχήμα ο κύβος δέχεται τόσο πλάγιες όσο και κατακόρυφες δυνάμεις. Οι δυνάμεις που ασκούνται στις πλάγιες πλευρές είναι μεταξύ τους αντίθετες και αλληλοεξουδετερώνονται. Αυτό δεν ισχύει και με τις κατακόρυφες δυνάμεις λόγω διαφορετικής υδροστατικής πίεσης. Μάλιστα η F_A που ασκούν τα βαθύτερα στρώματα νερού είναι μεγαλύτερη από την F_B . Έτσι η συνισταμένη δύναμη των F_A και F_B έχει την φορά της F_A . Η συνισταμένη των F_A και F_B είναι η άνωση.



Η Αρχή του Αρχιμήδη:

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την άνωση θα πρέπει να δούμε από ποια μεγέθη εξαρτάται. Ο Αρχιμήδης ήταν ο πρώτος που μελέτησε πειραματικά την άνωση και διαπίστωσε ότι είναι ίση με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται. Πράγματι αν πάρουμε το σώμα που χρησιμοποιήσαμε στο προηγούμενο παράδειγμα και το βυθίσουμε σε δοχείο που έχει οπή θα δούμε ότι ένα μέρος του υγρού εκτοπίζεται. Αν μετρήσουμε το βάρος του υγρού που εκτοπίστηκε θα το βρούμε 0,2N.



Κάθε σώμα που βυθίζεται σε ένα υγρό που ισορροπεί δέχεται τόση άνωση όσο είναι και το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα (Αρχή του Αρχιμήδη). Δηλαδή:

$$A = w_{\text{υγρού που εκτοπίζεται}} = m_{\text{υγρού που εκτοπίζεται}} \cdot g \quad (1)$$

Γνωρίζουμε όμως ότι: $\rho_{\text{υγρού}} = \frac{m_{\text{υγρού}}}{V_{\text{βυθ}}}$ $\Leftrightarrow m_{\text{υγρού}} = \rho_{\text{υγρού}} \cdot V_{\text{βυθ}}$ (2)

Αντικαθιστώντας την (2) στην (1) προκύπτει: $A = \rho_{\text{υγρού}} \cdot g \cdot V_{\text{βυθ}}$

Παρατήρηση: Ο όγκος $V_{\text{βυθ}}$ είναι ο όγκος του βυθισμένου σώματος, ο οποίος είναι ίσος με τον όγκο του υγρού που εκτοπίστηκε. **Προσοχή!** Αν δεν βυθίσουμε ολόκληρο το σώμα ο όγκος $V_{\text{βυθ}}$ είναι ο χώρος που καταλαμβάνει το μέρος του σώματος που βυθίστηκε.

Συμπεράσματα:

Η άνωση εξαρτάται από:

1. Την πυκνότητα του υγρού.
2. Τον όγκο του σώματος που έχει βυθιστεί.
3. Τον τόπο στον οποίο γίνεται η μέτρηση.

Η άνωση **δεν εξαρτάται** από:

1. Το σχήμα του σώματος
2. Το βάρος του σώματος
3. Το βάθος στο οποίο βρίσκεται το σώμα (εφόσον είναι ολόκληρο βυθισμένο).

Πλεύση

Οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα όταν είναι ολόκληρο βυθισμένο σε ένα υγρό είναι το βάρος του και η άνωση. Για να δούμε τι θα συμβεί στο σώμα όταν είναι βυθισμένο σε ένα υγρό θα πρέπει να συγκρίνουμε αυτές τις δύο δυνάμεις δηλαδή:

- Αν $w > A$ τότε $\rho_{\text{σώματος}} > \rho_{\text{υγρού}}$ οπότε το σώμα θα κινηθεί προς τον πυθμένα του δοχείου.
- Αν $w = A$ τότε $\rho_{\text{σώματος}} = \rho_{\text{υγρού}}$ οπότε το σώμα θα ισορροπεί στο σημείο όπου βρίσκεται.
- Αν $w < A$ τότε $\rho_{\text{σώματος}} < \rho_{\text{υγρού}}$ οπότε το σώμα θα κινηθεί προς την επιφάνεια του υγρού, άρα θα επιπλεύσει αφού κάποια στιγμή η άνωση θα γίνει ίση με το βάρος του βυθισμένου τμήματος του σώματος.

Συνθήκη πλεύσης:

Η συνθήκη πλεύσης εκφράζεται από τη σχέση: Άνωση = Βάρος σώματος ή $A = w$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις.

- α. Η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα από ένα υγρό μέσα στο οποίο είναι βυθισμένο λέγεται
- β. Η άνωση οφείλεται στην πίεση.
- γ. Σύμφωνα με την αρχή του, η άνωση είναι ίση με το του εκτοπιζόμενου υγρού.
- δ. Η άνωση διεύθυνση με φορά προς

2. Έχουμε δέσει στην άκρη ενός δυναμόμετρου μία πέτρα η οποία ισορροπεί. Στη συνέχεια, βυθίζουμε την πέτρα μέσα σε νερό. Η ένδειξη του δυναμόμετρου:

- α. Δεν θα αλλάξει.
- β. Θα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με πριν.
- γ. Θα είναι μικρότερη σε σχέση με πριν.

3. Σε ένα δοχείο που είναι γεμάτο με νερό ρίχνουμε μέσα μία πέτρα. Τότε:

- α. Η πέτρα επειδή βυθίζεται δεν δέχεται άνωση.
- β. Η άνωση που δέχεται η πέτρα ισούται με το βάρος του εκτοπιζόμενου υγρού.

γ. Η άνωση που δέχεται η πέτρα είναι ίση με το βάρος του υγρού που βρίσκεται μέσα στο δοχείο.

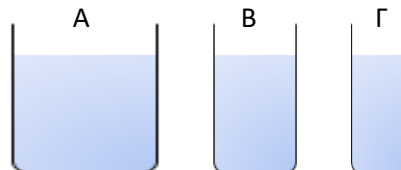
4. Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα που σας δίνεται. Και στα τρία δοχεία βυθίζουμε ολόκληρο ένα ξύλινο κύβο. Σε ποιο από τα δοχεία η άνωση που δέχεται ο κύβος θα είναι μεγαλύτερη

α. στο Α.

β. στο Β.

γ. στο Γ.

δ. θα είναι ίδια και στα τρία δοχεία.



5. Δύο σφαίρες, μία σιδερένια και μία χάλκινη έχουν τον ίδιο όγκο. Η σιδερένια σφαίρα έχει βάρος 12N ενώ όταν είναι βυθισμένη σε νερό η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι 7N. Αν η χάλκινη σφαίρα έχει βάρος 8N ποια θα είναι η ένδειξη του δυναμόμετρου όταν η σφαίρα βυθιστεί μέσα στο νερό;

A. 1N.

B. 3N

Γ. 4N.

Δ. 15N.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

6. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις προτάσεις που ακολουθούν.

A. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα που είναι βυθισμένο ολόκληρο σε κάποιο υγρό εξαρτάται από τον τόπο που γίνεται η μέτρηση.

B. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα που είναι βυθισμένο ολόκληρο σε κάποιο υγρό εξαρτάται από την ποσότητα του υγρού.

Γ. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα που είναι βυθισμένο ολόκληρο σε κάποιο υγρό εξαρτάται από το είδος του υγρού.

Δ. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα που είναι βυθισμένο ολόκληρο σε κάποιο υγρό εξαρτάται από το βάθος που βρίσκεται το σώμα από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Ε. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα που είναι βυθισμένο ολόκληρο σε κάποιο υγρό εξαρτάται από τον όγκο του σώματος που βυθίσαμε.

Στ. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα που είναι βυθισμένο ολόκληρο σε κάποιο υγρό εξαρτάται από την πυκνότητα του σώματος.

7. Διαθέτουμε έναν κύλινδρο και αρχίζουμε να τον βυθίζουμε μέσα σε υγρό. Τότε:

α. Κατά τη διάρκεια της βύθισης η άνωση παραμένει σταθερή.

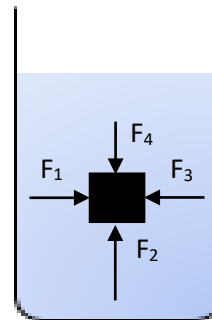
β. Κατά τη διάρκεια της βύθισης το βάρος μεταβάλλεται.

γ. Μέγιστη άνωση έχουμε όταν ο κύλινδρος έχει βυθιστεί ολόκληρος μέσα στο υγρό.

δ. Το βάρος του σώματος είναι συνεχώς ίσο με την άνωση.

8. Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα που σας δίνεται. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα έχουν μέτρα $F_1=10\text{N}$, $F_2=15\text{N}$, $F_3=10\text{N}$ και $F_4=8\text{N}$. Η άνωση που δέχεται το σώμα είναι ίση με:

- α. 43N .
β. 7N .
γ. 23N .
δ. 25N .



ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Ένα σώμα που έχει σχήμα κύβου πλευράς $a = 4\text{cm}$ βυθίζεται ολόκληρο σε υγρό πυκνότητας $\rho_{\text{υγρού}} = 600\text{ kg/m}^3$. Να υπολογίσετε:
- α. τον όγκο του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα.
β. τη μάζα του υγρού που εκτοπίζεται.
γ. την άνωση που δέχεται το σώμα όταν είναι βυθισμένο ολόκληρο μέσα στο υγρό.
Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$
2. Ένα σώμα βάρους 200 N και όγκου $0,02\text{ m}^3$ επιπλέει βυθισμένο σε υγρό κατά το $\frac{1}{4}$ του όγκου του. Αν $\rho_{\text{υγρού}} = 1000\text{ kg/m}^3$ πόση άνωση δέχεται το σώμα; Δίνεται $g = 10\text{ m/s}^2$
3. Ένα σώμα είναι αναρτημένο από ένα δυναμόμετρο και ισορροπεί. Η ένδειξη του δυναμόμετρου όταν το σώμα είναι στον αέρα είναι 60N και όταν βυθίζεται ολόκληρο στο νερό 40N . Να υπολογιστεί η άνωση που δέχεται το σώμα από το νερό καθώς και ο όγκος του σώματος. Δίνεται $g = 10\text{m/s}^2$ και $\rho_{\text{νερού}} = 1000\text{ kg/m}^3$.
4. Κύβος πλευράς $a = 2\text{ cm}$ είναι ολόκληρος βυθισμένος μέσα σε υγρό πυκνότητας $\rho_1 = 2\text{ g/cm}^3$. Η πάνω επιφάνεια του κύβου βρίσκεται σε βάθος $h_1 = 10\text{ cm}$. Να βρείτε
- α. την υδροστατική πίεση στα σημεία της πάνω και της κάτω επιφάνειας του κύβου,
β. τις δυνάμεις που δέχονται η πάνω και η κάτω επιφάνεια του κύβου λόγω υδροστατικής πίεσης,
γ. την άνωση που δέχεται ο κύβος.
Τι παρατηρείτε; Δίνονται $g = 10\text{ m/s}^2$.

Έργο και Ενέργεια

Ενέργεια

Στην Φυσική ο όρος ενέργεια, είναι μια έννοια η οποία χρησιμοποιείται πολύ συχνά. Η ενέργεια όταν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες είναι ικανή να προκαλεί μεταβολές σε διάφορα σώματα τόσο στο περιβάλλον που βρίσκονται όσο και στον ίδιο τον εαυτό τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο άνθρωπος αφού για να μπορεί να ανταπεξέλθει μέσα στην ημέρα θα πρέπει να έχει ενέργεια την οποία αποκτά μέσω της τροφής.

Η ενέργεια έχει πολλές μορφές, οι οποίες είναι:

- Κινητική Ενέργεια
- Δυναμική Ενέργεια
- Χημική Ενέργεια
- Ηλεκτρική Ενέργεια
- Θερμική Ενέργεια
- Φωτεινή Ενέργεια

Όπως αναφέραμε πιο πάνω η ενέργεια παρουσιάζεται με πολλές μορφές ανάλογα με το περιβάλλον που βρίσκεται. Ωστόσο, σε μια μεταβολή μπορεί να μετατραπεί από την μορφή που βρίσκεται σε άλλη ή ακόμα έχει την δυνατότητα να μεταφερθεί από σώμα σε σώμα. **Αξίζει να σημειωθεί ότι σε κάθε μετατροπή ή μεταφορά η συνολική ενέργεια παραμένει σταθερή.**

Έργο

Στην καθημερινότητά μας η λέξη έργο χρησιμοποιείται πολύ συχνά αλλά με μία έννοια η οποία δεν αντιπροσωπεύει την έννοια με την οποία χρησιμοποιείται στην φυσική, όπως η φράση “η κατασκευή του ουρανοξύστη ήταν ένα πάρα πολύ δύσκολο έργο”. Η αρχική κατανόηση της ιδέας του έργου προέρχεται από τους αρχαίους Έλληνες. Αυτή η έννοια αναπτύχθηκε μέσω της προσπάθειάς τους να εξηγήσουν πώς μπορεί να σηκωθεί ένα βαρύ αντικείμενο χρησιμοποιώντας έναν μοχλό και εφαρμόζοντας μόνο λίγη δύναμη. Έτσι, σύμφωνα με το αποτέλεσμα που είχαν διαπίστωσαν ότι η δύναμη και η μετατόπιση συνδυάζονται με κάποιο τρόπο.

Ο Γάλλος φυσικός Κοριόλις το 1829, ορίζει το γινόμενο αυτό, της δύναμης με την μετατόπιση, **ΕΡΓΟ**.

Με τον ορισμό έργο περιγράφεται η μεταφορά ή η μετατροπή της ενέργειας όταν δρα σε ένα σώμα κάποια δύναμη.

Με βάση τον πιο πάνω ορισμό, μπορεί κάποιος να αντιληφθεί πως ένα σώμα κερδίζει, χάνει ή μετατρέπει την ενέργεια όταν ασκείται σε αυτό μια δύναμη.

Παρακάτω φαίνεται ένα σώμα το οποίο μετακινείται με την επίδραση μιας οριζόντιας σταθερής δύναμης F σε ένα λείο οριζόντιο επίπεδο από το σημείο Α στο σημείο Β. Η μετατόπιση αυτή ορίζεται ως Δx όπως φαίνεται στο σχήμα.



Έτσι όπως είπαμε παραπάνω, το έργο της δύναμης F ορίζεται ως το γινόμενο του μέτρου της δύναμης F επί τη μετατόπιση του σώματος Δx .

Το έργο είναι μονόμετρο μέγεθος.

$$W = F \cdot \Delta x$$

Μονάδα μέτρησης του έργου στο S.I. είναι το: **Joule (J)**.

1 Joule είναι το έργο που παράγει μια δύναμη μέτρου 1N όταν μετατοπίζει το σώμα κατά 1 μέτρο προς την διεύθυνσή της.

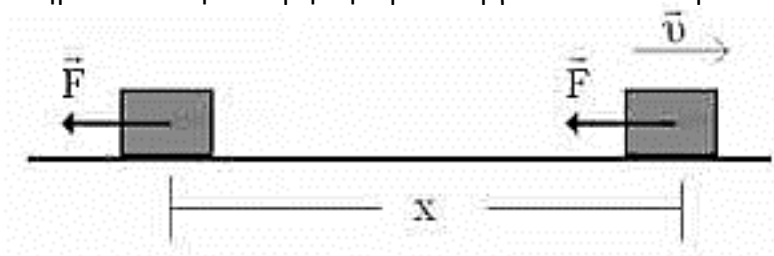
Το έργο έχει τιμή θετική, αρνητική αλλά και μηδενική.

1) Θετικό Έργο

Ένα έργο είναι θετικό όταν η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση του σώματος, όπως φαίνεται στο σχήμα παραπάνω. Όταν μια δύναμη παράγει θετικό έργο πάνω σε ένα σώμα αυτό σημαίνει ότι η δύναμη προσφέρει ενέργεια στο σώμα.

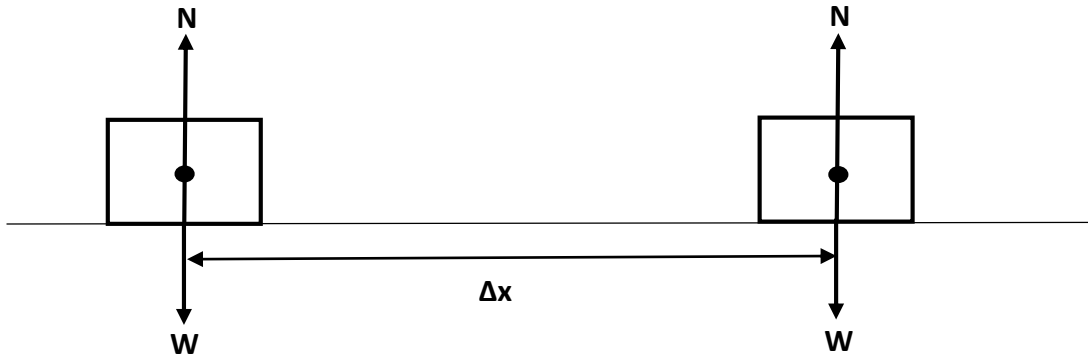
2) Αρνητικό Έργο

Το έργο είναι αρνητικό όταν η δύναμη έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη μετατόπιση του σώματος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Όταν μια δύναμη παράγει αρνητικό έργο πάνω σε ένα σώμα αυτό σημαίνει ότι η δύναμη αφαιρεί ενέργεια από το σώμα.



3) Μηδενικό Έργο

Το έργο είναι μηδενικό όταν η διεύθυνση της δύναμης είναι κάθετη στη διεύθυνση της μετατόπισης, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Όταν μια δύναμη παράγει μηδενικό έργο πάνω σε ένα σώμα αυτό σημαίνει ότι η δύναμη ούτε προσφέρει ούτε αφαιρεί ενέργεια από το σώμα.



ΠΡΟΣΟΧΗ

- ➔ Το έργο της δύναμης της τριβής είναι πάντα αρνητικό !
- ➔ Όταν μια δύναμη ασκείται σε ένα σώμα χωρίς να το μετακινεί, το έργο της δύναμης είναι μηδέν !
- ➔ Όταν μια δύναμη ασκείται υπό κάποια γωνιά θ , με την διεύθυνση κίνησης του σώματος τότε η δύναμη αυτή πρέπει να αναλυθεί σε δύο κάθετες δυνάμεις που ονομάζονται συνιστώσες, όπου η μία είναι παράλληλη της κίνησης του σώματος ενώ η άλλη είναι κάθετη στην κίνηση του σώματος. Η κάθετη συνιστώσα του σώματος δεν παράγει έργο !

Υπολογισμός του έργου του βάρους W

Το βάρος W των σωμάτων έχει διεύθυνση πάντα κατακόρυφη και φορά προς τα κάτω.

Η σχέση που δίνει το μέτρο της δύναμης του βάρους είναι:

$$B = m \cdot g$$

Όπου: ➔ m , η μάζα του σώματος σε kg.

➔ g , η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m / s^2 .

Το έργο της δύναμης του βάρους *εξαρτάται* από την κίνηση του σώματος. Έτσι διακρίνουμε τις παρακάτω περιπτώσεις:

➤ **Οριζόντια μετατόπιση του σώματος**

Σε οριζόντια μετατόπιση η δύναμη του βάρους είναι συνεχώς κάθετη στην διεύθυνση κίνησης του σώματος με αποτέλεσμα το έργο να έχει τιμή μηδέν.

➤ **Κατακόρυφη μετατόπιση του σώματος προς τα πάνω**

Σε αυτή την μετατόπιση το σώμα εκτελεί κατακόρυφη κίνηση με αποτέλεσμα το ύψος να αυξάνεται από την επιφάνεια. Έτσι, η δύναμη του βάρους έχει ανασταλτική λειτουργία στην κίνηση με αποτέλεσμα το έργο να έχει αρνητική τιμή.

➤ **Κατακόρυφη μετατόπιση του σώματος προς τα κάτω**

Σε αυτή την μετατόπιση το σώμα κατακόρυφη κίνηση, όπως με την παραπάνω περίπτωση αλλά τώρα το ύψος μειώνεται από την επιφάνεια. Έτσι, η δύναμη του βάρους έχει βοηθητική λειτουργία στην κίνηση με αποτέλεσμα το έργο να έχει θετική τιμή.

➤ **Κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο προς τα πάνω**

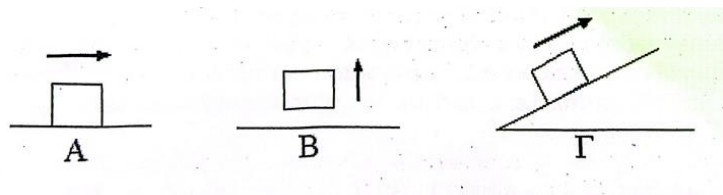
Όταν ένα σώμα κινείται προς τα πάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο, η δύναμη του βάρους διασπάται σε δύο συνιστώσες που είναι κάθετες μεταξύ τους. Η μία συνιστώσα, η **B_y** , είναι συνεχώς κάθετη στην κατεύθυνση της κίνησης, δηλαδή κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, και δεν παράγει έργο (μηδενικό έργο). Η άλλη συνιστώσα, η **B_x** , είναι αντίθετη προς την κατεύθυνση της κίνησης του σώματος και παράγει αρνητικό έργο.

➤ **Κίνηση σε κεκλιμένο επίπεδο προς τα κάτω**

Όταν ένα σώμα κινείται προς τα κάτω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο, η δύναμη του βάρους διασπάται σε δύο συνιστώσες που είναι κάθετες μεταξύ τους. Η μία συνιστώσα, η **B_y** , είναι συνεχώς κάθετη στην κατεύθυνση της κίνησης, δηλαδή κάθετη στο κεκλιμένο επίπεδο, και δεν παράγει έργο (μηδενικό έργο). Η άλλη συνιστώσα, η **B_x** , είναι ομόρροπη προς την κατεύθυνση της κίνησης του σώματος και παράγει θετικό έργο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των επόμενων προτάσεων.
Α. Το έργο μιας δύναμης εκφράζει την που από ένα σώμα σε ένα άλλο σώμα ή την που από μία μορφή σε μία άλλη.
Β. Το έργο μιας σταθερής δύναμης F που μετακινεί ένα σώμα κατά τη διεύθυνση της υπολογίζεται από τη σχέση
Γ. Το έργο της δύναμης του βάρους ενός σώματος όταν αυτό κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω έχει πρόσημο
Δ. Το έργο της δύναμης της τριβής είναι πάντα
Ε. Όταν μια δύναμη είναι κάθετη στην διεύθυνση της κίνησης του σώματος τότε το έργο της είναι ίσο με
2. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις προτάσεις.
α. Το έργο είναι διανυσματικό μέγεθος.
β. Μονάδα μέτρησης του έργου στο S.I. είναι το 1 Joule.
γ. Το έργο μιας δύναμης είναι πάντα θετικός αριθμός.
δ. Το έργο της δύναμης του βάρους είναι πάντα μηδέν.
ε. Η έννοια του έργου δεν συνδέεται με την έννοια της ενέργειας που έχουν τα σώματα.
3. Ένας μαθητής σπρώχνει ένα κιβώτιο σε οριζόντιο δάπεδο ασκώντας σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 10\text{N}$ οπότε το κιβώτιο μετακινείται κατά $\Delta x = 50\text{m}$. Αν ο μαθητής μετακινήσει το κιβώτιο ασκώντας την ίδια δύναμη σε διπλάσια απόσταση τότε το έργο της δύναμης θα είναι:
α. το μισό του αρχικού.
β. το διπλάσιο του αρχικού.
γ. δεν μπορούμε να υπολογίσουμε την νέα τιμή του έργου της δύναμης F .
δ. το ίδιο με το αρχικό.
4. Το σώμα του σχήματος έχει βάρος w και κινείται με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Σε ποια περίπτωση το έργο του βάρους είναι μηδέν;
α. στην Α.
β. στην Β.
γ. στην Γ.
δ. και στις τρεις περιπτώσεις.



5. Είμαστε ακίνητοι και κρατάμε με το χέρι μας μια μπάλα ποδοσφαίρου η οποία έχει βάρος 8N και βρίσκεται σε ύψος 1,5m από το έδαφος. Το έργο της δύναμης του χεριού μας για χρονικό διάστημα 10s είναι:
 - α. 60J
 - β. 12J
 - γ. 0J
 - δ. 10J
6. Μια οριζόντια σταθερή δύναμη ασκείται σε ένα σώμα που μετατοπίζεται στην ίδια κατεύθυνση με τη δύναμη. Επομένως το έργο της δύναμης είναι:
 - α. ανάλογο της μετατόπισης του σώματος.
 - β. ανεξάρτητο από τη μετατόπιση του σώματος.
 - γ. ανάλογο του τετραγώνου της μετατόπισης του σώματος.
 - δ. Αντίστροφος ανάλογο της μετατόπισης του σώματος
7. Μονάδα του έργου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων είναι το:
 - α. 1N
 - β. 1kg
 - γ. $1\text{N} \cdot \text{m}$
 - δ. $1\text{kg} \cdot \text{m/s}$
8. Όταν ένα σώμα που κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο, ασκείται μια μόνο δύναμη F η οποία παράγει αρνητικό έργο, τότε:
 - α. το σώμα δίνει ενέργεια στο περιβάλλον μέσω του έργου της δύναμης F.
 - β. η δύναμη F είναι κάθετη στην κίνηση του σώματος.
 - γ. η δύναμη F είναι ίδιας κατεύθυνσης με την κίνηση του σώματος.
 - δ. στο σώμα προσφέρεται ενέργεια μέσω του έργου της δύναμης F.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Σώμα μάζας $m = 5\text{kg}$ ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο. Στο σώμα αρχίζει να ασκείται κάποια στιγμή σταθερή οριζόντια δύναμη $F = 10\text{N}$. Αν η δύναμη της τριβής μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι $T = 4\text{N}$, και το σώμα μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 20\text{m}$ να βρείτε:
 - α. Το έργο W_F της δύναμης F.
 - β. Το έργο W_T της τριβής T.
 - γ. τα έργα του W_w και W_N του βάρους και της κάθετης δύναμης που δέχεται το σώμα από το έδαφος.
 Δίνεται ότι $g=10\text{m/s}^2$.

2. Να υπολογιστεί πόσο είναι το έργο όταν:
- δύναμη 6N μετατοπίζει κατά 2m ένα σώμα κατά την κατεύθυνση της.
 - δύναμη 12N μετατοπίζει κατά 0,1m ένα σώμα αντίθετα από την κατεύθυνση της.
3. Ένα σώμα μάζας $m = 500\text{g}$ αφήνεται από το μπαλκόνι ενός σπιτιού που βρίσκεται σε ύψος $h = 15\text{m}$. Να βρείτε:
- Το έργο του βάρους μέχρι να φτάσει το σώμα στο έδαφος.
 - Το έργο της δύναμης που απαιτείται για να μεταφέρει το σώμα από το έδαφος ξανά στο αρχικό ύψος.
- Δίνεται ότι $g=10\text{m/s}^2$.
4. Σε ένα σώμα που μετατοπίζεται ευθύγραμμα κατά Δx , ενεργεί μια σταθερή δύναμη F ίδιας κατεύθυνσης με τη μετατόπιση και παράγει έργο W . Να συμπληρωθεί, ο παρακάτω πίνακας:

F (N)	$\Delta x(\text{m})$	W(J)
50		20
	4	32
6	2,5	

5. Ένας αθλητής της άρσης βαρών ανυψώνει την μπάρα που έχει βάρος 1500N από το έδαφος σε ύψος 2,2m. Πόσο έργο παρήγαγε ο αθλητής; Πόσο είναι το έργο του βάρους της μπάρας;

Δυναμική – Κινητική ενέργεια. Δύο βασικές μορφές ενέργειας

Όπως αναφέρθηκε ξανά η ενέργεια εμφανίζεται υπό πολλές μορφές. Ωστόσο, θα μελετηθούν οι δύο πιο σημαντικές μορφές της οι οποίες είναι οι:

- Δυναμική Ενέργεια
- Κινητική Ενέργεια

Δυναμική Ενέργεια

Πρώτα απ' όλα, ένα σώμα που έχει βάρος B και βρίσκεται σε ένα ύψος h από ένα οριζόντιο επίπεδο, εξαιτίας της θέσης του, λέμε ότι έχει δυναμική ενέργεια η οποία ισούται με:

$$U = m \cdot g \cdot h$$

Όπου, U : η δυναμική ενέργεια του σώματος

m : η μάζα του σώματος

g : η επιτάχυνση της βαρύτητας

h : το ύψος που βρίσκεται το σώμα σε σχέση με ένα επίπεδο στο οποίο θεωρούμε ότι η δυναμική ενέργεια είναι μηδέν ($U=0$)

Γενικότερα, μπορούμε να ορίσουμε οποιοδήποτε οριζόντιο επίπεδο ως το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας. Ωστόσο, είναι συνήθως πιο πρακτικό να επιλέγουμε το χαμηλότερο οριζόντιο επίπεδο από το οποίο περνά το σώμα κατά την κίνησή του ως το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας

Χαρακτηριστικά βαρυτικής δυναμικής ενέργειας

- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα σε κάποιο ύψος ισούται με το έργο της δύναμης που το ανύψωσε, έτσι ισχύει η σχέση:

$$U = W_F$$

- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος σε ένα συγκεκριμένο ύψος δεν εξαρτάται από τη διαδρομή που ακολούθησε για να φτάσει εκεί. Εξαρτάται μόνο από τη διαφορά ύψους μεταξύ της αρχικής και της τελικής θέσης του.
- Μέσω του έργου του βάρους του σώματος η βαρυτική δυναμική ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του σώματος αλλά και το αντίστροφο.

Ελαστική δυναμική ενέργεια

Εκτός από τη βαρυτική δυναμική ενέργεια που συσσωρεύεται σε ένα αντικείμενο όταν το ανυψώνουμε υπερνικώντας τη δύναμη της βαρύτητας, υπάρχουν και άλλες μορφές δυναμικής ενέργειας. Ένα παράδειγμα είναι η ελαστική δυναμική ενέργεια, η οποία συνδέεται με τις ελαστικές παραμορφώσεις των αντικειμένων. Ένα αντικείμενο θεωρείται ότι έχει υποστεί ελαστική παραμόρφωση όταν επανέρχεται στην αρχική του μορφή μόλις σταματήσει να ασκείται πάνω του η παραμορφωτική δύναμη, όπως συμβαίνει με ένα σφουγγάρι. Όταν εφαρμόζουμε δύναμη για να τεντώσουμε και να παραμορφώσουμε τα λάστιχα μιας σφεντόνας, ξοδεύουμε ενέργεια, η οποία αποθηκεύεται στα λάστιχα ως ελαστική δυναμική ενέργεια μέσω του έργου της ασκούμενης δύναμης.

Παρατήρηση

Η δυναμική ενέργεια που κατέχει ένα σώμα, είτε προέρχεται από την επίδραση της βαρύτητας είτε από την ελαστικότητά του, μπορεί να μετατραπεί σε μια άλλη μορφή ενέργειας ή να μεταφερθεί σε ένα διαφορετικό σώμα με διαφορετική μορφή.

Κινητική Ενέργεια

Όταν ένα σώμα βρίσκεται σε κίνηση, διαθέτει ενέργεια. Αυτή η ενέργεια ονομάζεται κινητική ενέργεια και συμβολίζεται με E_k . Υπολογίζεται με τη σχέση:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot u^2$$

Όπου, **m**: είναι η μάζα του σώματος

u: η ταχύτητά του.

Σημείωση

Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη μάζα και την ταχύτητά του. Συγκεκριμένα, είναι ευθέως ανάλογη με τη μάζα του σώματος και με το τετράγωνο της ταχύτητάς του, όπως φαίνεται και από τον παραπάνω τύπο.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των επόμενων προτάσεων.
Α. Ένα σώμα έχει δυναμική ενέργεια λόγω ή λόγω της στην οποία βρίσκεται.
Β. Η βαρυτική δυναμική ενέργεια ενός σώματος δίνεται από τη σχέση και έχει ως μονάδα μέτρησης στο S.I. το 1
Γ. Η δυναμική και η κινητική ενέργεια είναι μεγέθη.
Δ. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη του και την του.
2. Μπορεί ένα σώμα να έχει άλλης μορφής δυναμική ενέργεια εκτός από βαρυτική δυναμική ενέργεια; Αν ναι ποια τα χαρακτηριστικά της;
3. Να χαρακτηρίσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις επόμενες προτάσεις.
α. Όταν ένα σώμα κινείται έχει κινητική ενέργεια αλλά δεν έχει δυναμική ενέργεια.
β. Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από την ταχύτητά του.
γ. Όταν ένα σώμα αφήνεται ελεύθερο από ένα ύψος η βαρυτική δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια (θεωρήστε ότι οι αντιστάσεις του αέρα είναι αμελητέες).
δ. Ένα σώμα ακίνητο έχει και αυτό κινητική ενέργεια αρκεί να βρίσκεται σε μεγάλο ύψος από την επιφάνεια της Γης.
4. Ένα σώμα που βρίσκεται σε κάποιο ύψος από την επιφάνεια της Γης έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια που:
α. είναι ανάλογη του ύψους του από την επιφάνεια της Γης.
β. είναι ανάλογη της μάζας του σώματος.
γ. είναι ανάλογη της επιτάχυνσης της βαρύτητας στον τόπο που βρίσκεται το σώμα.
δ. είναι ανάλογη με όλα τα παραπάνω.
5. Όταν η ταχύτητα ενός σώματος διπλασιάζεται, τότε η κινητική του ενέργεια:
α. διπλασιάζεται.
β. παραμένει σταθερή.
γ. υποδιπλασιάζεται.

δ. τετραπλασιάζεται.

6. Από δύο σώματα ίδιας κινητικής ενέργειας μεγαλύτερη ταχύτητα έχει το σώμα με τη:
α. μικρότερη μάζα
β. μεγαλύτερη μάζα
7. Ένα σώμα μάζας m αφήνεται ελεύθερο από ύψος h . Κατά την κάθοδό του η δυναμική του ενέργεια:
Α. παραμένει σταθερή
Β. μειώνεται
Γ. εξαρτάται από τη μάζα του σώματος
Δ. αυξάνεται
8. Όταν το μέτρο της ταχύτητας ενός σώματος αυξάνεται από u σε $2u$ (δηλ. διπλασιάζεται) τότε η κινητική του ενέργεια αυξάνεται κατά 31. Όταν το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται από $2u$ σε $3u$ τότε η κινητική ενέργεια αυξάνεται κατά:
α. 5J
β. 1J
γ. 3J
δ. 1,5J
9. Ένα αυτοκινητάκι που κινείται με κάποια ταχύτητα έχει κινητική ενέργεια 200J. Κάποια στιγμή φρενάρει. Όταν η ταχύτητά του έχει γίνει ίση με το μισό της αρχικής τότε η κινητική ενέργεια που έχασε το αυτοκινητάκι θα είναι:
α. 100J
β. 150J
γ. 50J
δ. 25J
10. Ένας πύραυλος που κινείται με ορισμένη ταχύτητα στο διάστημα, ενεργοποιεί τις μηχανές του και διπλασιάζει την ταχύτητά του, ενώ ταυτόχρονα αποβάλλει την άδεια δεξαμενή καυσίμων μειώνοντας τη μάζα του στη μισή. Η κινητική του ενέργεια:
α. οκταπλασιάζεται
β. δε μεταβάλλεται
γ. τετραπλασιάζεται
δ. διπλασιάζεται
11. Ένα ποδήλατο έχει μάζα m και κινείται με ταχύτητα u_1 . Ένα παπάκι έχει μάζα $4m$ και κινείται με ταχύτητα u_2 . Αν τα δύο σώματα έχουν την ίδια κινητική ενέργεια τότε:
α. $u_1 = 2u_2$
β. $u_2 = 2u_1$

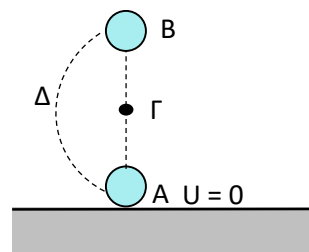
γ. $u_1 = 4u_2$

δ. $u_2 = 4u_1$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια ενός δρομέα μάζας $m = 70\text{kg}$ όταν τρέχει:
α. με ταχύτητα $u = 10\text{ m/s}$.
β. με ταχύτητα $u = 5\text{ km/h}$.
2. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος που κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα $u = 6\text{m/s}$ είναι ίση με 18J . Να υπολογίσετε τη μάζα του σώματος.
3. Ένας άνθρωπος στέκεται στο μπαλκόνι του σπιτιού του σε ύψος $h = 5\text{m}$ από το έδαφος. Η βαρυτική δυναμική του ενέργεια είναι ίση με $U = 100\text{J}$. Να υπολογίσετε τη μάζα του ανθρώπου θεωρώντας ως επίπεδο μηδενικής βαρυτικής δυναμικής ενέργειας το έδαφος. Δίνεται ότι: $g = 10\text{m/s}^2$.
4. Ένα βιβλίο με μάζα 4kg ανυψώνεται από το πάτωμα σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος $h = 2\text{m}$ από το πάτωμα. Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του βιβλίου σε σχέση:
α. με το έδαφος
β. Σε σχέση με το κεφάλι ενός παιδιού που έχει ύψος $h_1 = 1,6\text{m}$;
Δίνεται ότι $g = 10\text{m/s}^2$.
5. Η Μαρία ανεβάζει ένα βιβλίο με μάζα $1,2\text{kg}$ από το τραπέζι, που βρίσκεται 75cm πάνω από το πάτωμα, σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος $2,25\text{m}$ πάνω από το πάτωμα. Ποια είναι η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του βιβλίου; Δίνεται ότι $g = 10\text{m/s}^2$.
6. Ένα όχημα μάζας $m = 500\text{kg}$ κινείται με ταχύτητα $u_1 = 72\text{km/h}$. Ο οδηγός πατά γκάζι και η ταχύτητα του οχήματος γίνεται $u_2 = 108\text{km/h}$. Να υπολογίσετε την αύξηση της κινητικής ενέργειας του οχήματος.
7. Μία μπάλα μάζας $m = 1\text{kg}$ κινείται με ταχύτητα $u = 8\text{m/s}$ σε ύψος $h = 7\text{m}$ από το έδαφος. Να υπολογίσετε τη δυναμική και την κινητική της ενέργεια. Δίνεται ότι $g = 10\text{m/s}^2$.
8. Ένα ελικόπτερο έχει μάζα $m = 1000\text{kg}$ και ταχύτητα $u = 72\text{km/h}$ και αιωρείται σε ύψος $h = 150\text{m}$. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10\text{m/s}^2$. Να υπολογίσετε:
α. την κινητική του ενέργεια.
β. την δυναμική του ενέργεια.

9. Το σώμα στο διπλανό σχήμα φτάνει στο σημείο B ακολουθώντας τις δύο διαδρομές του σχήματος, την $A \rightarrow \Gamma \rightarrow B$ και την $A \rightarrow \Delta \rightarrow B$. Αν $m = 1\text{ kg}$, $g = 10\text{ m/s}^2$ και $AB = 2\text{ m}$, ποια είναι η δυναμική ενέργεια που έχει το σώμα στη θέση B:
- όταν ακολουθήσε την διαδρομή $A \rightarrow \Gamma \rightarrow B$ και
 - όταν ακολουθήσε την διαδρομή $A \rightarrow \Delta \rightarrow B$;



Η μηχανική ενέργεια και η διατήρησή της

Η μηχανική ενέργεια E_M ορίζεται από το άθροισμα της κινητικής και δυναμική ενέργειας ενός σώματος.

$$E_{\text{ΜΗΧΑΝΙΚΗ}} = E_{\text{ΚΙΝΗΤΙΚΗ}} + U$$

Η μηχανική ενέργεια αφορά την κίνηση ενός σώματος, τις μεταβολές στη θέση του και την ικανότητά του να αλλάζει την κατάσταση άλλων σωμάτων.

Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας

Η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές αρχές της Φυσικής. Η αρχή αυτή διατυπώνεται ως:

Όταν σε ένα σώμα ή σύστημα επιδρούν μόνο βαρυτικές, ηλεκτρικές ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης, η μηχανική ενέργεια διατηρείται σταθερή

Η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας μας βοηθά να αναλύουμε ενεργειακά διάφορα φαινόμενα, ακόμη και σύνθετες κινήσεις. Στη Φυσική της Β' Γυμνασίου, όπου έχουμε εξετάσει μόνο τη βαρυτική δύναμη, μπορούμε να απλοποιήσουμε αυτή την αρχή για καλύτερη κατανόηση και χρήση στις ασκήσεις.

Μια απλοποιημένη διατύπωση της αρχής είναι η εξής:

Όταν ένα σώμα κινείται χωρίς τριβές και αντιστάσεις, επηρεασμένο μόνο από το βάρος του, η μηχανική του ενέργεια παραμένει σταθερή.

Μετατροπή Βαρυτικής δυναμικής ενέργειας σε κινητική και το αντίστροφο

Ας φανταστούμε ότι εκτοξεύουμε ένα σώμα κατακόρυφα προς τα πάνω με κάποια αρχική ταχύτητα. Στην αρχή, το σώμα έχει μόνο κινητική ενέργεια. Καθώς το σώμα ανεβαίνει, η ταχύτητά του μειώνεται, με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια να μειώνεται επίσης. Παράλληλα, καθώς το ύψος του σώματος αυξάνεται, οδηγεί σε αύξηση της δυναμικής του ενέργειας. Όταν το σώμα φτάσει στο υψηλότερο σημείο του, η ταχύτητα του γίνεται μηδενική πράγμα που οδηγεί τη κινητική ενέργεια του σώματος να είναι επίσης μηδενική. Από την άλλη η δυναμική του ενέργεια είναι στο μέγιστο αφού το σώμα βρίσκεται στο μέγιστο ύψος.

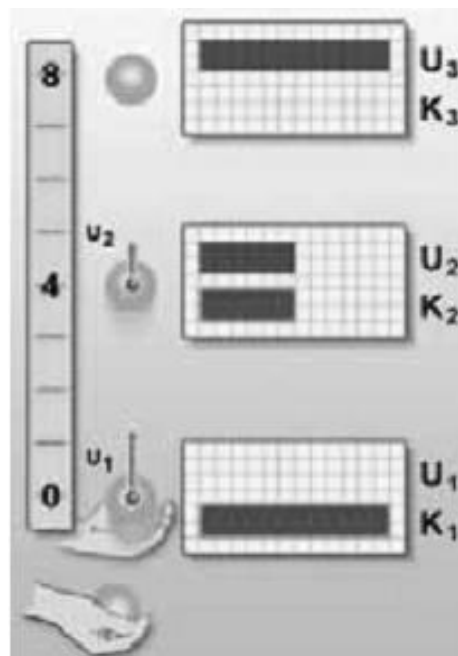
Καθώς το σώμα αρχίζει να πέφτει προς τα κάτω, η δυναμική του ενέργεια μειώνεται λόγω της απώλειας ύψους, ενώ η κινητική του ενέργεια αυξάνεται. Όταν το σώμα φτάσει στο έδαφος, έχει μόνο κινητική ενέργεια και η δυναμική του ενέργεια είναι μηδενική.

Εάν υποθέσουμε ότι το σώμα κινείται μόνο υπό την επίδραση του βάρους του, η συνολική μηχανική ενέργεια παραμένει σταθερή. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε σημείο της κίνησης του σώματος, το συνολικό ποσό της κινητικής και δυναμικής ενέργειας παραμένει σταθερό.

$$E_{\text{μηχ.}} = K + U = \text{σταθερό}$$

Από τις ασκήσεις που θα δούμε, καταλαβαίνουμε ότι η αρχική κινητική ενέργεια που έχει το σώμα όταν εκτοξεύεται είναι ίση με την ποσότητα της δυναμικής ενέργειας που αποκτά όταν φτάνει στο υψηλότερο σημείο του. Επίσης, αποδεικνύεται ότι το σώμα φτάνει πίσω στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα, έχοντας την ίδια κινητική ενέργεια όπως όταν ξεκίνησε.

Αυτό σημαίνει ότι η αρχική κινητική ενέργεια του σώματος μετατρέπεται σταδιακά σε δυναμική ενέργεια καθώς ανυψώνεται, και η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται ξανά σε κινητική ενέργεια καθώς το σώμα κατεβαίνει. Η μετατροπή αυτή από δυναμική σε κινητική και

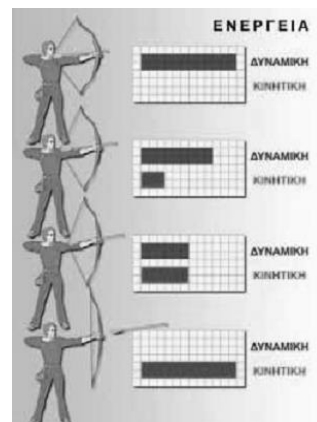


το αντίστροφο ακολουθεί τους νόμους της ενέργειας, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μέσω του έργου που παράγεται από το βάρος του σώματος.

Πώς η ελαστική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και το αντίστροφο;

Ας πάρουμε ως παράδειγμα την τεντωμένη χορδή ενός τόξου. Η ελαστική δυναμική ενέργεια αποθηκεύεται σε αυτήν λόγω της τάσης που της έχει επιβληθεί. Αυτή η ενέργεια προκύπτει από την προσπάθεια που καταβάλλει ο τοξότης για να τεντώσει τη χορδή.

Όταν η χορδή απελευθερωθεί, η ελαστική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια της χορδής και του βέλους. Σύμφωνα με την αρχή της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας και υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν τριβές, η κινητική ενέργεια της χορδής και του βέλους είναι ίση με την αρχική ελαστική δυναμική ενέργεια. Έτσι, η ελαστική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται πλήρως σε κινητική ενέργεια της χορδής και του βέλους.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Στις ερωτήσεις που ακολουθούν να συμπληρώσετε τα κενά με τις κατάλληλες λέξεις.
 Α. Ένα σώμα αφήνεται ελεύθερο από ύψος h . Η ενέργεια του σώματος μετατρέπεται σε μέσω του του βάρους του σώματος.
 Β. Μηχανική ενέργεια ενός σώματος ονομάζεται το της και της κινητικής ενέργειας του σώματος.
 Γ. Η μηχανική ενέργεια ενός σώματος διατηρείται σταθερή όταν σε αυτό ασκούνται δυνάμεις ή δυνάμεις παραμόρφωσης.
 Δ. Ένα τεντωμένο τόξο έχει αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια.
2. Ένα σώμα αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα από ύψος h ελεύθερο να πέσει προς το έδαφος. Αν θεωρήσουμε αμελητέες τις αντιστάσεις από τον αέρα ποιες από τις προτάσεις είναι σωστές;
 α. Στην αρχή της κίνησής του η μηχανική ενέργεια του σώματος είναι ίση με τη βαρυτική δυναμική του ενέργεια.
 β. Όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος η μηχανική του ενέργεια είναι ίση με την κινητική του ενέργεια.
 γ. Κατά την κίνηση του σώματος προς το έδαφος η δυναμική του ενέργεια αυξάνεται ενώ η κινητική του ενέργεια μειώνεται.
 δ. Η μηχανική ενέργεια του σώματος σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του παραμένει σταθερή.

3. Ένα σώμα που βρίσκεται σε ύψος h από το έδαφος έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια ίση με 150J. Αγνοώντας τις αντιστάσεις από τον αέρα να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις επόμενες προτάσεις.
 - α. Η δυναμική ενέργεια του σώματος όταν φτάνει στο έδαφος είναι ίση με 150J.
 - β. Η δυναμική ενέργεια του σώματος στη μέση της απόστασης μέχρι το έδαφος είναι ίση με 150J.
 - γ. Η μηχανική ενέργεια του σώματος σε κάθε θέση της κίνησής του είναι ίση με 150J.
 - δ. Η κινητική ενέργεια του σώματος στο έδαφος είναι ίση με 150J.

4. Ένας αθλητής της τοξοβολίας κατά τη διάρκεια της προσπάθειάς του τεντώνει τη χορδή του τόξου αποθηκεύοντας σε αυτήν ενέργεια 80J. Η κινητική ενέργεια που αποκτά το βέλος αγνοώντας τις αντιστάσεις του αέρα είναι:
 - α. μεγαλύτερη από 80J.
 - β. μικρότερη από 80J.
 - γ. ίση με 80J.
 - δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.

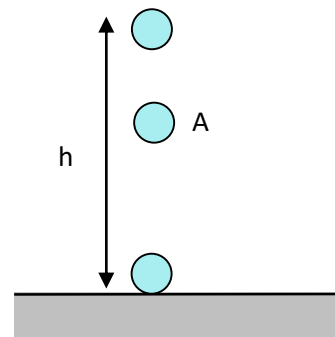
5. Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος βάρους 40N που βρίσκεται στην ταράτσα ενός κτιρίου είναι 800J. Το ύψος του κτιρίου είναι:
 - α. 20m
 - β. 40m
 - γ. 80m
 - δ. 15m

6. Αφήνουμε να πέσει ένα σώμα που αρχικά βρισκόταν σε ύψος h πάνω από το έδαφος. Στην αρχική του θέση το σώμα έχει δυναμική ενέργεια 100 J. Τη στιγμή που ακουμπά στο έδαφος έχει κινητική ενέργεια 80 J.
 - α. Διατηρήθηκε η μηχανική ενέργεια;
 - β. Αν η απάντησή σας είναι αρνητική, πού οφείλεται η μη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας;

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια ενός αεροπλάνου μάζας 3.500kg που πετάει σε ύψος $h = 500\text{m}$ από το έδαφος με ταχύτητα $u = 150\text{m/s}$. Δίνεται: $g = 10\text{m/s}^2$.
2. Μια μπάλα με μάζα $m = 1\text{kg}$ κινείται με ταχύτητα $u = 8\text{m/s}$ σε ύψος $h = 7\text{m}$ από το έδαφος. Να υπολογίσετε τη δυναμική, κινητική και τη μηχανική ενέργεια της μπάλας ως προς το έδαφος. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

3. Ένα σώμα ρίχνεται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα $u = 10\text{m/s}$. Σε ποιο ύψος αποκτά τη μέγιστη δυναμική του ενέργεια; Θεωρήστε την αντίσταση του αέρα αμελητέα και $g = 10\text{m/s}^2$.
4. Από ύψος $h = 1,8\text{m}$ αφήνουμε να πέσει ελεύθερα (σε κενό αέρος) μία πέτρα μάζας $m = 1\text{kg}$. Με πόση κινητική ενέργεια θα φτάσει στο έδαφος και γιατί; Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.
5. Ένα σώμα αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος h . Σε κάποια θέση A της κίνησής του ισχύει ότι $E_k = 6\text{J}$ και $U = 4\text{J}$. Όταν το σώμα φτάσει στο έδαφος τι είδους ενέργεια θα έχει και πόση;



6. Ένας τοξότης τεντώνει τη χορδή του τόξου του και στη συνέχεια την αφήνει απελευθερώνοντας έτσι το βέλος. Τι είδους ενέργεια απέκτησε η χορδή όταν την τέντωσε ο τοξότης; Ποιος πρόσφερε αυτήν την ενέργεια στη χορδή; Τι μετατροπές ενέργειας συμβαίνουν όταν ο τοξότης αφήνει τη χορδή ελεύθερη; Τι ισχύει για τη μηχανική ενέργεια στην περίπτωση αυτή;
7. Ένα σώμα μάζας $m = 0,5\text{kg}$ αφήνεται να πέσει ελεύθερα από ύψος $h = 1,8\text{m}$. Πόσο είναι το μέτρο της ταχύτητας του σώματος όταν φτάνει στο έδαφος; Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$. Αν η μάζα του σώματος ήταν $m = 1000\text{kg}$ το αποτέλεσμα θα ήταν διαφορετικό; Τι συμπεράσματα βγάζετε;
8. Αν γνωρίζεις ότι η τεντωμένη χορδή ενός τόξου έχει δυναμική ενέργεια 50J , μπορείς να προβλέψεις πόση κινητική ενέργεια θα έχει το βέλος όταν εκτοξεύεται από το τόξο; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.
9. Ένα σώμα αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί από ύψος 4m .
 - α. Πόσο απέχει από το έδαφος τη στιγμή που η κινητική του ενέργεια είναι ίση με τη δυναμική;

β. Πόσο απέχει απ' το έδαφος, όταν η δυναμική του ενέργεια είναι τριπλάσια από την κινητική;

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι μηδενική βαρυτική δυναμική ενέργεια έχουμε στο έδαφος.

- 10.** Απ' το έδαφος όπου η δυναμική ενέργεια είναι μηδέν εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα πάνω σώμα μάζας 1 kg . Το σώμα τη στιγμή που φεύγει απ' το έδαφος έχει ταχύτητα 20 m/s .

α. Ποια είναι η αρχική μηχανική ενέργεια του σώματος;

β. Σε ποιο μέγιστο ύψος θα φτάσει το σώμα;

γ. Με ποια ταχύτητα το σώμα θα επιστρέψει στο έδαφος;

Δίνεται: $g = 10 \text{ m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

- 11.** Ένα σώμα μάζας βρίσκεται σε ύψος $h = 90 \text{ m}$ και έχει δυναμική ενέργεια $U = 900 \text{ J}$. Το σώμα αφήνεται πέσει ελεύθερα. Να βρείτε:

α. τη μάζα του σώματος.

β. Την δυναμική και την κινητική ενέργεια όταν το σώμα βρίσκεται σε ύψος $h = 30 \text{ m}$.

γ. Την δυναμική και την κινητική ενέργεια όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος.

δ. Την ταχύτητα με την οποία φτάνει στο έδαφος.

Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- 12.** Ένα σώμα μάζας $m = 2 \text{ kg}$ ρίχνεται κατακόρυφα προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα $u_0 = 6 \text{ m/s}$ από σημείο Α που απέχει $H = 3,2 \text{ m}$ από το έδαφος. Να υπολογίσετε:

α. την μηχανική του ενέργεια στην θέση Α.

β. την κινητική του ενέργεια όταν διέρχεται από την θέση Γ οποία βρίσκεται σε $h = 2 \text{ m}$ από το έδαφος.

γ. το μέτρο της ταχύτητας u_Δ με την οποία φτάνει στο έδαφος (θέση Δ).

Θεωρήστε ως επίπεδο μηδενικής βαρυτικής δυναμικής ενέργειας το έδαφος, τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες και ότι $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Μορφές και μετατροπές της ενέργειας

Η ενέργεια υπάρχει σε διάφορες μορφές στη φύση. Συχνά ακούμε για τη ηλιακή, την ηλεκτρική, την αιολική, την χημική, την πυρηνική, και την θερμική ενέργεια, μεταξύ άλλων. Στις παρακάτω παραγράφους, θα εξετάσουμε τις διαφορετικές μορφές ενέργειας και τις μετατροπές της από μία μορφή σε άλλη.

Από πού προέρχεται η ενέργεια που διαθέτει ο άνθρωπος;

Η ενέργεια υπάρχει στη φύση σε πολλές διαφορετικές μορφές. Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί και τα τρόφιμα περιέχουν ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στα μόρια διάφορων χημικών ενώσεων, όπως η γλυκόζη. Αυτή η ενέργεια οφείλεται στις δυνάμεις μεταξύ των ατόμων που σχηματίζουν τα μόρια των χημικών ενώσεων, και ονομάζεται χημική ενέργεια. Ο άνθρωπος λαμβάνει αυτή τη χημική ενέργεια από τα τρόφιμα και την αποθηκεύει στο σώμα του. Με την καύση των τροφών, αυτή η ενέργεια μετατρέπεται και χρησιμοποιείται στους μύες και στον εγκέφαλο, επιτρέποντας την κίνηση και τη σκέψη.

Παραδείγματα μετατροπής ενέργειας από μία μορφή σε άλλη:

Αυτοκίνητο:

Στο αυτοκίνητο, η χημική ενέργεια από τα καύσιμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια μέσω της καύσης τους και στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια που κινεί το όχημα.

Θερμοηλεκτρικά εργοστάσια:

Στα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, η χημική ενέργεια αποθηκευμένη στα καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) μετατρέπεται πρώτα σε θερμική ενέργεια και τελικά σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ηλεκτρικός Λαμπτήρας

Όταν ανάβει ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας, η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει μετατρέπεται σε φωτεινή και θερμική ενέργεια.

Θεμελιώδεις Μορφές Ενέργειας

Ας εξετάσουμε τις διάφορες μορφές ενέργειας που υπάρχουν στη φύση και πώς μπορούν να μετατραπούν από μία μορφή σε άλλη. Αναφερόμαστε σε μορφές όπως η ηλιακή ενέργεια, η ηλεκτρική, η μηχανική, η χημική, η πυρηνική και η θερμική ενέργεια. Η ενέργεια στη φύση δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, αλλά μετατρέπεται από τη μία μορφή στην άλλη.

Μπορούμε να διακρίνουμε την ενέργεια σε δύο κύριες κατηγορίες: την κινητική ενέργεια, που συνδέεται με την κίνηση ενός σώματος, και τη δυναμική ενέργεια, που συνδέεται με τη θέση

του σώματος σε σχέση με άλλα σώματα και δυνάμεις όπως η βαρύτητα. Επιπλέον, η θερμική ενέργεια προέρχεται από την κίνηση των μορίων ενός σώματος και η χημική ενέργεια αποθηκεύεται στους δεσμούς των χημικών ουσιών.

Διατήρηση της Ενέργειας

Έχετε ποτέ αναρωτηθεί πώς διατηρείται η ενέργεια; Όταν κινήσουμε μια κούνια και αυτή αρχίσει να ταλαντώνεται, αποκτά κινητική ενέργεια. Όταν η κούνια φτάνει στο υψηλότερο σημείο της κίνησής της, η κινητική ενέργεια μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια. Όταν η κούνια κατεβαίνει, η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται ξανά σε κινητική. Η συνολική ποσότητα ενέργειας παραμένει σταθερή, εκτός αν λάβουμε υπόψη απώλειες λόγω τριβής και αντίστασης του αέρα.

Πηγές Ενέργειας

- Ο **Ήλιος** είναι η κύρια πηγή ενέργειας για τη Γη, προσφέροντας ηλιακή ενέργεια μέσω της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, όπου η ενέργεια του Ήλιου προέρχεται από πυρηνικές αντιδράσεις στον εσωτερικό του.
- Η **βιομάζα** είναι πηγή ενέργειας που προέρχεται από την φωτοσύνθεση των φυτών. Έτσι μετατρέπεται σε από ηλιακή σε χημική ενέργεια και αποθηκεύεται στα φυτά.
- Το **πετρέλαιο - φυσικό αέριο** είναι σημαντικές πηγές ενέργειας από ορυκτά καύσιμα αφού χρησιμοποιείται για διάφορες ανάγκες των ανθρώπων όπως είναι η μετακίνηση μέσω των οχημάτων τους, η μέσω πλοίων ή αεροπλάνων αλλά και για την λειτουργία εργοστασίων και βιομηχανιών.
- Η **πυρηνική ενέργεια** είναι μία ενέργεια που απελευθερώνεται από την διάσπαση πυρήνων. Αποτελεί μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας αλλά από την άλλη μια πολύ επικίνδυνη όταν χρησιμοποιείται για λάθος σκοπούς, όπως για παράδειγμα σε πολέμους.
- Η **αιολική ενέργεια** προέρχεται από την κίνηση του αέρα, όπου στις μέρες μας την εκμεταλλευόμαστε μέσω ειδικών ανεμογεννητριών που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική.
- Η **υδραυλική ενέργεια** είναι ενέργεια που παρέχεται από από την κίνηση του νερού και την αξιοποιούμε στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια..
- Η **γεωθερμική ενέργεια** είναι η θερμική ενέργεια που υπάρχει στα υπόγεια πετρώματα και στα υπόγεια νερά. Η ενέργεια αυτή αξιοποιείται για την θέρμανση των κτιρίων αλλά και για παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ισχύς

Συχνά δεν μας ενδιαφέρει το πόσο έργο μπορεί να παράγει μια μηχανή αλλά το πόσο γρήγορα μπορεί να παραχθεί έργο από μια μηχανή. Επίσης δεν μας ενδιαφέρει μόνο το πόση ενέργεια καταναλώνεται σε μια δραστηριότητα αλλά πόσο γρήγορα καταναλώνεται η ενέργεια από έναν άνθρωπο κατά τη διάρκεια μιας δραστηριότητας.

Ένα κλασικό παράδειγμα είναι η ανάβαση μιας σκάλας. Για να ανέβει κάποιος μια σκάλα, καταναλώνει ενέργεια που ισοδυναμεί με το έργο της δύναμης που χρειάζεται για να σηκώσει το βάρος του μέχρι ένα συγκεκριμένο ύψος.

Αν υπολογίσουμε την ενέργεια που καταναλώνει ένα άτομο με βάση το βάρος και το ύψος της σκάλας, μπορούμε να δούμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του ατόμου, τόσο περισσότερη ενέργεια καταναλώνει για να ανέβει τη σκάλα.

Εάν κάποιος ανεβαίνει στην σκάλα με σταθερή ταχύτητα θα ασκεί μια δύναμη η οποία εξουδετερώνει συνεχώς το βάρος του και έτσι η ενέργεια που δαπανά είναι ίση με την μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας. Από την άλλη όταν κάποιος ανεβαίνει τη σκάλα γρήγορα, καταναλώνει την ίδια ποσότητα ενέργειας σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Αυτό σημαίνει ότι η ισχύς που καταναλώνει είναι μεγαλύτερη.

Συμπερασματικά η αύξηση της δυναμικής ενέργειας είναι αριθμητικά ίση με το έργο της δύναμης που ανύψωσε το σώμα στο σημείο αυτό και ισχύει:

$$W_F = \Delta U = m \cdot g \cdot h$$

Όπου, m = η μάζα του σώματος

g = η επιτάχυνση του σώματος

h = το ύψος της σκάλας

Έτσι με βάση τον παραπάνω τύπο, για δεδομένο υψόμετρο h και μάζα σώματος m η ενέργεια που καταναλώνεται για να ανέβαση στο ύψος αυτό θα είναι ίση με $W_F = mgh$.

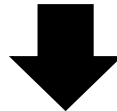
Στις εικόνες παρακάτω, φαίνεται η διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας και τον χρόνο που χρειάζεται για να ανέβουν δύο άτομα τη σκάλα. Και οι δύο καταναλώνουν την ίδια ποσότητα ενέργειας, αλλά αυτός που ανεβαίνει πιο γρήγορα έχει μεγαλύτερη ισχύ.



Ορισμός της Ισχύος Μιας Μηχανής

Η ισχύς μιας μηχανής είναι το έργο που μπορεί να παράγει ανά μονάδα χρόνου. Ο μαθηματικός τύπος που περιγράφει την ισχύ είναι:

$$\text{Ισχύς} = \frac{\text{Έργο}}{\text{χρονικό διάστημα}} = \frac{\text{Ποσότητα ενέργειας που μετασχηματίζεται}}{\text{χρονικό διάστημα}}$$



$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

Η ισχύς είναι μονόμετρο μέγεθος και στο S.I. μετριέται σε: Watt (W),

όπου 1 βατ ισοδυναμεί με 1 τζάουλ ανά δευτερόλεπτο.

Με βάση το τύπο:

η ισχύς μιας μηχανής είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερο έργο παράγει ή περισσότερη ενέργεια μετασχηματίζει σε ορισμένο χρονικό διάστημα.

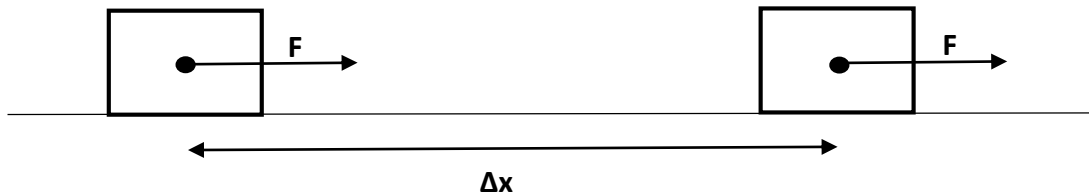
Το W είναι μια σχετικά μικρή μονάδα ενέργειας, στην οποία πολύ συχνά χρησιμοποιούνται τα παραπλήσιά της, δηλαδή:

$$1\text{kW} = 10^3 \text{ W} = 1000 \text{ W}$$

$$1\text{MW} = 10^6 \text{ W} = 1000000 \text{ W}$$

Πώς μπορεί να γραφεί η ισχύς που προσφέρεται σε ένα σώμα το οποίο κινείται με σταθερή ταχύτητα;

Θεωρούμε ένα σώμα το οποίο μετατοπίζεται προς τα δεξιά με ευθύγραμμη και ομαλή κίνηση υπό την επίδραση μεταξύ άλλων και μιας σταθερής δύναμης F.



Για το σώμα αυτό ισχύει:

$$\Delta x = u \cdot \Delta t$$

Το έργο το οποίο προσφέρει η δύναμη είναι: $W_F = F \cdot \Delta x$

Έτσι για την ισχύ που προσφέρεται στο σώμα από την δύναμη F μπορούμε να γράψουμε:

$$P = \frac{W_F}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta t} = \frac{F \cdot u \cdot \Delta t}{\Delta t}$$

Έτσι η ισχύς γράφεται τελικά:

$$P = F \cdot u$$

Σημείωση:

- Επειδή η ωφέλιμη ενέργεια είναι πάντοτε μικρότερη της προσφερόμενης ενέργειας η απόδοση των μηχανών είναι πάντα αριθμός μικρότερος της μονάδας.
- Η απόδοση μιας μηχανής μπορεί να δοθεί και ως ποσοστό.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή και με Λ κάθε λανθασμένη από τις προτάσεις που ακολουθούν.
Α. Η ισχύς εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο παράγεται έργο από μια μηχανή.
Β. Μονάδα μέτρησης της ισχύος στο S.I. είναι το 1N/s .
Γ. Όσο περισσότερο έργο παράγει μια μηχανή τόσο πιο ισχυρή είναι.
Δ. Το 1W είναι μεγαλύτερη μονάδα μέτρησης ισχύος από τον 1HP .
Ε. Όσο περισσότερο χρόνο χρειάζεται μια μηχανή για να παράγει ορισμένο έργο, τόσο μεγαλύτερη ισχύ αναπτύσσει η μηχανή.
2. Μια μηχανή M_1 έχει ισχύ 5HP και μια δεύτερη μηχανή M_2 έχει ισχύ 3730W . Πιο ισχυρή είναι η μηχανή.
Α. M_1
Β. M_2 .
Γ. Και οι δύο μηχανές έχουν την ίδια ισχύ.
Δ. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τις δύο μηχανές.
3. Μια μηχανή M_1 , παράγει έργο 1000J σε χρόνο 4s ενώ μια δεύτερη μηχανή M_2 παράγει έργο 6000J σε χρόνο 2min . Ποια από τις μηχανές είναι λιγότερο ισχυρή;
α. M_1 .
β. M_2 .
γ. Και οι δύο μηχανές έχουν την ίδια ισχύ.
δ. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τις δύο μηχανές.
4. Μια μηχανή ισχύος 1 kW σε χρόνο 2s παράγει έργο:
α. 1000J .
β. 2000J .
γ. 2000J .
δ. 500J .
5. Μια μηχανή παράγει έργο 4000 J σε χρόνο 4s . Η ισχύς της μηχανής είναι:
α. 16000W .

- β. 1000 W.
- γ. 1000 J.
- δ. $\frac{1}{1000}W$

6. Μια μηχανή ισχύος 2 kW παράγει έργο 10000 J σε χρονικό διάστημα το οποίο είναι ίσο με:
 - α. 20s.
 - β. 5s.
 - γ. 500 s.
7. Δύο μηχανές A και B έχουν ισχύ P_A και P_B αντίστοιχα. Η μηχανή A παράγει διπλάσιο έργο απ' τη B στο ίδιο χρονικό διάστημα. Ο λόγος $\frac{P_A}{P_B}$ είναι ίσος με:
 - α. 1 β. $\frac{1}{2}$ γ. 2

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

1. Ένας γερανός ισχύος $P = 200W$ ανυψώνει ένα κιβώτιο βάρους B με σταθερή ταχύτητα. Αν το σώμα B ανυψώνεται κατά 10m σε χρόνο 4s, να βρείτε το βάρος και τη μάζα του κιβωτίου. Δίνεται ότι: $g = 10m/s^2$.
2. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ανυψώνει με σταθερή ταχύτητα έναν ανελκυστήρα που έχει βάρος 20000N σε ύψος 12m. Αν η ανύψωση πραγματοποιείται σε χρόνο 15s να υπολογίσετε την ισχύ του κινητήρα.
3. Ένα αυτοκίνητο κινείται σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Αν η δύναμη του κινητήρα του αυτοκινήτου είναι ίση με 2500N και η ισχύς της μηχανής είναι ίση με 75kW να υπολογίσετε τη σταθερή ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητο.
4. Η ισχύς μιας μηχανής είναι $P = 2kW$. Να υπολογίσετε σε J το έργο που παράγει η μηχανή αυτή αν λειτουργήσει για $t = 15min$.
5. Μια μηχανή A παράγει έργο $W_1 = 48000J$ σε $t_1 = 0,4min$ ενώ μια μηχανή B παράγει έργο $W_2 = 43,2kJ$ σε $t_2 = 36s$. Ποια είναι ισχυρότερη;
6. Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση της δύναμης $F = 30N$ με σταθερή ταχύτητα $u = 10m/s$.
 - α) Πόση είναι η τριβή;
 - β) Σε $t = 5s$ πόση απόσταση θα έχει διανύσει;
 - γ) Ποιο είναι το έργο και ποια η ισχύς της δύναμης F;