

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

1.1. Οι φυσικές επιστήμες και η μεθοδολογία τους

- ✓ **Φαινόμενα:** οι μεταβολές που συμβαίνουν γύρω μας (π.χ. οι αλλαγές του καιρού, η φωτοσύνθεση, η καύση του ξύλου και του πετρελαίου, η κίνηση των αυτοκινήτων, οι πτήσεις των αεροπλάνων, η διάβρωση των πετρωμάτων, η ανάπτυξη ενός ανθρώπου κλπ).
- ✓ **Φυσικές επιστήμες:** οι επιστήμες που ασχολούνται με την έρευνα και τη μελέτη των μεταβολών που συμβαίνουν στη φύση. Τέτοιες επιστήμες είναι η Φυσική, η Χημεία, η Βιολογία, η Γεωλογία, η Μετεωρολογία, η Αστρονομία κλπ.
- ✓ **Φυσική:** η επιστήμη που μελετά τις ιδιότητες των σωμάτων, από τα άτομα (πολύ μικρά) μέχρι τους γαλαξίες (πολύ μεγάλα). Η Φυσική μελετά το χώρο, το χρόνο, την ύλη και την ενέργεια, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αυτά συσχετίζονται.
- ✓ Οι Φυσικοί αρχικά ερμηνεύουν τα φαινόμενα διατυπώνοντας θεωρίες και έπειτα ακολουθούν πειραματικές διαδικασίες για να επαληθευθούν ή όχι οι θεωρίες αυτές. Η **ενέργεια** και η **αλληλεπίδραση** είναι βασικές έννοιες της Φυσικής, οι οποίες μαζί με την αντίληψη που έχουμε για τη μικροσκοπική δομή της ύλης μας βοηθούν στην πληρέστερη ερμηνεία των φυσικών φαινομένων.
- ✓ Ένα σώμα έχει **ενέργεια** όταν μπορεί να προκαλέσει μεταβολές. Η ενέργεια εμφανίζεται με διάφορες μορφές (κινητική, δυναμική, θερμική, ηλεκτρική κλπ.) και διατηρείται στις φυσικές μεταβολές.
- ✓ **Χώρος, χρόνος, κίνηση, αλληλεπιδράσεις** κλπ: βασικές έννοιες που περιγράφουν τα φαινόμενα τα οποία μελετά η Φυσική. Οι σχέσεις οι οποίες συνδέουν τις έννοιες της Φυσικής εκφράζονται με τους νόμους της Φυσικής. Γνωρίζοντας τους βασικούς νόμους της Φυσικής διαμορφώνουμε μια ολοκληρωμένη άποψη για πολλά από τα θέματα που απασχολούν τη σύγχρονη κοινωνία όπως: το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η τρύπα του όζοντος, η πρόβλεψη των σεισμών, η πυρηνική ενέργεια, τα μετεωρολογικά φαινόμενα, η κίνηση των δορυφόρων γύρω από τη Γη κλπ.
- ✓ Η τεράστια ανάπτυξη της Φυσικής οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στην ανάπτυξη των μαθηματικών και των πειραμάτων (εισαγωγή στη μεθοδολογία της Φυσικής του **πειράματος** και της **χρήσης εξισώσεων και γραφικών παραστάσεων**, με τη βοήθεια των οποίων διατυπώθηκαν οι νόμοι της Φυσικής στη γλώσσα των μαθηματικών).
- ✓ Οι σημαντικότερες εφαρμογές της τεχνολογίας προέκυψαν από την εξέλιξη των φυσικών επιστημών (π.χ. οι ραδιοεπικοινωνίες, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, η πυρηνική τεχνολογία, τα διαστημικά ταξίδια κλπ).

Ερωτήσεις:

1. Τι ονομάζουμε φαινόμενα στο φυσικό κόσμο;
2. Τι μελετούν οι φυσικές επιστήμες; Να αναφέρετε τουλάχιστον 5 φυσικές επιστήμες.
3. Γιατί είναι χρήσιμη η μελέτη της Φυσικής;
4. Ποιοι είναι οι στόχοι των φυσικών;
5. Να αναφέρετε δύο βασικές έννοιες που περιγράφουν τα φυσικά φαινόμενα
6. Τι είναι η Φυσική;
7. Να αναφέρετε μερικά τεχνολογικά επιτεύγματα που οφείλονται στην ανάπτυξη της Φυσικής.
8. Πότε λέμε ότι ένα σώμα περιέχει ενέργεια; Το ανθρώπινο σώμα περιέχει ενέργεια;
9. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:
 - α) Στόχος των φυσικών είναι να περιγράψουν όλα τα με ένα σύνολο εννοιών. Η και η είναι δύο τέτοιες έννοιες οι οποίες μας βοηθούν στην πληρέστερη ερμηνεία των φαινομένων.
 - β) Μερικά από τα θέματα τα οποία είναι κατανοητά με τη βοήθεια της φυσικής είναι το φαινόμενο του, η τρύπα του και η ενέργεια.
 - γ) Η εξέλιξη της φυσικής οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στην εισαγωγή στη μεθοδολογία της φυσικής των και στη χρήση των και των
10. Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση:
 - α) Η ενέργεια στις φυσικές μεταβολές διατηρείται σταθερή.
 - β) Η ενέργεια στις φυσικές μεταβολές αυξάνεται.
 - γ) Η ενέργεια στις φυσικές μεταβολές μειώνεται.
 - δ) Η ενέργεια στις φυσικές μεταβολές είτε αυξάνεται είτε μειώνεται.
11. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;
 - α) Φυσική είναι η επιστήμη που μελετά τις ιδιότητες όλων των σωμάτων.
 - β) Η κάθε μεταβολή δε σχετίζεται με την ενέργεια.
 - γ) Ο χώρος, ο χρόνος, η κίνηση και οι αλληλεπιδράσεις είναι βασικές έννοιες που περιγράφουν τα φυσικά φαινόμενα.
 - δ) Η χημεία, η βιολογία, η γεωλογία και η μετεωρολογία αποτελούν ένα μέρος των φυσικών επιστημών.

1.2. Η επιστημονική μέθοδος!!!!

- ✓ Βασικά χαρακτηριστικά και τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου:
 - **Παρατήρηση και ταξινόμηση:** Οι φυσικοί παρατηρούν προσεκτικά ότι συμβαίνει γύρω τους και ταξινομούν τις παρατηρήσεις, αναζητώντας ομοιότητες μεταξύ των φαινομένων.
 - **Εύρεση μετρήσιμων ποσοτήτων και σχέσεις μεταξύ αυτών:** Μετά την παρατήρηση και την ταξινόμηση των παρατηρήσεων,
 - **Διατύπωση υποθέσεων:** Οι φυσικοί διατυπώνουν υποθέσεις για να ερμηνεύσουν τις σχέσεις μεταξύ των μεγεθών που βρήκαν.
 - **Πείραμα:** Με τη χρήση του κατάλληλου πειράματος επαληθεύουν ή απορρίπτουν τις υποθέσεις.
- ✓ **Πείραμα:** η αναπαραγωγή ενός φαινομένου στο εργαστήριο, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Υπάρχουν φυσικά φαινόμενα που μπορούν να αναπαραχθούν εύκολα στο εργαστήριο (π.χ. η πτώση των σωμάτων, η τήξη του πάγου, η εξαέρωση, η ανάκλαση του φωτός κλπ.), υπάρχουν όμως και φυσικά φαινόμενα που είναι δύσκολο να γίνουν στο εργαστήριο (π.χ. ο σεισμός).
- ✓ **Σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου:** η παρατήρηση, η υπόθεση και το πείραμα. Στο πείραμα αναγκαία είναι η μέτρηση μεγεθών για την επιβεβαίωση ή απόρριψη της υπόθεσης. Αυτή η διαδικασία ολοκληρώνεται με τη γενίκευση της υπόθεσης οπότε προκύπτει μια θεωρία. Στο πλαίσιο της θεωρίας εμφανίζονται νέες προβλέψεις που πρέπει να επιβεβαιωθούν με την παρατήρηση και το πείραμα.
- ✓ Οι επιστήμονες αποδέχονται τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων και των πειραμάτων ακόμα και αν δεν επαληθεύουν τις υποθέσεις τους. Έτσι πολλές φορές δεν ακολουθούν όλα τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου και κατά σειρά αλλά ακολουθούν τις εμπνεύσεις τους, τη διαίσθησή τους και τη φαντασία τους. Πάντα όμως, η διατύπωση μιας φυσικής θεωρίας θα αρχίζει με την παρατήρηση και θα τελειώνει με το πείραμα.

Ερωτήσεις:

1. Ποια είναι τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου;
2. Τι είναι το πείραμα;
3. Αν στην επιφάνεια ενός πλανήτη στον οποίο δεν υπάρχει ατμόσφαιρα αφήσουμε ταυτόχρονα να πέσουν από το ίδιο ύψος μια σιδερένια σφαίρα και μια κιμωλία, αυτά θα φτάσουν ταυτόχρονα στην επιφάνεια του πλανήτη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
4. Ποια σχέση υπάρχει μεταξύ ενός φαινομένου, ενός νόμου και μιας θεωρίας;
5. Με ποιο τρόπο ελέγχεται μια θεωρία;

6. Γιατί η προσπάθεια να κατανοήσουμε τη φύση δεν τελειώνει ποτέ;
7. Ο νόμος της ελεύθερης πτώσης των σωμάτων λέει ότι στο κενό όλα τα σώματα που αφήνονται από το ίδιο ύψος πέφτουν στον ίδιο χρόνο. Ο νόμος αυτός:
- α) ίσχυε μόνο κατά την εποχή που έζησε ο Αριστοτέλης,
 - β) ίσχυε από την εποχή του Αριστοτέλη ως την εποχή του Νεύτωνα,
 - γ) ισχύει μόνο στη σημερινή εποχή,
 - δ) ίσχυε κατά το παρελθόν, ισχύει σήμερα και θα ισχύει και στο μέλλον.
- Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;
8. Οι φυσικοί νόμοι ισχύουν για φαινόμενα τα οποία:
- α) παρατηρούνται μόνο στην επιφάνεια της Γης σήμερα,
 - β) παρατηρήθηκαν μόνο κατά το παρελθόν στο Σύμπαν,
 - γ) παρατηρούνται μόνο σήμερα στο Σύμπαν,
 - δ) έγιναν στο παρελθόν, γίνονται σήμερα και θα γίνονται σε οποιαδήποτε γωνιά του Σύμπαντος.
- Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;
9. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:
- α) Η συγκεκριμένη μεθοδολογία που ακολουθούν οι φυσικοί στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν τον κόσμο ονομάζεται μέθοδος.
 - β) Οι φυσικοί εκφράζουν τις παρατηρήσεις τους με τη βοήθεια και αναζητούν μεταξύ των ποσοτήτων, τις οποίες προσπαθούν να εκφράσουν με τη βοήθεια των μαθηματικών.
 - γ) Τα σημαντικότερα στοιχεία της μεθόδου είναι: η παρατήρηση, η και το
 - δ) Στο κενό όλα τα σώματα, όταν αφήνονται ταυτόχρονα από το ίδιο ύψος, φτάνουν στο έδαφος
10. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- α) Τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι η παρατήρηση και η υπόθεση,
 - β) Τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι οι συσχετίσεις και το πείραμα,
 - γ) Τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι η ταξινόμηση, η υπόδειξη και το πείραμα,
 - δ) Τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι η παρατήρηση η υπόθεση και το πείραμα.

Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους

- ✓ **Μέτρηση:** η διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών.
- ✓ **Μέγεθος:** κάθε ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί. Όταν χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση φυσικών φαινομένων ονομάζονται **φυσικά μεγέθη** (π.χ. το μήκος, το εμβαδό, ο χρόνος, ο όγκος, η μάζα, η ταχύτητα, η πυκνότητα κλπ).
- ✓ Η διάκριση των μεγεθών σε **θεμελιώδη** και **παράγωγα** οφείλεται στο ότι τα θεμελιώδη δεν ορίζονται με τη βοήθεια άλλων μεγεθών ενώ τα παράγωγα απαιτούν και άλλα μεγέθη για να οριστούν. Ο χρόνος, η μάζα και το μήκος είναι τα βασικότερα θεμελιώδη μεγέθη ενώ η ταχύτητα, το εμβαδόν και ο όγκος είναι μερικά από τα παράγωγα μεγέθη.
- ✓ **Μονάδα μέτρησης:** μέγεθος με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να μετρήσουμε ένα ομοειδές μέγεθος.

✓ **Τι είναι το Διεθνές Σύστημα Μονάδων και ποιες οι μονάδες του μήκους, της μάζας και του χρόνου στο σύστημα αυτό;**

Στο παρελθόν οι επιστήμονες από τις διάφορες χώρες δεν χρησιμοποιούσαν τις ίδιες μονάδες μέτρησης για τα φυσικά μεγέθη και αυτό είχε ως συνέπεια να δυσχεραίνεται η επικοινωνία και η συνεργασία μεταξύ τους. Με άλλα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι ερευνητές δεν χρησιμοποιούσαν την ίδια επιστημονική «γλώσσα» π.χ. κάποιοι μετρούσαν το μήκος σε πόδια (ft) και κάποιοι άλλοι σε μέτρα (m). **Η επιστημονική κοινότητα αποφάσισε έπειτα από συμφωνία να δημιουργήσει μια κοινή «γλώσσα» συνεννόησης και έτσι καθιερώθηκε το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (System International, S.I).**

Η μονάδα μέτρησης του μήκους στο S.I είναι το ένα μέτρο (1m).

Η μονάδα μέτρησης της μάζας στο S.I είναι το ένα χιλιόγραμμα (1kg) ή πιο απλά το ένα κιλό.

Η μονάδα μέτρησης του χρόνου στο S.I είναι το ένα δευτερόλεπτο (1s).

Η καθιέρωση του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων δεν σημαίνει ότι κατέργησε τα προϋπάρχοντα συστήματα μέτρησης αλλά ότι δημιουργήθηκε ένας κοινός κώδικας συνεννόησης.

- ✓ **Θεμελιώδεις μονάδες:** οι μονάδες μέτρησης των θεμελιωδών μεγεθών. Το μέτρο, το δευτερόλεπτο, και το χιλιόγραμμα είναι θεμελιώδεις μονάδες στη Μηχανική για το Διεθνές Σύστημα μονάδων. Συνοπτικά οι θεμελιώδεις μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων S.I. είναι οι εξής:

Τα κυριότερα παράγωγα μεγέθη είναι τα εξής:

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα Μέτρησης
εμβαδόν	E	Τετραγωνικό μέτρο (m ²)
όγκος	V	Κυβικό μέτρο (m ³)
πυκνότητα	ρ, d	Χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m ³)

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα Μέτρησης
μήκος	s, l, d	μέτρο (m)
μάζα	m	χιλιόγραμμα (kg)
χρόνος	t	δευτερόλεπτο (sec)
ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	I	αμπέρ (A)
θερμοκρασία	T	βαθμός Kelvin (K)
ποσότητα ύλης	n	μολ (mol)
φωτεινή ένταση	I _v	candela (cd)
ταχύτητα	υ	Μέτρο ανά δευτερόλεπτο (m/s)

Πως ορίζεται το μέτρο ως μονάδα μέτρησης και ποια τα κυριότερα πολλαπλάσια και υποδιαιρέσεις του;

Αρχικά το μέτρο ορίστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε η απόσταση από το Βόρειο Πόλο μέχρι τον Ισημερινό να είναι ίση με 10.000.000m.

Το κυριότερο πολλαπλάσιο του μέτρου είναι το χιλιόμετρο (km) που όπως μαρτυρά και το όνομα του ισοδυναμεί με χίλια μέτρα:

$$1km = 1000m = 10^3 m$$

Τα βασικά υποπολλαπλάσια του μέτρου είναι:

- Το δεκατόμετρο (1dm) δηλαδή το ένα δέκατο του μέτρου και ισχύουν οι σχέσεις:

$$1m = 10dm = 10^1 dm$$

$$1dm = \frac{1}{10} m = \frac{1}{10^1} m = 10^{-1} m$$

- Το εκατοστόμετρο (1cm) δηλαδή το ένα εκατοστό του μέτρου και ισχύουν:

$$1m = 100cm = 10^2 cm$$

$$1cm = \frac{1}{100} m = \frac{1}{10^2} m = 10^{-2} m$$

- Το χιλιοστόμετρο (1mm) δηλαδή το ένα χιλιοστό του μέτρου:

$$1m = 1000mm = 10^3 mm$$

$$1mm = \frac{1}{1000} m = \frac{1}{10^3} m = 10^{-3} m$$

- Το μικρόμετρο (1μm) που είναι το ένα εκατομμυριοστό του μέτρου:

$$1m = 1.000.000 \mu m = 10^6 \mu m$$

$$1\mu m = \frac{1}{1.000.000} m = \frac{1}{10^6} m = 10^{-6} m$$

Το μήκος το μετράμε με όργανα όπως η μεζούρα, ο χάρακας κτλ.

Πως μετράμε το χρόνο και ποιες οι βασικές μονάδες μέτρησης του;

Το χρόνο το μετράμε με το χρονόμετρο και όπως έχει ήδη αναφερθεί η μονάδα μέτρησης του χρόνου στο S.I. είναι το 1s. Άλλες συνηθισμένες μονάδες μέτρησης του χρόνου είναι το λεπτό 1min και η ώρα 1h και ισχύουν οι σχέσεις:

$$1 \text{ min} = 60s$$

$$1s = \frac{1}{60} \text{ min}$$

$$1h = 60 \text{ min} = 60 \cdot 60s = 3600s$$

$$1s = \frac{1}{3600} h$$

Υποπολλαπλάσια του δευτερολέπτου είναι:

- Το μιλισεκόντ (1ms) για το οποίο ισχύουν:

$$1ms = \frac{1}{1000} s = \frac{1}{10^3} s = 10^{-3} s$$

$$1s = 1000ms = 10^3 ms$$

- Το μικροσεκόντ (1μs) για το οποίο ισχύουν:

$$1\mu s = \frac{1}{1.000.000} s = \frac{1}{10^6} s = 10^{-6} s$$

$$1s = 1.000.000 \mu s = 10^6 \mu s$$

Τι είναι μάζα ενός σώματος; Πως μετράμε τη μάζα ενός σώματος και ποια η βασική μονάδα μέτρησης της μάζας και ποια τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια της;

Μάζα είναι η ποσότητα της ύλης που έχει ένα σώμα. Μάζα είναι το μέτρο της αδράνειας ενός σώματος, δηλαδή αποτελεί το μέτρο για το πόσο εύκολα ή δύσκολα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητα που έχει ένα σώμα (η κινητική του κατάσταση).

Η μάζα ενός σώματος είναι ίδια παντού. Όντως η ποσότητα της ύλης ενός σώματος δεν αλλάζει αν από τη θάλασσα μεταφερθεί στο βουνό ή στη σελήνη ή σε άλλο γαλαξία.

Τη μάζα ενός σώματος τη μετράμε με το ζυγό (ζυγαριά). Όπως έχει ήδη αναφερθεί η μονάδα μέτρησης της μάζας στο διεθνές σύστημα είναι το χιλιόγραμμα (1kg) ή κιλό.

Το κυριότερο πολλαπλάσιο του κιλού είναι ο τόνος (1tn) και ισχύουν οι σχέσεις:

$$1tn = 1000kg = 10^3 kg$$

$$1kg = \frac{1}{1000} tn = \frac{1}{10^3} tn = 10^{-3} tn$$

Τα κυριότερα υποπολλαπλάσια του κιλού είναι:

- Το γραμμάριο (1g):

$$1g = \frac{1}{1000} kg = \frac{1}{10^3} kg = 10^{-3} kg$$

$$1kg = 1000g = 10^3 g$$

- Το μιλιγκράμ (1mg):

$$1mg = \frac{1}{1000} g = \frac{1}{10^3} g = 10^{-3} g$$

$$1g = 1000mg = 10^3 mg$$

- Το μικρογραμμάριο (1μg):

$$1\mu g = \frac{1}{1.000.000} g = \frac{1}{10^6} g = 10^{-6} g$$

$$1g = 1.000.000\mu g = 10^6 \mu g$$

✓ Πολλές φορές χρησιμοποιούμε τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των μονάδων. Για τη χρήση τους υπάρχουν ορισμένα προθέματα, τα κυριότερα των οποίων φαίνονται στον επόμενο πίνακα:

Υποπολλαπλάσια			Πολλαπλάσια		
deci	d	10^{-1}	deka	da	10
centi	c	10^{-2}	hecto	h	10^2
milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^3
micro	μ	10^{-6}	mega	M	10^6

nano	n	10^{-9}	giga	G	10^9
pico	p	10^{-12}	tera	T	10^{12}
femto	f	10^{-15}	peta	P	10^{15}
atto	α	10^{-18}	exa	E	10^{18}

✓ Θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του μήκους είναι το **μέτρο (1m)**. Πολλαπλάσιό του είναι το χιλιόμετρο ($1\text{km}=1000\text{m}=10^3\text{m}$), ενώ υποπολλαπλάσιό του είναι το εκατοστόμετρο ή εκατοστό ($1\text{cm}=1/100\text{m}=10^{-2}\text{m}$), το χιλιοστόμετρο ή χιλιοστό ($1\text{mm}=1/1000\text{m}=10^{-3}\text{m}$) κ.α.

✓ Για τη μέτρηση του **χρόνου** χρησιμοποιούμε περιοδικά φαινόμενα (φαινόμενα τα οποία επαναλαμβάνονται με ίδιο τρόπο σε ίσα χρονικά διαστήματα) όπως η κίνηση του εκκρεμούς, η εναλλαγή ημέρας-νύχτας, οι φάσεις της Σελήνης και οι χτύποι της καρδιάς. Θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του χρόνου είναι το **δευτερόλεπτο (second ή s)**. Ορίζουμε το 1s έτσι ώστε το ημερονύκτιο να διαρκεί 86400s. Άλλες μονάδες μέτρησης χρόνου είναι το λεπτό ($1\text{min}=60\text{s}$) και η ώρα ($1\text{h}=3600\text{s}$). Το χρόνο τον μετράμε με τα χρονόμετρα.

✓ **Μάζα** ενός σώματος: η ποσότητα της ύλης που περιέχεται σ' αυτό. Η μάζα ενός σώματος παραμένει η ίδια όπου και να μεταφερθεί το σώμα (στο Έβερεστ, στη Σελήνη κλπ.). Θεμελιώδης μονάδα μέτρησης της μάζας είναι το **χιλιόγραμμα (1kg)**, με υποπολλαπλάσιο το γραμμάριο ($1\text{kg}=1000\text{g}=10^3\text{g}$ ή $1\text{g}=1/1000\text{kg}=10^{-3}\text{kg}$). Τη μάζα τη μετράμε με τις ζυγαριές.

✓ Οι μονάδες εμβαδού και όγκου προκύπτουν από τη μονάδα μήκους και είναι 1m^2 και 1m^3 αντίστοιχα. Ομοίως και για τα υποπολλαπλάσιά τους τα οποία έχουν ως εξής:

$$1\text{dm}^2=(10^{-1}\text{m})^2=10^{-2}\text{m}^2$$

$$1\text{cm}^2=(10^{-2}\text{m})^2=10^{-4}\text{m}^2$$

$$1\text{mm}^2=(10^{-3}\text{m})^2=10^{-6}\text{m}^2$$

$$1\text{dm}^3=(10^{-1}\text{m})^3=10^{-3}\text{m}^3=1\text{L}$$

$$1\text{cm}^3=(10^{-2}\text{m})^3=10^{-6}\text{m}^3$$

$$1\text{mm}^3=(10^{-3}\text{m})^3=10^{-9}\text{m}^3$$

ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΟΛΕΣ ΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΜΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΔΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ :

Η βασική μονάδα μέτρησης της επιφάνειας στο διεθνές σύστημα είναι το τετραγωνικό μέτρο 1m^2 . Το τετραγωνικό μέτρο είναι μια επιφάνεια που έχει μήκος ένα μέτρο και πλάτος ένα μέτρο επίσης. Τα κυριότερα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του τετραγωνικού μέτρου φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	Μήκος	Εμβαδόν
Πολλαπλάσια	$1\text{km} = 10^3\text{m}$	$1\text{km}^2 = 1\text{km} \cdot 1\text{km} = 10^3\text{m} \cdot 10^3\text{m} = 10^6\text{m}^2$ $1\text{στρέμμα}=1000\text{m}^2$
Υποπολλαπλάσια	$1\text{dm} = 10^{-1}\text{m}$ $1\text{cm} = 10^{-2}\text{m}$ $1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$	$1\text{dm}^2 = 1\text{dm} \cdot 1\text{dm} = 10^{-1}\text{m} \cdot 10^{-1}\text{m} = 10^{-2}\text{m}^2$ $1\text{cm}^2 = 1\text{cm} \cdot 1\text{cm} = 10^{-2}\text{m} \cdot 10^{-2}\text{m} = 10^{-4}\text{m}^2$ $1\text{mm}^2 = 1\text{mm} \cdot 1\text{mm} = 10^{-3}\text{m} \cdot 10^{-3}\text{m} = 10^{-6}\text{m}^2$

Όγκος ενός σώματος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα, Η βασική μονάδα μέτρησης του όγκου στο διεθνές σύστημα είναι το κυβικό μέτρο 1m^3 . Ένα κυβικό μέτρο είναι

έναν κύβο που έχει ακμή ένα μέτρο. Τα κυριότερα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του κυβικού μέτρου φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	Μήκος	Εμβαδόν
Πολλαπλάσια	$1km = 10^3 m$	$1km^3 = 1km \cdot 1km \cdot 1km = 10^3 m \cdot 10^3 m \cdot 10^3 m = 10^9 m^3$
Υποπολλαπλάσια	$1dm = 10^{-1} m$ $1cm = 10^{-2} m$ $1mm = 10^{-3} m$	$1dm^3 = 1dm \cdot 1dm \cdot 1dm = 10^{-1} m \cdot 10^{-1} m \cdot 10^{-1} m = 10^{-3} m^3$ $1cm^3 = 1cm \cdot 1cm \cdot 1cm = 10^{-2} m \cdot 10^{-2} m \cdot 10^{-2} m = 10^{-6} m^3$ $1mm^3 = 1mm \cdot 1mm \cdot 1mm = 10^{-3} m \cdot 10^{-3} m \cdot 10^{-3} m = 10^{-9} m^3$ $1dm^3 = 1dm \cdot 1dm \cdot 1dm = 10cm \cdot 10cm \cdot 10cm = 1000cm^3$

Για την μέτρηση του όγκου των υγρών και των αερίων συχνά χρησιμοποιούμε ως μονάδα μέτρησης το λίτρο, **1L**. Το λίτρο ορίζεται έτσι ώστε να ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$1L = dm^3$$

$$1L = 1000cm^3$$

$$1L = 1000mL$$

$$1cm^3 = 1mL$$

$$1m^3 = 1000L$$

Πως μπορούμε να μετρήσουμε τον όγκο ενός στερεού τυχαίου σχήματος;

Όταν θέλουμε να μετρήσουμε τον όγκο ενός στερεού ακανόνιστου σχήματος, λόγω του τυχαίου σχήματος που έχει το σώμα, δεν υπάρχει κάποια μαθηματική σχέση για να χρησιμοποιηθεί όπως υπάρχει για παράδειγμα για τα κανονικά στερεά (π.χ. κύβος, σφαίρα, κύλινδρος κτλ.). Στην περίπτωση αυτή υπολογίζουμε τον όγκο του με την βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου. Παίρνουμε έναν ογκομετρικό κύλινδρο και τον γεμίζουμε με νερό μέχρι κάποιο σημείο και καταγράφουμε την ένδειξη που αναφέρεται στον όγκο του νερού που βρίσκεται μέσα στο δοχείο. Στη συνέχεια βυθίζουμε το στερεό μέσα στο νερό, οπότε η στάθμη του νερού στο δοχείο ανεβαίνει. Καταγράφουμε την νέα ένδειξη της στάθμης του νερού και από αυτήν αφαιρούμε την αρχική ένδειξη που είχαμε σημειώσει. Η διαφορά των δύο ενδείξεων αντιστοιχεί στον όγκο του στερεού που βυθίστηκε.

✓ **Βάρος** ενός σώματος: η δύναμη που ασκεί η Γη στο σώμα και έχει σχέση με το πόσο εύκολα ή δύσκολα σηκώνουμε το σώμα αυτό. Όσο πιο δύσκολα σηκώνουμε ένα σώμα, τόσο μεγαλύτερο είναι το βάρος του σώματος. Το βάρος ενός σώματος είναι ανάλογο της μάζας του σώματος σύμφωνα με τη σχέση: **w=m·g**.

Η σταθερά αναλογίας g ονομάζεται επιτάχυνση της βαρύτητας και εξαρτάται από το γεωγραφικό τόπο που βρίσκεται το σώμα και από το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας. Στην Ελλάδα και στην επιφάνεια της θάλασσας είναι **g=9,8m/s²**. Από τη σχέση w=m·g προκύπτει ότι στον ίδιο τόπο και στο ίδιο ύψος, σώματα με ίσες μάζες έχουν ίσα βάρη, οπότε η μέτρηση της μάζας ανάγεται σε μέτρηση του βάρους. Η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του βάρους είναι το Νιούτον (1N). Το βάρος το μετράμε με το **δυναμόμετρο**. Η λειτουργία του

στηρίζεται στο ότι το ελατήριο που περιέχει παραμορφώνεται (τεντώνεται) όταν κρεμάσουμε από αυτό το σώμα του οποίου το βάρος θέλουμε να μετρήσουμε και η παραμόρφωση που παθαίνει είναι ανάλογη του βάρους του σώματος.

Τι είναι το βάρος w ενός σώματος;

Το βάρος w ενός σώματος είναι η δύναμη που ασκεί η Γη στο σώμα και έχει σχέση με το πόσο δύσκολα ή εύκολα σηκώνουμε ένα σώμα. Το βάρος είναι μια δύναμη που κατευθύνεται πάντοτε προς το κέντρο της Γης. Για να σηκώσουμε ένα σώμα πρέπει να ασκήσουμε κατακόρυφα προς τα πάνω μια δύναμη τουλάχιστον ίση και αντίθετη του βάρους του σώματος ώστε να αντισταθμίζεται η επίδραση του βάρους. Επομένως όσο πιο μεγάλο είναι το βάρος ενός σώματος τόσο πιο μεγάλη είναι η δύναμη που πρέπει να ασκήσουμε για να το σηκώσουμε.

Το βάρος είναι ανάλογο της μάζας ενός σώματος και υπολογίζεται από τη σχέση

$$w=mg$$

Η σταθερά αναλογίας g ονομάζεται επιτάχυνση της βαρύτητας και η τιμή της εξαρτάται από τον τόπο στον οποίο βρισκόμαστε. Επομένως η τιμή του βάρους w από τόπο σε τόπο διαφέρει αφού εξαρτάται από το g .

Το βάρος όπως όλες τις δυνάμεις το μετράμε με το δυναμόμετρο και η μονάδα μέτρησης του είναι το **1N (1 Newton)**.

Ποιες είναι οι κυριότερες διαφορές ανάμεσα στη μάζα και το βάρος ενός σώματος;

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι η μάζα και το βάρος ενός σώματος δεν είναι το ίδιο πράγμα. Οι κυριότερες διαφορές του είναι οι εξής:

- Το βάρος είναι δύναμη ενώ η μάζα είναι η ποσότητα της ύλης που έχει ένα σώμα.
- Το βάρος το μετράμε με το δυναμόμετρο ενώ τη μάζα με το ζυγό.
- Το βάρος αλλάζει από τόπο σε τόπο ανάλογα με την τιμή του g ενώ η μάζα ενός σώματος είναι παντού η ίδια.
- Το βάρος σχετίζεται με το πόσο εύκολα ή δύσκολα σηκώνουμε ένα σώμα ενώ η μάζα σχετίζεται με το πόσο εύκολα η δύσκολα σπρώχνουμε ένα σώμα

Η σύγχυση ανάμεσα στο βάρος και τη μάζα ενός σώματος έχει να κάνει με την λανθασμένη συνήθεια της καθημερινής μας ζωής που θέλει όταν θέλουμε να αναφερθούμε και να μετρήσουμε τη μάζα μας να λέμε ότι το βάρος μας είναι τόσα κιλά, πράγμα το οποίο είναι λάθος.

Η σύγχυση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι δύο σώματα που βρίσκονται στον ίδιο τόπο και στο ίδιο ύψος αν έχουν το ίδιο βάρος θα έχουν και την ίδια μάζα. Πράγματι αν θεωρήσουμε δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα τα οποία βρίσκονται στο ίδιο μέρος και στο ίδιο υψόμετρο και αν αυτά τα σώματα έχουν ίσα βάρη τότε:

$$w_1 = w_2$$
$$m_1 \cdot g = m_2 \cdot g$$

και αφού τα σώματα είναι στο ίδιο μέρος το g είναι κοινό και για τα δύο και απλοποιείται από την παραπάνω σχέση οπότε τελικά έχουμε

$$m_1 = m_2$$

Άρα: «Δύο σώματα που έχουν ίσα βάρη στον ίδιο τόπο και στο ίδιο υψόμετρο θα έχουν και ίσες μάζες».

✓ **Πυκνότητα:** χαρακτηρίζει το υλικό ενός σώματος και εκφράζει τη μάζα που περιέχεται σε μια μονάδα όγκου.

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

Με άλλα λόγια **πυκνότητα ρ** του υλικού ενός σώματος μάζας m και όγκου V ονομάζεται το πηλίκο m/V. Μονάδα μέτρησης της πυκνότητας είναι το 1kg/m³ ή το 1g/cm³.

- Η πυκνότητα ενός υλικού εκφράζει τη μάζα του υλικού που περιέχεται στη μονάδα του όγκου
- Η πυκνότητα έχει χαρακτηριστική τιμή για κάθε υλικό

Οι συνήθεις μονάδες της πυκνότητας είναι το $\frac{kg}{m^3}$, $\frac{g}{cm^3}$, $\frac{g}{ml}$

Η πυκνότητα όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχει συγκεκριμένη τιμή για κάθε υλικό δηλαδή άλλη πυκνότητα έχει ο σίδηρος άλλη το νερό άλλη ο χρυσός. Όμως όλα τα αντικείμενα από σίδηρο έχουν την ίδια πυκνότητα και όλα τα κοσμήματα από χρυσό έχουν την ίδια πυκνότητα ανεξάρτητα από το σχήμα ή το μέγεθος τους.

Όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα ενός υλικού τόσο περισσότερη μάζα από το υλικό θα «χωράει» σε ένα συγκεκριμένο όγκο.

Επίλυση του τύπου της πυκνότητας ως προς ρ, m και V

Σε πολλές περιπτώσεις ασκήσεων είναι αναγκαίο να επιλύσουμε τη σχέση με την οποία προσδιορίζεται η πυκνότητα ενός σώματος είτε ως προς τη μάζα είτε ως προς τον όγκο ανάλογα με το ζητούμενο της εκάστοτε άσκησης.

Αν ζητείται η πυκνότητα:

Όταν τα δεδομένα της άσκησης είναι η μάζα m και ο όγκος V και το ζητούμενο είναι η πυκνότητα ρ τότε απλώς εφαρμόζουμε τον τύπο της πυκνότητας π.χ.:

$$\begin{aligned} m &= 150g \\ V &= 100cm^3 \\ \rho &=; \end{aligned} \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{150}{100} \frac{g}{cm^3} \Rightarrow \rho = 1,5 \frac{g}{cm^3}$$

Προσοχή: πάντα γράφουμε και τις μονάδες μέτρησης της κάθε ποσότητας και κάνουμε πράξεις ξεχωριστά με τους αριθμούς και ξεχωριστά με τις μονάδες.

Αν ζητείται η μάζα:

Όταν τα δεδομένα της άσκησης είναι η πυκνότητα ρ και ο όγκος V ενώ το ζητούμενο είναι η μάζα m του σώματος τότε εργαζόμαστε όπως στο παρακάτω παράδειγμα:

$$\begin{aligned}\rho &= 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} & \rho &= \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho}{1} = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 \cdot m = \rho \cdot V \Rightarrow \\ V &= 100 \text{cm}^3 & m &= \rho \cdot V \\ m &=; & m &= 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 100 \text{cm}^3 \\ & & m &= 150 \text{g}\end{aligned}$$

Αν ζητείται ο όγκος:

Όταν τα δεδομένα της άσκησης είναι η πυκνότητα ρ και η μάζα m ενώ το ζητούμενο είναι ο όγκος V του σώματος τότε εργαζόμαστε όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί:

$$\begin{aligned}\rho &= 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} & \rho &= \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho}{1} = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 \cdot m = \rho \cdot V \Rightarrow \\ m &= 150 \text{g} & m &= \rho \cdot V \Rightarrow \\ V &=; & \frac{m}{\rho} &= \frac{\rho \cdot V}{\rho} \\ & & V &= \frac{m}{\rho}\end{aligned}$$

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Ένα μεταλλικό αντικείμενο όγκου $V=0,2\text{m}^3$ έχει μάζα $m=1580\text{kg}$.

- I. Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα να βρείτε από τι υλικό είναι κατασκευασμένο το αντικείμενο.

Μέταλλο	Πυκνότητα (kg/m^3)
Αργίλιο	2700 kg/m^3
Σίδηρος	7900 kg/m^3
Χρυσός	19300 kg/m^3

- II. Να βρείτε τη μάζα του αντικειμένου αν ήταν κατασκευασμένο από τα άλλα δύο μέταλλα που αναφέρονται στον πίνακα.

Λύση:

I. Προκειμένου να βρούμε από ποιο μέταλλο είναι κατασκευασμένο το αντικείμενο θα πρέπει αν υπολογίσουμε την πυκνότητά του:

$$\rho = \frac{m}{V}$$
$$\rho = \frac{1580}{0,2}$$

$$\rho = 7900 \text{ kg/m}^3$$

Άρα το αντικείμενο είναι φτιαγμένο από σίδηρο

II. Για να υπολογίσουμε τη μάζα ενός αντικειμένου ίδιου όγκου με το παραπάνω που είναι φτιαγμένο από αργίλιο θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$m = \rho \cdot V$$
$$m = 2700 \cdot 0,2$$
$$m = 540 \text{ kg}$$

Ομοίως για το χρυσό:

$$m = \rho \cdot V$$
$$m = 19300 \cdot 0,2$$
$$m = 3860 \text{ kg}$$

Ερωτήσεις – Ασκήσεις:

Ερωτήσεις θεωρίας - ανάπτυξης

1. Τι είναι τα φυσικά μεγέθη και τι η μέτρησή τους;
2. Ποια μεγέθη ονομάζουμε θεμελιώδη και ποια παράγωγα; Να δώσετε μερικά παραδείγματα.
3. Τι ονομάζουμε μονάδα μέτρησης;
4. **i)** Τι ονομάζουμε θεμελιώδεις μονάδες;
ii) Ποιες είναι οι θεμελιώδεις μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (S.I.);
5. **i)** Ποια είναι η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του μήκους;
ii) Ποια πολλαπλάσια και ποια υποπολλαπλάσια του μέτρου γνωρίζετε; Ποια είναι η σχέση τους με το μέτρο;
6. **i)** Ποια είναι η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης του χρόνου και πως ορίζεται;
ii) Ποια πολλαπλάσια και ποια υποπολλαπλάσια του δευτερολέπτου γνωρίζετε; Ποια είναι η σχέση τους με το δευτερολέπτου;
7. **i)** Με τι συνδέεται η μάζα ενός σώματος;
ii) Ποια είναι η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης της μάζας;
iii) Ποια πολλαπλάσια και ποια υποπολλαπλάσια της μάζας γνωρίζετε; Ποια είναι η σχέση τους με τη μάζα;
iv) Πως ονομάζεται το όργανο με το οποίο μετράμε τη μάζα ενός σώματος;

8. i) Τι ονομάζουμε βάρος ενός σώματος;
ii) Με τι συνδέεται το βάρος ενός σώματος;
iii) Ποια είναι η θεμελιώδης μονάδα μέτρησης της μάζας του βάρους;
iv) Πως ονομάζεται το όργανο με το οποίο μετράμε το βάρος ενός σώματος;
9. Ένα σώμα βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας και έχει μάζα 5kg. Ένα άλλο σώμα βρίσκεται στην κορυφή του Ολύμπου και έχει μάζα επίσης 5kg. Μπορούμε να πούμε ότι τα δύο σώματα έχουν το ίδιο βάρος; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
10. Στον ίδιο τόπο ποιο έχει μεγαλύτερο βάρος, 1kg σιδήρου ή 1kg βαμβακιού;
11. i) Από πού προκύπτουν οι μονάδες εμβαδού και όγκου;
ii) Ποια είναι τα κυριότερα υποπολλαπλάσιά τους;
12. i) Τι ονομάζουμε πυκνότητα του υλικού ενός σώματος;
ii) Τι χαρακτηρίζει η πυκνότητα;
iii) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας;

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής – Σωστού - Λάθους

13. Όταν ένα σώμα μεταφερθεί στη Σελήνη θα αλλάξει:
α) η μάζα του, β) το βάρος του, γ) κανένα από τα δύο.
Ποια είναι η σωστή απάντηση;
14. Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστή;
α) Η μάζα ενός σώματος μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο.
β) Για να μετρήσουμε το βάρος ενός σώματος, χρησιμοποιούμε το δυναμόμετρο.
γ) Ένα σώμα έχει το ίδιο βάρος όταν βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας και όταν βρίσκεται στην επιφάνεια της Σελήνης.
δ) Το N είναι πολλαπλάσιο του kg.
15. Στο δεξιό δίσκο ενός ζυγού τοποθετούμε ένα ποτήρι γεμάτο με παγάκια, ενώ στον αριστερό δίσκο τοποθετούμε σταθμά, έτσι ώστε ο ζυγός να ισορροπεί. Όταν μετά από αρκετή ώρα λιώσουν τα παγάκια στο ποτήρι, τότε ο ζυγός;
α) θα συνεχίσει να ισορροπεί,
β) θα γέρνει προς τα δεξιά,
γ) θα γέρνει προς τα αριστερά.
Ποια είναι η σωστή απάντηση;
16. Ποια από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστή;
α) Το 1m είναι μεγαλύτερο από τα 120cm.
β) Το 1cm ισοδυναμεί με 10mm.
γ) Τα 1000mm ισοδυναμούν με 1km.
δ) Τα 10m ισοδυναμούν με 100cm.

Μετατροπές μονάδων

17. Να βρείτε πόσα μέτρα (m) είναι τα:
α) 5km β) 5,3dm γ) 75cm δ) 400mm ε) 120μm

18. Να βρείτε πόσα εκατοστόμετρα (cm) είναι τα:
α) 5,2m β) 0,25dm γ) 480mm δ) 0,01km
19. Να εκφράσετε το δρόμο των 200m στο στίβο σε cm και σε km.
20. Το μήκος του θρανίου μας είναι 1,2m. Πόσα cm, πόσα mm και πόσα km είναι το μήκος του θρανίου;
21. Το μήκος του μολυβιού μας είναι 130mm. Πόσα cm και πόσα m είναι το μήκος αυτό;
22. Να βρείτε πόσα δευτερόλεπτα (s) είναι:
α) τα 5min β) οι 2h γ) τα 200ms δ) τα $10^4\mu\text{s}$
23. Ο μήνας Σεπτέμβριος έχει διάρκεια 30 ημέρες. Να βρείτε τη διάρκειά του σε ώρες (h), σε λεπτά (min) και σε δευτερόλεπτα (s).
24. Η κανονική διάρκεια ενός αγώνα ποδοσφαίρου είναι 90min. Να βρείτε την κανονική διάρκεια του αγώνα σε ώρες (h), σε δευτερόλεπτα (s), σε μιλισεκόντ (ms) και σε μικροσεκόντ (μs).
25. Να βρείτε πόσα χιλιόγραμμα (kg) είναι:
α) οι 0,01 τόνοι (tn) β) τα $45 \cdot 10^5\text{g}$ γ) τα $3 \cdot 10^7\text{mg}$
26. Η μάζα ενός άδειου φορτηγού είναι 20tn. Να βρείτε τη μάζα του φορτηγού σε (kg), σε (g), σε (mg), και σε (μg).
27. Να βρείτε πόσα μέτρα (m) είναι τα:
α) 0,85km β) 75dm γ) 250cm δ) 850mm ε) $10^4\mu\text{m}$
28. Να βρείτε πόσα εκατοστόμετρα (cm) είναι τα:
α) 2,5m β) 0,1dm γ) 104mm δ) 0,01km ε) $10^{-3}\mu\text{m}$
29. Να βρείτε πόσα χιλιοστόμετρα (mm) είναι τα:
α) $10^6\mu\text{m}$ β) 0,2cm γ) 0,01dm δ) 0,5m ε) 10^{-3}km
30. Το ύψος ενός παιδιού είναι 1,6m. Πόσα cm, πόσα mm και πόσα km είναι το ύψος του παιδιού;
31. Η απόσταση Αθήνας-Λάρισας είναι περίπου 360km. Πόσα cm, πόσα mm και πόσα m είναι η απόσταση αυτή;
32. Η ακτίνα της Γης είναι $R=6400\text{km}$. Πόσα cm, πόσα mm, πόσα m και πόσα μm είναι η ακτίνα της Γης;
33. Το φώς σε χρόνο 1min διατρέχει στο κενό απόσταση $18 \cdot 10^{12}\text{mm}$. Πόσα cm, πόσα m και πόσα km είναι η απόσταση αυτή;

34. Να μετατρέψετε τις παρακάτω αποστάσεις σε μm . Τα αποτελέσματα να είναι σε δυνάμεις του 10.

α) 10^{-2}m β) $5 \cdot 10^{-1}\text{dm}$ γ) $0,5 \cdot 10^{-3}\text{cm}$ δ) $5 \cdot 10^2\text{mm}$ ε) $2 \cdot 10^{-10}\text{km}$

35. Να συγκρίνετε τα μήκη $l_1=2 \cdot 10^{-3}\text{m}$ και $l_2=2 \cdot 10^2\text{mm}$. Στη συνέχεια να βρείτε τη διαφορά l_2-l_1 σε m, σε cm και σε mm.

36. Δίνονται οι αποστάσεις $l_1=2 \cdot 10^9\text{mm}$ και $l_2=2 \cdot 10^6\text{mm}$.

- i) Πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η απόσταση από την l_1 απόσταση l_2 ;
- ii) Πόση είναι η διαφορά l_2-l_1 σε km;

37. Θεωρούμε τη Γη σφαίρα ακτίνας R_T . Ο Ισημερινός της Γης είναι περιφέρεια κύκλου με μήκος $2\pi R_T$ ($\pi=3,14$). Φανταστείτε ότι έχουμε ένα σύρμα με μήκος κατά 1m μεγαλύτερο από το μήκος του Ισημερινού της Γης. Με το σύρμα δημιουργούμε μια στεφάνη γύρω από τον Ισημερινό. Πόσο θα απέχει η στεφάνη αυτή από το έδαφος; Τι πιστεύετε, μπορεί να περάσει κάτω από τη στεφάνη μια γάτα;

38. Να βρείτε πόσα δευτερόλεπτα (s) είναι τα:

α) 57min β) 3600ms γ) $\frac{1}{4}$ h

39. Να βρείτε πόσα λεπτά (min) είναι:

α) οι 2,1h β) τα 1800s γ) $6 \cdot 10^4\text{ms}$ δ) $18 \cdot 10^4\text{ns}$

40. Να βρείτε τη χρονική διάρκεια $t=5\text{h}$ σε λεπτά και σε δευτερόλεπτα.

41. Να βρείτε τη χρονική διάρκεια 720s σε min, σε h, σε ms και σε μs .

42. Ο καθαρός χρόνος σε έναν αγώνα μπάσκετ είναι 40min. Να βρείτε το χρόνο αυτό σε h, σε s, σε ms και σε μs .

43. Η πρώτη ώρα του σχολείου ξεκινά στις 8.15 και τελειώνει στις 8.55. Να βρείτε τη διάρκεια της πρώτης ώρας σε min, σε h και σε s. Τι κλάσμα του 24ώρου είναι η πρώτη ώρα στο σχολείο;

44. Μια χρονική διάρκεια είναι $t_1=36 \cdot 10^9\text{s}$ και μια άλλη $t_2=36 \cdot 10^6\text{s}$.

- i) Να εκφράσετε τις χρονικές αυτές διάρκειες σε ώρες και σε ημέρες.
- ii) Να βρείτε τη διαφορά t_2-t_1 σε ημέρες.

45. Να μετατρέψετε σε kg τις μάζες:

α) 0,035 τόνοι (tn) β) 2582g γ) 2007mg δ) $10^7\mu\text{g}$

46. Ο Πύρρος Δήμας στους Ολυμπιακούς αγώνες του Σίδνεϋ σήκωσε συνολικά 325kg. Να μετατρέψετε τη μάζα αυτή σε tn, σε g, σε mg και σε μg .

47. Δύο σώματα A και B έχουν μάζες $m_A=0,5\text{kg}$ και $m_B=400000\text{mg}$ αντίστοιχα και βρίσκονται στον ίδιο τόπο.

- i) Ποιο από τα δύο σώματα έχει μεγαλύτερη μάζα και ποιο είναι περισσότερο ευκίνητο;
ii) Αν μεταφέρουμε το σώμα Β στη Σελήνη θα μεταβληθεί η μάζα του, το βάρος του ή και τα δύο μαζί;
48. Οι μάζες τριών κιβωτίων είναι $m_1=40000000\text{mg}$, $m_2=5\cdot 10^5\mu\text{g}$ και $m_3=6\cdot 10^{-2}\text{t}$ αντίστοιχα. Να εκφράσετε τις μάζες των τριών κιβωτίων σε kg.
49. Πόσες φορές βαρύτερο είναι ένα σώμα μάζας $m_1=10^9\text{g}$ από ένα άλλο σώμα μάζας $m_2=10^6\text{g}$ στον ίδιο τόπο; Να βρείτε τη διαφορά m_1-m_2 σε kg.
50. Η πυκνότητα του νερού μιας δεξαμενής είναι $\rho=1\text{gr/cm}^3$. Αν αφαιρέσουμε από τη δεξαμενή τη μισή ποσότητα νερού πόση θα είναι η πυκνότητα του νερού που θα μείνει σ' αυτή;
51. i) Να εκφράσετε το εμβαδόν $A=10\text{m}^2$ σε:
α) dm^2 β) cm^2 γ) mm^2
ii) Να εκφράσετε το εμβαδόν $A=5\cdot 10^4\text{cm}^2$ σε:
α) dm^2 β) mm^2 γ) m^2
52. Ένα τραπέζι σχήματος ορθογωνίου παραλληλογράμμου έχει μήκος $a=1,5\text{m}$ και πλάτος $\beta=60\text{cm}$. Να βρείτε το εμβαδόν του τραπεζιού σε:
α) m^2 β) cm^2
53. Ένα στερεό σώμα έχει όγκο $V=3\cdot 10^5\text{cm}^3$. Να βρεθεί ο όγκος του στερεού σε:
α) m^3 β) mm^3 γ) L
54. Μια ποσότητα υγρού καταλαμβάνει όγκο $V=2,2\cdot 10^3\text{mL}$. Να βρεθεί ο όγκος του υγρού σε:
α) m^3 β) L
55. Η πυκνότητα του υδραργύρου είναι $\rho=13,6\text{g/cm}^3$. Να βρείτε την πυκνότητα του υδραργύρου σε: α) kg/m^3 β) g/mL γ) kg/L .
56. Το απεσταγμένο νερό στους 4°C έχει πυκνότητα $\rho_1=1\text{g/cm}^3$, ενώ ο καθαρός πάγος έχει στους 0°C πυκνότητα $\rho_2=0,92\text{g/cm}^3$. Να βρείτε πόσο αυξάνεται ο όγκος μιας ποσότητας απεσταγμένου νερού μάζας $m=18,4\text{kg}$ όταν από τους 4°C γίνεται πάγος στους 0°C .
57. Γεμίζουμε με καθαρό υδράργυρο δύο δοχεία Α και Β. Η μάζα του υδραργύρου στο δοχείο Α είναι $m_A=136\text{g}$, η μάζα του υδραργύρου στο δοχείο Β είναι $m_B=544\text{g}$ και ο όγκος του υδραργύρου στο δοχείο Β είναι $V_B=40\text{mL}$. Να υπολογίσετε τον όγκο του υδραργύρου στο δοχείο Α.
58. i) Να εκφράσετε το εμβαδόν $A=5\cdot 10^6\text{mm}^2$ σε: α) cm^2 β) m^2 .
ii) Να εκφράσετε το εμβαδόν $A=2\cdot 10^{-2}\text{cm}^2$ σε: α) m^2 β) mm^2 .
59. Δύο τετραγωνικές πλάκες έχουν εμβαδά $A_1=2\cdot 10^{-3}\text{m}^2$ και $A_2=8\cdot 10^4\text{mm}^2$. Πόσες φορές μεγαλύτερο είναι το εμβαδόν της μιας πλάκας από το εμβαδόν της άλλης;

60. i) Να εκφράσετε τον όγκο $V=5 \cdot 10^3 \text{cm}^3$ σε:
α) m^3 β) dm^3 γ) L δ) mL ε) mm^3
ii) Να εκφράσετε τον όγκο $V=20\text{L}$ σε:
α) m^3 β) dm^3 γ) cm^3 δ) mL

61. Δύο δοχεία Α και Β έχουν όγκους $V_A=20\text{L}$ και $V_B=18000\text{mL}$ αντίστοιχα. Ποιο από τα δύο δοχεία έχει μεγαλύτερο όγκο;

62. Ένα κιβώτιο έχει όγκο $V_1=4 \cdot 10^5 \text{cm}^3$ ενώ μια φιάλη έχει όγκο $V_2=8\text{L}$.
i) Ποιος από τους δύο όγκους είναι μεγαλύτερος;
ii) Να βρείτε τη διαφορά V_1-V_2 σε mL.

63. Ένα υγρό έχει πυκνότητα $\rho=900\text{kg}/\text{m}^3$. Να βρείτε την πυκνότητα του υγρού σε:
α) g/cm^3 β) g/mL γ) kg/L δ) g/L

Ασκήσεις με τη πυκνότητα

64. Να υπολογιστούν οι πυκνότητες των παρακάτω υλικών σε g/cm^3 .

- i) 386g χρυσού καταλαμβάνουν όγκο 20cm^3 .
ii) 10L υδραργύρου έχουν μάζα 136kg.
iii) 486mg φελλού καταλαμβάνουν όγκο 2000mm^3 .
iv) 40mL θαλασσινού νερού έχουν μάζα 43200mg.

65. Το απεσταγμένο νερό έχει πυκνότητα $\rho_1=1\text{g}/\text{cm}^3$, ενώ το πετρέλαιο έχει πυκνότητα $\rho_2=850\text{kg}/\text{m}^3$. Ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα;

66. Δύο ομογενείς και συμπαγείς σφαίρες Α και Β από καθαρό χαλκό έχουν μάζες $m_A=2\text{kg}$ και $m_B=6\text{kg}$ αντίστοιχα. Ποια από τις δύο σφαίρες έχει μεγαλύτερη πυκνότητα;

67. Ένας χάλκινος συμπαγής κύβος έχει ακμή 10cm και μάζα 9Kg. Να υπολογίσετε:
i) την πυκνότητα του,
ii) την πυκνότητα του κάθε κομματιού, αν τον κόψουμε σε δύο ίσα κομμάτια.
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

68. Ένα μεταλλικό ομογενές σώμα έχει σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου με εμβαδόν βάσης 200cm^2 και ύψος 8cm. Αν η μάζα του σώματος είναι 12,8kg να υπολογίσετε την πυκνότητά του σε g/cm^3 .

69. Το νερό στους 4°C έχει πυκνότητα $\rho_1=1\text{g}/\text{cm}^3$, ενώ ο πάγος έχει στους 0°C πυκνότητα $\rho_2=920\text{kg}/\text{m}^3$. Ποσότητα πάγου μάζας $m=36,8\text{kg}$ λιώνει.

- i) Να συγκρίνετε τις δύο πυκνότητες.
ii) Πόση είναι η μάζα του νερού που θα προκύψει από το λιώσιμο του πάγου;
iii) Κατά πόσο μικρότερος είναι ο όγκος του νερού σε σχέση με τον όγκο του πάγου;

70. Ένα σώμα έχει μάζα 130gr και όγκο 100cm^3 . Να υπολογίσετε την πυκνότητά του.

71. Σώμα μάζας 450gr έχει όγκο 150cm^3 . Να υπολογίσετε την πυκνότητα του σε $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

72. Η πυκνότητα ενός σώματος είναι $1,5\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ και ο όγκος του 40cm^3 . Να υπολογίσετε τη μάζα του.

73. Η πυκνότητα ενός σώματος είναι $2\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ και ο όγκος του 40L . Να υπολογίσετε τη μάζα του.

74. Ένας σταυρός ζυγίζει 77,2gr. Αν η πυκνότητα του χρυσού είναι $19,32\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ να υπολογίσετε τον όγκο του.

75. Η πυκνότητα του σιδήρου είναι $7,89\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$. Πόσο ζυγίζει ένας κύβος σιδήρου που έχει ακμή 2cm;

76. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

$\rho(\text{g/cm}^3)$	$m(\text{g})$	$V(\text{cm}^3)$
	200	50
1,2		100
1,5	400	

77. Η μάζα μιας μικρής πέτρας ακανόνιστου σχήματος είναι $m=120\text{gr}$. Αν βυθίσουμε την πέτρα σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο που περιέχει νερό, τότε η στάθμη του νερού στο δοχείο ανεβαίνει και από την αρχική ένδειξη των 156ml φτάνει τελικά στην ένδειξη των 256ml. Να υπολογίσετε την πυκνότητα της πέτρας.

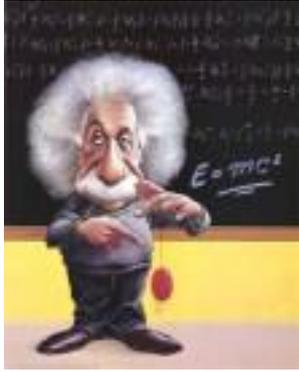
78. Η πυκνότητα του οινοπνεύματος είναι $\rho_{\text{οιν}}=0,8\text{g/cm}^3$ και του πετρελαίου $\rho_{\text{π}}=0,85\text{g/cm}^3$. Διαθέτουμε δύο πλαστικές φιάλες του 1,5L και γεμίζουμε τη μία με οινόπνευμα και την άλλη με πετρέλαιο. Στη συνέχεια τοποθετούμε τη φιάλη με το οινόπνευμα στο δίσκο μιας ζυγαριάς και τη φιάλη με το πετρέλαιο στον άλλο δίσκο της ζυγαριάς.

i) Γιατί η ζυγαριά δε θα ισορροπεί οριζόντια;

ii) Σε ποιο δίσκο της ζυγαριάς πρέπει να τοποθετήσουμε σταθμά ώστε να ισορροπεί οριζόντια;

iii) Πόση είναι σε g η μάζα των σταθμών που πρέπει να τοποθετήσουμε;

ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°



ΟΙ ΕΦΥΕΙΣ ΑΝΘΡΩΠΟΙ ΛΥΝΟΥΝ ΤΑ
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΟΥΣ ΟΙ ΙΔΙΟΦΥΙΕΣ ΤΑ
ΠΡΟΛΑΜΒΑΝΟΥΝ!!! ALBERT EINSTEIN

ΤΕΣΤ 1 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!



1. Πότε ένα σώμα έχει ενέργεια; Ποια είναι η βασική ιδιότητα της ενέργειας και σε ποιες μορφές μπορούμε να τη βρούμε στη φύση;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

2. Τι ονομάζουμε φαινόμενα; Ποιες είναι οι φυσικές επιστήμες; Ποιες επιστήμες κατατάσσονται στις φυσικές επιστήμες;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

3. Τι είναι η επιστημονική μέθοδος και ποια τα βασικά βήματα της επιστημονικής μεθόδου;

ΜΟΝΑΔΕΣ 8

4. Τι είναι το πείραμα; Τι είναι φυσικός νόμος; Να αναφέρετε παραδείγματα;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

ΤΕΣΤ 2

1. Σημειώστε τις σωστές προτάσεις:

- i. Το μήκος είναι φυσικό μέγεθος
- ii. Το εμβαδόν είναι φυσικό μέγεθος
- iii. Το μήκος είναι θεμελιώδες μέγεθος
- iv. Το εμβαδόν είναι θεμελιώδες μέγεθος
- v. Μονάδα μήκους στο S.I. είναι το 1 cm
- vi. Μονάδα μάζας στο S.I. είναι το 1 g
- vii. Μονάδα χρόνου στο S.I. είναι 1 min
- viii. Μονάδα εμβαδού στο S.I. είναι το 1m³
- ix. Μονάδα όγκου στο S.I. είναι το 1 L.

ΜΟΝΑΔΕΣ 8

2. Στα παρακάτω ζευγάρια να τοποθετήσετε τα σύμβολα <, >, =

- i. 2m ... 2000cm

ΦΥΣΙΚΗ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

- ii. 10cm ... 0.1m
 - iii. 0.1km ... 1000m

 - iv. 2m ... 2000mm
 - v. 10cm ... 100mm
 - vi. 2min ... 100s
 - vii. 2 ημέρες ... 48h
 - viii. 10min ... 1/10h
 - ix. 1/6h ... 10 min
 - x. 200g ... 2kg
 - xi. 2kg ... 0.0002tn
 - xii. 400g ... 4kg
 - xiii. 0.5kg ... 500g
- ΜΟΝΑΔΕΣ 8

3. Τρία σώματα έχουν μάζες το πρώτο 5000mg, το δεύτερο 2g και το τρίτο 0,003kg. Να βάλετε στη σειρά τα σώματα κατά αυξανόμενη μάζα.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

4. Να αναφέρεις 3 διαφορές ανάμεσα στο βάρος και στη μάζα ενός σώματος.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

ΤΕΣΤ 3

1. Ένας κύβος ακμής $a=2\text{dm}$ είναι κατασκευασμένος από συμπαγές υλικό και έχει μάζα $m=12\text{kg}$. Να υπολογίσετε:

- xiv. Τον όγκο του κύβου σε dm^3 και m^3
 - xv. Την πυκνότητα του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο κύβος
 - xvi. Τη μάζα ενός σώματος, κατασκευασμένου από το ίδιο υλικό με τον κύβο, που έχει όγκο $0,5\text{m}^3$.
- ΜΟΝΑΔΕΣ 4

2. Ένα δωμάτιο έχει μήκος 5m και πλάτος 2m. Ποιο είναι το εμβαδόν του δωματίου σε m^2 ; Να γραφεί το εμβαδόν αυτό σε cm^2 και σε mm^2 .

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Πως ορίζεται η πυκνότητα και τι εκφράζει; Ποιες είναι οι συνήθεις μονάδες μέτρησης της πυκνότητας; Διαθέτουμε μια ομογενή ράβδο από καθαρό σίδηρο, αν την κόψουμε σε δύο ίσα τμήματα, τι πυκνότητα θα έχει το κάθε κομμάτι σιδήρου;

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

4.. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

$\rho(\text{g/cm}^3)$	$m(\text{g})$	$V(\text{cm}^3)$
	600	50
1,4		200
1,5	300	

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΙΝΗΣΕΙΣ

2.1. Περιγραφή της κίνησης

- ✓ **Κινηματική:** ο κλάδος της Φυσικής που ασχολείται με την περιγραφή της κίνησης. Στην Κινηματική δε μας ενδιαφέρουν τα αίτια που προκαλούν την κίνηση.
- ✓ Στην Κινηματική δεν μας ενδιαφέρουν τα αίτια της κίνησης παρά μόνο η περιγραφή και η μελέτη της κίνησης
- ✓ **Ευθύγραμμη:** η κίνηση που πραγματοποιείται σε ευθεία γραμμή.

Ποια μεγέθη ονομάζονται μονόμετρα και ποια διανυσματικά;

Μονόμετρα ονομάζονται τα μεγέθη τα οποία, για να τα προσδιορίσουμε πλήρως, αρκεί να γνωρίζουμε μόνο το μέτρο τους (δηλαδή έναν αριθμό και τη μονάδα μέτρησης).

Για παράδειγμα μονόμετρα φυσικά μεγέθη είναι η μάζα m , ο χρόνος t , η θερμοκρασία θ , ο όγκος V κ.α.

Διανυσματικά ονομάζονται τα μεγέθη τα οποία για να τα προσδιορίσουμε πλήρως, θα πρέπει εκτός από το μέτρο τους να γνωρίζουμε και την κατεύθυνση (δηλαδή τη διεύθυνση και τη φορά) τους. Ένα διανυσματικό μέγεθος παριστάνεται μ' ένα βέλος. Το μήκος του βέλους είναι ανάλογο με το μέτρο του φυσικού μεγέθους.

Για να προσδιορίσουμε την κατεύθυνση ενός διανυσματικού μεγέθους, χρειαζόμαστε δύο δεδομένα:

- α) τη **διεύθυνση** του, δηλαδή την ευθεία πάνω στην οποία βρίσκεται το μέγεθος, και
- β) τη **φορά** του, δηλαδή τον προσανατολισμό του πάνω στην ευθεία αυτή.

Για παράδειγμα διανυσματικά φυσικά μεγέθη είναι η θέση \vec{x} , η ταχύτητα \vec{u} , η δύναμη \vec{F} κ.α.

Στα διανυσματικά μεγέθη, για να τα διακρίνουμε από τα μονόμετρα, γράφουμε ένα βελάκι πάνω από το σύμβολο του φυσικού μεγέθους.

Πότε ένα σώμα χαρακτηρίζεται σαν υλικό σημείο;

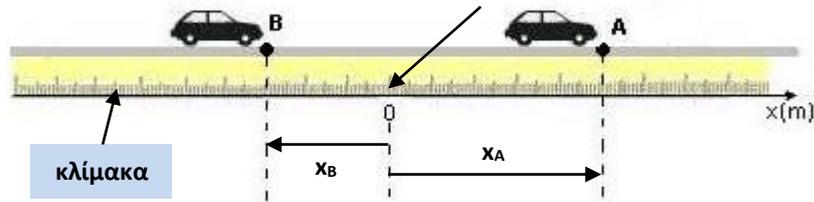
Για τη περιγραφή της κίνησης ενός σώματος και για την απλούστευση της μελέτης της κίνησης, συνήθως χρησιμοποιούμε την έννοια του υλικού σημείου.

Υλικό σημείο ονομάζεται κάθε αντικείμενο το οποίο σε σχέση με το περιβάλλον του έχει τόσο μικρές διαστάσεις, ώστε να μπορούμε να τις θεωρήσουμε ασήμαντες. Ένα υλικό σημείο έχει μάζα όχι όμως διαστάσεις.

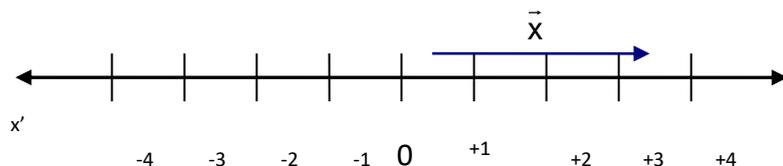
Γενικότερα όμως, υλικό σημείο μπορούμε να χαρακτηρίσουμε κάθε σώμα, ανεξάρτητα από τις διαστάσεις του, όταν οι διαστάσεις δεν επηρεάζουν το φαινόμενο το οποίο μελετάμε. Στη μελέτη του ευθύγραμμων κινήσεων που θα κάνουμε στο κεφάλαιο αυτό θα θεωρούμε τα κινούμενα σώματα σαν υλικά σημεία.

- ✓ Για να προσδιορίσουμε τη θέση ενός σωματίου πρέπει χρησιμοποιούμε μια κλίμακα, που είναι μια μετροταινία (ένα κοινό μέτρο).

Σημείο
αναφοράς



- ✓ **Σημείο αναφοράς:** ένα σημείο που παίρνουμε τυχαία πάνω στην κλίμακα ώστε να μπορούμε να ορίσουμε τη θέση του σώματος. Για παράδειγμα, το όχημα που είναι στη θέση A λέμε ότι βρίσκεται σε απόσταση 5m από το σημείο αναφοράς και δεξιά από αυτό, ενώ το όχημα στη θέση B βρίσκεται 3m αριστερά του σημείου αναφοράς.
- ✓ Η **θέση x** ενός υλικού σημείου προσδιορίζεται **από την απόστασή του** από το σημείο αναφοράς 0 και **από την κατεύθυνση**, η οποία όταν το υλικό σημείο βρίσκεται δεξιά από το 0 είναι θετική (+) και όταν βρίσκεται αριστερά από το 0 είναι αρνητική (-).
 - ✓ Για να βρούμε τη θέση ενός σώματος (το οποίο θα θεωρούμε υλικό σημείο) πάνω σε μια ευθεία πρέπει να τοποθετήσουμε μια **κλίμακα** (μέτρο ή μεζούρα) πάνω στην ευθεία και να ορίσουμε ένα **σημείο αναφοράς** που θα είναι το **μηδέν** της κλίμακας. **Μια τέτοια ευθεία με σημείο αναφοράς και κλίμακα αποκαλείται συνήθως και άξονας ή προσανατολισμένη ευθεία.**
Η θέση ενός υλικού σημείου πάνω σε έναν άξονα καθορίζεται:
 - α) από την απόσταση του σώματος από το σημείο αναφοράς και
 - β) από την κατεύθυνση, δηλαδή από το αν είναι δεξιά ή αριστερά από το σημείο αναφοράς
 - ✓ Για να αποφεύγουμε το αριστερά και δεξιά χρησιμοποιούμε τα πρόσημα + και -. **Δεξιά του σημείου αναφοράς οι αριθμοί είναι θετικοί (+), ενώ αριστερά του σημείου αναφοράς οι αριθμοί είναι αρνητικοί (-).** Κατά συνέπεια, όταν το κινητό είναι δεξιά του σημείου αναφοράς, η θέση του είναι θετική, ενώ όταν είναι αριστερά, θέση είναι αρνητική.
 - ✓ Η **θέση** συμβολίζεται με \vec{x} και όπως υποδεικνύει και το βέλος στο σύμβολο x, είναι μέγεθος **διανυσματικό**. Κατά συνέπεια δεν αρκεί να γνωρίζουμε μόνο την τιμή ου αντιστοιχεί στη θέση του σώματος αλλά πρέπει να σχεδιάσουμε και ένα βέλος (διάνυσμα) για τη θέση. **Το βέλος αυτό ονομάζεται διάνυσμα θέσης και έχει πάντοτε αρχή το σημείο αναφοράς και τέλος το σημείο που βρίσκεται το υλικό σημείο.**
 - ✓ Για παράδειγμα ας πούμε ότι ένα υλικό σημείο βρίσκεται στη θέση $\vec{x} = +3\text{m}$ πάνω σε μια προσανατολισμένη ευθεία. Δηλαδή το σώμα βρίσκεται στα δεξιά (θετικά) του άξονα και πάνω στην τιμή +3 ενώ το διάνυσμα της θέσης θα πρέπει να σχεδιαστεί όπως παρακάτω:



Ποια διαφορά έχει η απόσταση από τη θέση ενός υλικού σημείου;

Η θέση ενός υλικού σημείου πάνω σε έναν άξονα είναι ένα μέγεθος διανυσματικό και πρέπει να σχεδιάζουμε διάνυσμα (βελάκι) για αυτήν με τον τρόπο που προσδιορίσαμε στην προηγούμενη παράγραφο. Η θέση μπορεί να πάρει είτε θετικές, είτε αρνητικές τιμές ανάλογα με το αν το σώμα που εξετάζουμε βρίσκεται στα δεξιά ή στα αριστερά του άξονα αντίστοιχα. **Αντίθετα η απόσταση είναι μονόμετρο μέγεθος και παίρνει μόνο θετικές τιμές και απλώς μας λέει πόσο απέχει το σώμα από το σημείο αναφοράς. Η απόσταση από το σημείο αναφοράς ισούται με την απόλυτη τιμή της θέσης του σώματος.** Στο παράδειγμα της προηγούμενης παραγράφου, το σώμα βρίσκεται στη θέση $\bar{x} = +3\text{m}$ (βλέπε και το αντίστοιχο βέλος) ενώ αν θέλουμε να αναφερθούμε στην απόστασή του, λέμε ότι απλώς απέχει 3m από το σημείο αναφοράς χωρίς να μας ενδιαφέρει αν είναι στα θετικά ή στα αρνητικά του άξονα.

Τι είναι η μετατόπιση ενός σώματος στην ευθύγραμμη κίνηση;

Η **μετατόπιση** ενός σώματος γενικά, **εκφράζει το πόσο και προς τα πού άλλαξε η θέση ενός σώματος.** Η μετατόπιση αφού μας λέει και προς τα πού (κατεύθυνση) άλλαξε η θέση του σώματος **είναι μέγεθος διανυσματικό** και πρέπει να σχεδιάζουμε και για αυτήν βελάκι στα σχήματά μας. Η μετατόπιση συμβολίζεται με $\overline{\Delta x}$ και υπολογίζουμε την τιμή της από τη σχέση:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

μετατόπιση = τελική θέση σώματος – αρχική θέση σώματος

Προσοχή: Τα x_2 και x_1 στην παραπάνω σχέση τα βάζουμε με τα πρόσημα τους.

Το διάνυσμα της μετατόπισης είναι ένα βελάκι που πάντα ξεκινά από την αρχική θέση του σώματος και καταλήγει στην τελική θέση του σώματος.

Για παράδειγμα ας θεωρήσουμε το σώμα της προηγούμενης παραγράφου, το οποίο αν και αρχικώς βρίσκεται στη θέση $\bar{x} = +3\text{m}$ τελικά μεταβαίνει στη θέση $\bar{x} = +6\text{m}$ τότε η μετατόπιση θα δίνεται από τη σχέση:

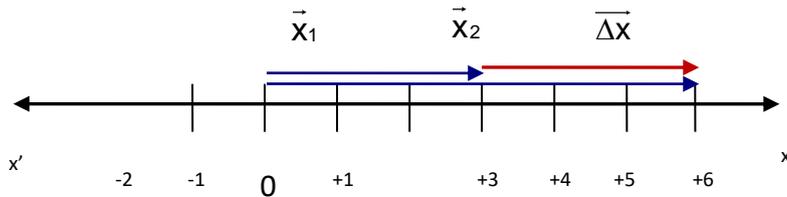
$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta x = +6\text{m} - (+3\text{m})$$

$$\Delta x = +6\text{m} - 3\text{m}$$

$$\Delta x = +3\text{m}$$

Τα διανύσματα της αρχικής, της τελικής θέσης, καθώς και της μετατόπισης, φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Θετική μετατόπιση Δx σημαίνει ότι το σώμα μετατοπίζεται **προς τα θετικά (δεξιά)** στον άξονα.

Αρνητική μετατόπιση σημαίνει ότι το σώμα μετατοπίζεται **προς τα αρνητικά (αριστερά)** του άξονα.

Προσοχή:

- Η μετατόπιση με το πρόσημο της μας δείχνει **προς ποια πλευρά** του άξονα κινείται το σώμα και όχι σε ποιον άξονα κινείται το σώμα
- Το βελάκι της **μετατόπισης** το σχεδιάζουμε **από την αρχική μέχρι την τελική θέση του σώματος** ενώ το βελάκι ενός **διανύσματος θέσης** το σχεδιάζουμε **από το σημείο αναφοράς μέχρι τη θέση** στην οποία βρίσκεται το σώμα.
- Η μετατόπιση ενός σώματος είναι ανεξάρτητη από το ποιο σημείο έχουμε επιλέξει ως σημείο αναφοράς

✓ **Χρονική στιγμή:** στη Φυσική ταυτίζεται με την ένδειξη του ρολογιού ή του χρονομέτρου και δεν έχει διάρκεια. Η χρονική στιγμή συμβολίζεται με το γράμμα t . Έτσι μπορούμε να πούμε ότι τη χρονική στιγμή t ένα κινητό βρίσκεται στη θέση x .

✓ **Χρονική διάρκεια ή χρονικό διάστημα:** η μεταβολή Δt των χρονικών στιγμών διέλευσης ενός κινητού από δύο θέσεις. Ισχύει: $\Delta t = t_2 - t_1$. Το χρονικό διάστημα είναι πάντοτε θετικό ($\Delta t > 0$).

- ✓ **Τροχιά** ενός σώματος το οποίο κινείται: το σύνολο των διαδοχικών θέσεων από τις οποίες διέρχεται το σώμα. Η μορφή της τροχιάς χαρακτηρίζει την κίνηση του σώματος. Όταν η τροχιά είναι ευθεία γραμμή, τότε η κίνηση χαρακτηρίζεται ως ευθύγραμμη, ενώ αν η τροχιά είναι καμπύλη γραμμή τότε η τροχιά λέγεται καμπυλόγραμμη.
- ✓ **Μήκος διαδρομής**: μονόμετρο μέγεθος που χαρακτηρίζει το μήκος της τροχιάς ενός σώματος στη διάρκεια κάποιου χρονικού διαστήματος. Είναι πάντοτε θετικός αριθμός.
- ✓ **Μετατόπιση Δx** : η μεταβολή της θέσης ενός κινούμενου σώματος.
 $\Delta x = x_2 - x_1$

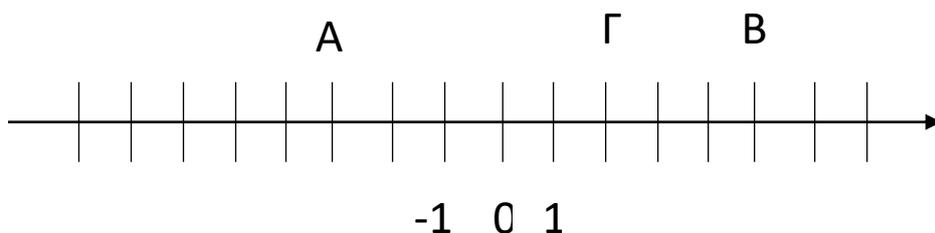
Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στις έννοιες μετατόπισης και του διαστήματος;

Μετατόπιση Δx	Διάστημα S
Μας δείχνει πόσο άλλαξε η θέση ενός σώματος και υπολογίζεται από τη σχέση $\Delta x = x_2 - x_1$	Ισούται με το συνολικό μήκος της διαδρομής που έκανε το σώμα
Διανυσματικό	Μονόμετρο
Θετικό ή αρνητικό	Πάντα θετικό

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: : Ένα κινητό ξεκινά από τη θέση Α του άξονα των συντεταγμένων, στη συνέχεια περνά από τη θέση Β και καταλήγει στη θέση Γ. Να βρείτε:

- Τη θέση του σώματος όταν βρίσκεται στα σημεία Α, Β, Γ.
- τη συνολική μετατόπιση του σώματος
- το συνολικό διάστημα που διένυσε το σώμα



Λύση:

- Παρατηρώντας τον άξονα βρίσκουμε:

$$x_A = -3\text{m}$$
$$x_B = 5\text{m}$$
$$x_\Gamma = 2\text{m}$$

β) Η μετατόπιση του σώματος ορίζεται ως:

$$\Delta x = x_{\text{τελ}} - x_{\text{αρχ}} = 2 - (-3) = 5\text{m}$$

γ) Το συνολικό διάστημα που διένυσε το σώμα ισούται με τη συνολική απόσταση:

$$S_{ολ} = S_{AB} + S_{B\Gamma}$$
$$S_{ολ} = 8 + 3$$
$$S_{ολ} = 11\text{m}$$

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Ποιο είναι το αντικείμενο της Κινηματικής;
ii) Ποιες κινήσεις ονομάζουμε ευθύγραμμες;
iii) Πότε ένα σώμα το αντιμετωπίζουμε ως υλικό σημείο;
2. i) Σε μια κλίμακα τι ονομάζουμε σημείο αναφοράς;
ii) Ποια είναι τα δύο στοιχεία που πρέπει να γνωρίζουμε για να καθορίσουμε τη θέση ενός υλικού σημείου;
3. i) Ποια μεγέθη ονομάζονται μονόμετρα και ποια διανυσματικά;
ii) Ποια από τα παρακάτω μεγέθη είναι μονόμετρα και ποια διανυσματικά: μάζα, χρόνος, πυκνότητα, όγκος, θερμοκρασία, θέση, απόσταση, δύναμη, ταχύτητα.
4. i) Τι ονομάζουμε χρονική στιγμή;
iii) Ένα χρονόμετρο που χρησιμοποιείται σε αθλητικούς αγώνες δίνει απάντηση στο ερώτημα «πότε έγινε» ή στο ερώτημα «πόσο διαρκεί»; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
5. i) Τι ονομάζουμε τροχιά της κίνησης; Πως διακρίνονται οι κινήσεις με κριτήριο τη μορφή της τροχιάς του κινητού;
ii) Τι είναι το μήκος της διαδρομής ενός κινητού; Μπορεί να πάρει αρνητικές τιμές;
6. i) Μπορεί ένα κινητό την ίδια χρονική στιγμή να βρίσκεται σε δύο διαφορετικές θέσεις;
ii) Μπορεί ένα κινητό να βρίσκεται στην ίδια θέση σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές;
7. Αυτοκίνητο ξεκινάει από την Αθήνα και πηγαίνει στη Τρίπολη και επιστρέφει. Η απόσταση Αθήνα–Τρίπολη είναι 170km. Το διάστημα που διανύει το αυτοκίνητο είναι:
α) μηδέν
β) 170km
γ) 340km

δ) τίποτα από αυτά

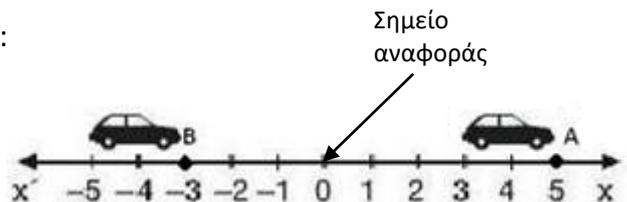
8. Οι θέσεις τριών σημείων A, B και Γ πάνω σε ένα άξονα αναφοράς είναι $x_A = -4\text{m}$, $x_B = -1\text{m}$ και $x_\Gamma = +5\text{m}$. Να υπολογίσετε τις αποστάσεις (AB), (BΓ) και (AΓ).

9. Ένα κινητό κινείται πάνω στον άξονα $x'x$ με σταθερή φορά. Τη χρονική στιγμή t_1 βρίσκεται στη θέση $x_1 = 5\text{m}$ και τη χρονική στιγμή t_2 βρίσκεται στη θέση x_2 . Αν η αλγεβρική τιμή της μετατόπισής του είναι $\Delta x = -12\text{m}$ να βρεθούν:

- η φορά της κίνησής του.
- η θέση του κινητού τη χρονική στιγμή t_2 .

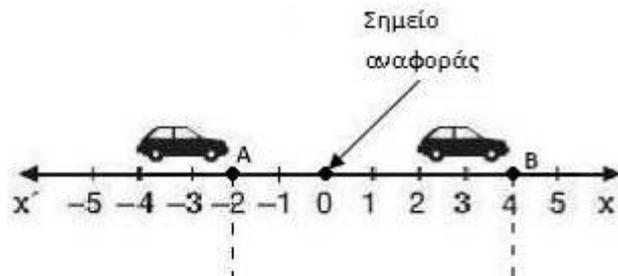
10. Για τα δύο οχήματα A και B του σχήματος:

- να βρείτε τις αποστάσεις τους από το σημείο αναφοράς,
- να προσδιορίσετε τις θέσεις τους,
- να σχεδιάσετε τις θέσεις τους.



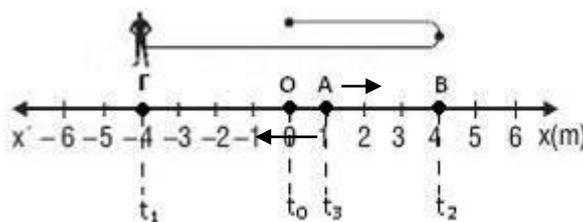
11. Ένα όχημα τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{s}$ περνά από τη θέση A και τη χρονική στιγμή $t_2 = 5\text{s}$ φτάνει στη θέση B κινούμενο με σταθερή φορά. Να βρείτε:

- το χρονικό διάστημα Δt της κίνησης του οχήματος από το A στο B,
- το μήκος της διαδρομής του οχήματος στο χρονικό διάστημα Δt .



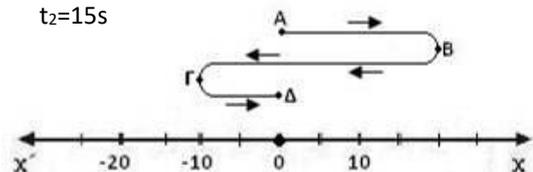
12. Ένας δρομέας τρέχει στον άξονα $x'x$ του παρακάτω σχήματος.

- Να σχεδιάσετε τις θέσεις του δρομέα τις χρονικές στιγμές t_1 , t_2 και t_3 .
- Ποια είναι η χρονική διάρκεια που απαιτήθηκε για να πάει ο δρομέας από το A στο B; (μήκος διαδρομής) από τη χρονική στιγμή t_3 ;
- Πόσο διάστημα διέτρεξε ο δρομέας t_1 έως τη χρονική στιγμή t_3 ;

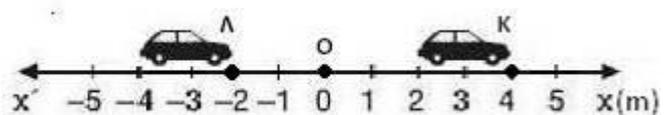


$$t_3 = 40\text{s} \quad t_0 = 0\text{s} \quad t_1 = 5\text{s} \quad t_2 = 15\text{s}$$

13. Ένα κινητό πραγματοποιεί την διαδρομή ABΓΔ πάνω στον άξονα $x'x$ του σχήματος. Για τη διαδρομή αυτή του κινητού να υπολογίσετε το μήκος της διαδρομής του.



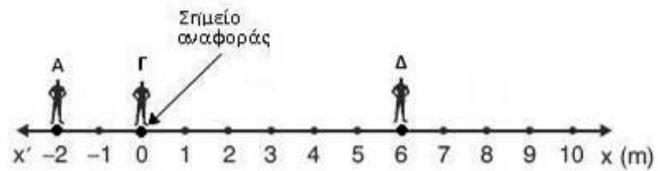
14. i) Για το όχημα K του σχήματος ποια είναι η απόστασή του από το



σημείο αναφοράς O και ποια είναι η θέση του;

ii) Για το όχημα Λ να σχεδιάσετε τη θέση του και να βρείτε την απόστασή του από το σημείο αναφοράς O .

15. i) Ποια είναι η θέση καθενός από τους ανθρώπους A , Γ και Δ του σχήματος;



ii) Ποια είναι η απόσταση από το σημείο αναφοράς των ανθρώπων A και Δ ;

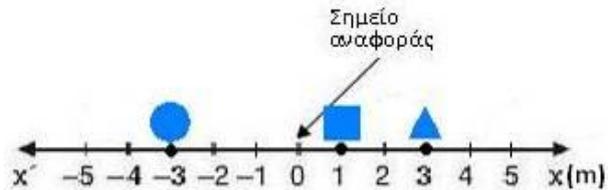
iii) Ποια είναι η απόσταση ανάμεσα στους ανθρώπους A και Δ ;

16. Δίνεται το διπλανό σχήμα.

i) Ποιες είναι οι θέσεις των τριών σχημάτων;

ii) Πόσο απέχουν μεταξύ τους το τρίγωνο και το τετράγωνο;

iii) Πόσο απέχουν μεταξύ τους το τρίγωνο και ο κύκλος;



17. Ένας δρομέας των 100m ξεκινά από την αφετηρία τη χρονική στιγμή $t=0s$. Όταν περνά από τις θέσεις 50m, 70m και 100m (τέρμα), το χρονόμετρο δείχνει αντίστοιχα $t_1=5,8s$, $t_2=7,2s$ και $t_3=10,1s$. Να βρείτε τα χρονικά διαστήματα που χρειάστηκε ο δρομέας για να μετακινηθεί από τη θέση 50m στη θέση των 70m και από τη θέση των 70m στη θέση των 100m.

18. Τη στιγμή που ξεκινά ένας αθλητής των 10000m το χρονόμετρο δείχνει 10h και 10min και 40s, ενώ τη στιγμή που τερματίζει δείχνει 10h και 55min και 55s. Να βρείτε την επίδοση του αθλητή.

19. Ένα κινητό από τη θέση $x_1=+20m$ βρίσκεται στη θέση $x_2=-10m$ χωρίς να αλλάξει φορά. Να υπολογίσετε το διάστημα (μήκος διαδρομής) του κινητού.

20. Ένας ποδηλάτης ξεκινά από την πόλη A και κινούμενος ευθύγραμμα φτάνει στην πόλη B . Οι δύο πόλεις απέχουν μεταξύ τους 20km. Στη συνέχεια επιστρέφει στην πόλη A . Ποιο το μήκος της διαδρομής του;

21. Κινητό κινείται ευθύγραμμα και τη χρονική στιγμή $t_1=0s$ βρίσκεται στη θέση A με $x_A=-2m$. Τη χρονική στιγμή $t_2=2s$ βρίσκεται στη θέση B με $x_B=+4m$ και στη συνέχεια επιστρέφει στη θέση Γ με $x_\Gamma=+2m$ τη χρονική στιγμή $t_3=6s$.

i) Να βρείτε το χρονικό διάστημα $\Delta t=t_2-t_1$.

ii) Για το χρονικό διάστημα $\Delta t'=t_3-t_1$ να βρείτε το μήκος της τροχιάς και το μήκος της διαδρομής του κινητού.

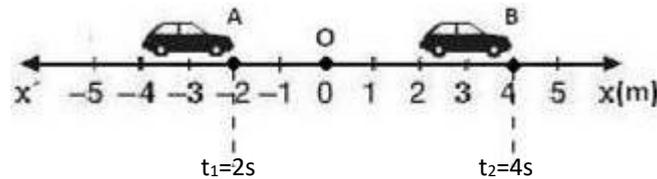
22. Ένας πεζός και ένας ποδηλάτης ξεκινούν από το ίδιο σημείο A μιας ευθείας κινούμενοι με την ίδια φορά. Ο ποδηλάτης κινείται κατά 300m και στη συνέχεια επιστρέφοντας συναντάει τον πεζό στο σημείο Γ , το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 70m από το A . Να βρείτε

το διάστημα (μήκος διαδρομής) που διέτρεξε ο πεζός και το διάστημα που διέτρεξε ο ποδηλάτης.

23. Το όχημα του παρακάτω σχήματος τη χρονική στιγμή $t_1=2s$ περνά από το Α και τη χρονική στιγμή $t_2=4s$ φτάνει στο Β.

i) Να σχεδιάσετε τις θέσεις του οχήματος τις χρονικές στιγμές t_1 και t_2 .

ii) Να βρείτε τη χρονική διάρκεια της κίνησης του οχήματος από το Α στο Β.



24. Ένα κινητό που κινείται ευθύγραμμα, τη χρονική στιγμή $t_1=1s$ βρίσκεται στη θέση $x_1=-5m$, τη χρονική στιγμή $t_2=5s$ βρίσκεται στη θέση $x_2=0m$ κινούμενο συνεχώς με την ίδια φορά και στη συνέχεια αλλάζει φορά και τη χρονική στιγμή $t_3=15s$ φτάνει στη θέση $x_3=-15m$. Να βρείτε το μήκος της διαδρομής του στο χρονικό διάστημα $\Delta t' = t_3 - t_1$.

25. Ποια από τα παρακάτω μεγέθη είναι μονόμετρα και ποια διανυσματικά:

Θέση

Χρόνος

Χρονικό διάστημα

Μήκος διαδρομής

Δύναμη

Μάζα

Μετατόπιση

Πυκνότητα

Ταχύτητα

Όγκος

Θερμοκρασία

Εμβαδόν

26. Ένα σώμα ξεκινάει από τη θέση $x_1 = -2m$ πηγαίνει στη θέση $x_2 = -4m$ και τελικά σταματά στη θέση $x_3 = +6m$.

Η μετατόπιση του είναι:

A) +5m

B) +8m

Γ) -4m

Δ) +3m

Το συνολικό διάστημα που έκανε το σώμα είναι:

A) +8m

B) +10m

Γ) -12m

Δ) +12m

27. Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα. Αρχικά βρίσκεται στη θέση $x_1=+3m$ και τελικά στη θέση $x_2=+5m$. Να υπολογίσετε την μετατόπιση και το διάστημα που διάνυσε το σώμα. Να σχεδιάσετε σε άξονα τα διανύσματα θέσης και μετατόπισης.

28. Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα. Αρχικά βρίσκεται στη θέση $x_1=+3\text{m}$ και τελικά στη θέση $x_2=+1\text{m}$. Να υπολογίσετε την μετατόπιση το διάστημα που διάνυσε το σώμα. Να σχεδιάσετε σε άξονα τα διανύσματα θέσης και μετατόπισης.
29. Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα. Αρχικά βρίσκεται στη θέση $x_1=3\text{m}$, μετά στη θέση $x_2=5\text{m}$ και τελικά στη θέση $x_3=-6\text{m}$. Να υπολογίσετε την μετατόπιση το διάστημα που διάνυσε το σώμα. Να σχεδιάσετε σε άξονα τα διανύσματα θέσης και μετατόπισης.

2.2 Η έννοια της ταχύτητας

✓ **Ταχύτητα:** το φυσικό μέγεθος που εκφράζει το πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα. Συνδέεται με δύο μεγέθη: το μήκος διαδρομής και το χρόνο.

✓ Η έννοια της ταχύτητας στην καθημερινή ζωή.

Η **ταχύτητα ενός σώματος** όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από την καθημερινή μας ζωή **εκφράζει το πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα**, δηλαδή το πόσο γρήγορα διανύει αποστάσεις σε κάποιο χρονικό διάστημα. Έτσι όταν λέμε ότι ένα αυτοκίνητο τρέχει με ταχύτητα $100 \frac{km}{h}$ ουσιαστικά λέμε ότι κινείται τόσο γρήγορα ώστε να κάνει μια απόσταση

$100km$ σε μία ώρα. Ένα άλλο αυτοκίνητο που τρέχει, ας πούμε, με ταχύτητα $120 \frac{km}{h}$ λέμε ότι κινείται πιο γρήγορα από το πρώτο αφού με την ταχύτητα την οποία έχει, διανύει $120km$ σε μία ώρα, δηλαδή στο ίδιο χρονικό διάστημα καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση.

Η ταχύτητα λοιπόν είναι φυσικό μέγεθος το οποίο συνδέεται τόσο με το μήκος της διαδρομής που κάνει ένα σώμα όσο και με το χρόνο στον οποίο το σώμα έκανε τη διαδρομή αυτή και εκφράζει το πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα.

✓ **Μέση ταχύτητα:** το πηλίκο του μήκους της διαδρομής που διανύει ένα κινητό σε ορισμένο χρόνο (χρονικό διάστημα) ως προς το χρόνο αυτό. Ισχύει:

$$\text{μέση ταχύτητα} = \frac{\text{μήκος διαδρομής}}{\text{χρονικό διάστημα}} \quad \text{ή} \quad u_{\mu} = \frac{s}{\Delta t}$$

Όταν ως αρχή μέτρησης των χρόνων ενός κινητού επιλέγουμε τη χρονική στιγμή μηδέν, τότε έως τη χρονική στιγμή t το κινητό κινήθηκε για χρόνο $\Delta t = t - 0 = t$. Επομένως: $u_{\mu} = \frac{s}{t}$. Η μέση ταχύτητα είναι πάντα θετική.

Αν για παράδειγμα θέλουμε να υπολογίσουμε την μέση ταχύτητα ενός αυτοκινήτου που ξεκίνησε από την Ιεράπετρα με προορισμό το Ηράκλειο, χρειαζόμαστε δύο δεδομένα αφενός να γνωρίζουμε τη συνολική απόσταση που έκανε το αυτοκίνητο και αφετέρου να πρέπει να γνωρίζουμε το συνολικό χρόνο που χρειάστηκε το όχημα για να κάνει τη διαδρομή αυτή. Αν υποθέσουμε λοιπόν ότι η διαδρομή Ιεράπετρα- Ηράκλειο έχει συνολικό μήκος $S = 100km$ και ότι το αυτοκίνητο μας χρειάστηκε χρόνο $\Delta t = 2h$ για να καλύψει αυτή τη διαδρομή τότε για τον υπολογισμό της μέσης αριθμητικής του ταχύτητας εργαζόμαστε ως εξής

$$u_{\mu} = \frac{S}{\Delta t}$$
$$u_{\mu} = \frac{100km}{2h}$$
$$u_{\mu} = 50 \frac{km}{h}$$

όπως προκύπτει από τους υπολογισμούς την ταχύτητα τη μετράμε εδώ σε $\frac{km}{h}$ ενώ στο

διεθνές σύστημα η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι το $1\frac{m}{s}$ και αυτή είναι η μονάδα μέτρησης που θα χρησιμοποιούμε συνήθως.

Ας επιστρέψουμε όμως στο παράδειγμα μας αφού το αυτοκίνητο μας έκανε τη διαδρομή των $100km$ Ιεράπετρα-Ηράκλειο σε $2h$ υπολογίσαμε τη μέση ταχύτητα του και τη βρήκαμε $u_{\mu} = 50\frac{km}{h}$ αυτό το αποτέλεσμα αποτελεί το μέση τιμή της ταχύτητας που είχε το σώμα

κατά την κίνηση του. Η u_{μ} μας λέει λοιπόν κατά μέσο όρο το πόσο γρήγορα έτρεχε το αυτοκίνητο κατά την κίνηση του. Αυτό το αποτέλεσμα, όπως είναι εύκολο να αντιληφθείτε με βάση την καθημερινή εμπειρία δεν σημαίνει ότι το αυτοκίνητο είχε συνεχώς την

ταχύτητα $u_{\mu} = 50\frac{km}{h}$ κατά τη διάρκεια της κίνησης του. Αντιθέτως, η ταχύτητα του σώματος

συνεχώς μεταβάλλεται και κάθε χρονική στιγμή έχει διαφορετική τιμή. **Την ταχύτητα που έχει το σώμα σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή την ονομάζουμε στιγμιαία ταχύτητα.** Η **στιγμιαία ταχύτητα** δεν είναι τίποτα άλλο από την **ένδειξη του ταχύμετρου (κοντέρ)** του αυτοκινήτου μας κάθε στιγμή.

✓ Η ταχύτητα είναι παράγωγο μέγεθος και σύμφωνα με τη σχέση ορισμού της μέσης ταχύτητας η μονάδα μέτρησής της στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το **μέτρο ανά δευτερόλεπτο ($1m/s$)**. Αν το μήκος της διαδρομής το μετράμε σε km και το χρόνο σε ώρες (h), τότε η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι το $1km/h$. Ισχύει:

$$1km/h = \frac{1000m}{3600s} = \frac{1}{3,6} m/s . \text{ Επομένως: } 1m/s = 3,6km/h .$$

Το $1m/s$ είναι μεγαλύτερη μονάδα μέτρησης της ταχύτητας από το $1km/h$.

Αν με ένα αυτοκίνητο διανύουμε $100km$ σε $1h$, λέμε τότε ότι η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι $100km/h$.

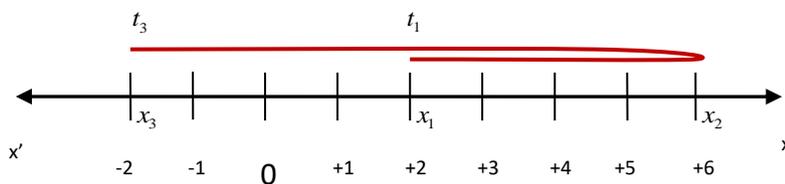
✓ **Στιγμιαία ταχύτητα:** η ταχύτητα ενός κινητού σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Τη στιγμιαία ταχύτητα ενός αυτοκινήτου που κινείται τη δείχνει κάθε στιγμή το ταχύμετρό του (κοντέρ). Μονάδα μέτρησης τη στιγμιαίας στο S.I. είναι το $1m/s$. Στις περισσότερες κινήσεις η στιγμιαία ταχύτητα δεν διατηρείται σταθερή και γενικά είναι διαφορετική από τη μέση ταχύτητα. Η μέση ταχύτητα, επειδή αναφέρεται σε όλη τη διαδρομή, δε δίνει πληροφορίες για τις μεταβολές της στιγμιαίας ταχύτητας στη διάρκεια της διαδρομής.

✓ **Μέση διανυσματική ταχύτητα:** το πηλίκο της μετατόπισης $\vec{\Delta x}$ ενός κινητού σε κάποιο χρονικό διάστημα Δt ως προς το χρονικό διάστημα Δt .

$$\text{μέση διανυσματική ταχύτητα} = \frac{\text{μετατόπιση}}{\text{χρονικό διάστημα}} \quad \text{ή} \quad \vec{u} = \frac{\vec{\Delta x}}{\Delta t}$$

όπου $\vec{\Delta x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$, με \vec{x}_2 την τελική θέση του κινητού και \vec{x}_1 την αρχική. Η μέση διανυσματική ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος. Η κατεύθυνσή της συμπίπτει με την κατεύθυνση της μετατόπισης του κινητού. Αν η μετατόπιση είναι θετική τότε η μέση διανυσματική ταχύτητα θα είναι και αυτή θετική. Μονάδα μέτρησης της μέσης διανυσματικής ταχύτητας στο S.I. είναι το 1m/s.

Ας υποθέσουμε ότι ένα σώμα ξεκινά τη χρονική στιγμή $t_1 = 0s$ από τη θέση $x_1 = +2m$ και κινείται προς τα δεξιά μέχρι τη θέση $x_2 = +6m$ οπότε και αλλάζει φορά η κίνηση του και κινείται πλέον προς τα αριστερά και τη χρονική στιγμή $t_3 = 2s$ φτάνει τελικά στη θέση $x_3 = -2m$. Η κίνηση αυτή μπορεί να παρασταθεί στον άξονα x όπως φαίνεται παρακάτω



Για τον υπολογισμό της διανυσματικής ταχύτητας του σώματος εργαζόμαστε όπως παρακάτω. Αρχικά υπολογίζουμε τη μετατόπιση $\vec{\Delta x}$ του σώματος και το χρονικό διάστημα στο οποίο πραγματοποιήθηκε αυτή η μετατόπιση Δt . Έτσι προκύπτει

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_3 - x_1 \\ \Delta x &= -2m - (+2m) \\ \Delta x &= -2m - 2m \\ \Delta x &= -4m \end{aligned}$$

όπου x_3 η τελική θέση του σώματος και x_1 η αρχική θέση του σώματος. Το αρνητικό πρόσημο στη μετατόπιση σημαίνει ότι το σώμα μετατοπίστηκε προς τα αρνητικά δηλαδή προς τα αριστερά. Επομένως μετατόπιση $\Delta x = -4m$ σημαίνει ότι το σώμα μετατοπίστηκε κατά $4m$ προς τα αριστερά. Για τον υπολογισμό του Δt εργαζόμαστε όπως παρακάτω

$$\begin{aligned} \Delta t &= t_3 - t_1 \\ \Delta t &= 2s - 0s \\ \Delta t &= 2s \end{aligned}$$

όπου t_3 είναι η «τελική» χρονική στιγμή και t_1 η «αρχική» χρονική στιγμή της κίνησης του σώματος.

Για τον υπολογισμό της μέσης διανυσματικής ταχύτητας λοιπόν έχουμε

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$u = -\frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}}$$

$$u = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Το αρνητικό πρόσημο της μέσης διανυσματικής ταχύτητας όπως και αυτό της μετατόπισης σημαίνει ότι το σώμα μετατοπίστηκε προς τα αριστερά.

Για τον υπολογισμό της μέσης αριθμητικής ταχύτητας τώρα θα εργαστούμε με βάση τη σχέση

$$u_{\mu} = \frac{S}{\Delta t}$$

όπου το S δεν είναι άλλο παρά το συνολικό μήκος της τροχιάς του σώματος (διάστημα). Για το υπολογισμό του μετράμε το συνολικό μήκος της διαδρομής του σώματος στο σχήμα μας. Το σώμα μας κινήθηκε αρχικά 4m προς τα δεξιά και έφτασε στη θέση x_2 στην συνέχεια άλλαξε φορά και κινήθηκε κατά 6m φτάνοντας έτσι στο σημείο αναφοράς και τέλος συνέχισε την πορεία του κατά 2m προς τα αριστερά φτάνοντας στην τελική του θέση x_3 .

Επομένως το συνολικό διάστημα που διάνυσε το σώμα είναι

$$S = 4\text{m} + 6\text{m} + 2\text{m}$$

$$S = 12\text{m}$$

Υπενθυμίζεται στο σημείο αυτό ότι **το διάστημα S είναι μονόμετρο μέγεθος, ισούται με το συνολικό μήκος της διαδρομής του σώματος και είναι πάντοτε θετικός αριθμός.** Ο

υπολογισμός του χρονικού διαστήματος έχει γίνει προηγουμένως και θα χρησιμοποιήσουμε έτοιμο το αποτέλεσμα $\Delta t = 2\text{s}$ για τον υπολογισμό της μέσης αριθμητικής ταχύτητας. Έτσι τελικά έχουμε

$$u_{\mu} = \frac{S}{\Delta t}$$

$$u_{\mu} = \frac{12 \text{ m}}{2 \text{ s}}$$

$$u_{\mu} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

✓ **Στιγμιαία ταχύτητα:** η διανυσματική ταχύτητα που έχει ένα κινούμενο σώμα μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Στη Φυσική η στιγμιαία ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος και περιλαμβάνει τόσο το μέτρο της όσο και την κατεύθυνσή της. Δηλαδή η στιγμιαία ταχύτητα μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται το μέτρο της ή όταν μεταβάλλεται η κατεύθυνσή της.

✓ Συνοψίζοντας, **στη Φυσική με τον όρο ταχύτητα εννοούμε τη στιγμιαία ταχύτητα και με τον όρο μέση ταχύτητα εννοούμε τη μέση διανυσματική ταχύτητα.**

Η **στιγμιαία ταχύτητα** στη Φυσική είναι διανυσματικό μέγεθος με μέτρο την ένδειξη του κοντέρ και κατεύθυνση την κατεύθυνση κίνησης του κινητού. Η **μέση διανυσματική**

ταχύτητα είναι διανυσματικό μέγεθος και ορίζεται από τη σχέση $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$, όπου Δx η μετατόπιση του κινητού στο χρόνο Δt .



Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Ένας ποδηλάτης διανύει απόσταση $AB = 400\text{m}$ με ταχύτητα 4m/s και στη συνέχεια κινείται με ταχύτητα 6m/s για 25s μέχρι να φτάσει στο σημείο Γ . Να βρείτε:

- Το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε ο ποδηλάτης για να διανύσει την απόσταση AB .
- Την απόσταση $B\Gamma$.
- Τη συνολική απόσταση που διένυσε ο ποδηλάτης και το συνολικό χρονικό διάστημα της κίνησής του.
- τη μέση ταχύτητα κατά τη διάρκεια της κίνησής του.

Λύση:

α) Προκειμένου να βρούμε το χρονικό διάστημα t_{AB} θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση του ορισμού της ταχύτητας:

$$\begin{aligned}v &= \frac{S}{\Delta t} \\4 &= \frac{400}{\Delta t} \\ \Delta t &= \frac{400}{4} \\ \Delta t_{AB} &= 100\text{s}\end{aligned}$$

β) Για να βρούμε την απόσταση $B\Gamma$ θα χρησιμοποιήσουμε ξανά την παραπάνω εξίσωση:

$$v = \frac{S}{\Delta t}$$
$$6 = \frac{S}{25}$$
$$S = 150m$$

γ) Η συνολική απόσταση που διένυσε το σώμα είναι:

$$S_{ολ} = S_{AB} + S_{BG}$$
$$S_{ολ} = 400 + 150$$
$$S_{ολ} = 550m$$

Το συνολικό χρονικό διάστημα της κίνησης είναι:

$$\Delta t_{ολ} = \Delta t_{AB} + \Delta t_{BG}$$
$$\Delta t_{ολ} = 100 + 25$$
$$\Delta t_{ολ} = 125s$$

δ) Για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$$v = \frac{S_{ολ}}{\Delta t_{ολ}}$$
$$v = \frac{550}{125}$$
$$v = 4,4m/s$$

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

- i) Στην καθημερινή μας γλώσσα τι ορίζουμε ως μέση ταχύτητα και τι ως στιγμιαία ταχύτητα;

ii) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας στο S.I.; Ποια σχέση συνδέει τις μονάδες 1m/s και 1km/h;
- i) Το κοντέρ ενός οχήματος μετρά τη μέση ή τη στιγμιαία ταχύτητα;

ii) Πότε ταυτίζονται οι τιμές της μέσης και της στιγμιαίας ταχύτητας;
3. Ποια μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι μεγαλύτερη, το 1m/s ή το 1km/h;
- i) Σε μια ορισμένη χρονική στιγμή η στιγμιαία ταχύτητα ενός αυτοκινήτου είναι $u_1=108\text{km/h}$. Να βρείτε τη στιγμιαία αυτή ταχύτητα σε m/s.

ii) Ένας λαγός κινείται με μέση ταχύτητα $u_2=15\text{m/s}$. Ποια είναι η μέση ταχύτητά του σε km/h;
5. Η ταχύτητα ενός αυτοκινήτου στο διεθνές σύστημα μονάδων είναι 30m/s. Η ταχύτητα του αυτοκινήτου σε km/h είναι:

α) 90 km/h β) 108 km/h γ) 120 km/h δ) 0,03 km/h.

6. Ένα όχημα ξεκινά στις 08.05 το πρωί από το αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος και κινούμενο στην Αττική οδό φτάνει στην Ελευσίνα στις 08.41. Αν το μήκος της διαδρομής αεροδρόμιο-Ελευσίνα είναι 60km, να βρείτε τη μέση ταχύτητα του οχήματος σε km/h και σε m/s.
7. Αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο. Τη χρονική στιγμή $t_1=0s$ περνά από το σημείο Α και τη χρονική στιγμή $t_2=10s$ φτάνει στο σημείο Β. Στο Β ο οδηγός του αποφασίζει να γυρίσει πίσω και φτάνει στο Α τη χρονική στιγμή $t_3=30s$. Αν η απόσταση των σημείων Α και Β είναι 90m να βρείτε για το χρονικό διάστημα t_3-t_1 τη μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου,
8. Ένα μυρμήγκι κινείται πάνω στην ευθεία x' . Τη χρονική στιγμή $t_0=0s$ περνά από το σημείο Ο (τη θέση $x=0cm$), τη χρονική στιγμή $t_1=2s$ βρίσκεται στη θέση $x_1=+5cm$ και τη χρονική στιγμή $t_2=4s$ φτάνει στη θέση $x_2=+12cm$ χωρίς να αλλάξει φορά. Στη συνέχεια αλλάζει φορά και τη χρονική στιγμή $t_3=5s$ βρίσκεται στη θέση $x_3=+7cm$. Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:
- Πόσο χρονικό διάστημα Δt χρειάστηκε το μυρμήγκι για να μετακινηθεί από τη θέση x_1 στη θέση x_2 ;
 - Πόσο χρονικό διάστημα $\Delta t'$ χρειάστηκε το μυρμήγκι για να μετακινηθεί από τη θέση x_2 στη θέση x_3 ;
 - Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα του μυρμηγκιού για όλη τη διάρκεια της κίνησης.
9. Να βρείτε τις παρακάτω ταχύτητες σε m/s.
- $u_1=36km/h$
 - $u_2=72km/h$
 - $u_3=108km/h$
10. Να βρείτε τις παρακάτω ταχύτητες σε km/h.
- $u_1=10m/s$
 - $u_2=15m/s$
 - $u_3=40m/s$
11. Ένα αυτοκίνητο διανύει σε χρόνο $\Delta t=100s$ μήκος διαδρομής $s=3000m$. Να υπολογίσετε την ταχύτητά του σε m/s και σε km/h.
12. Ένα αυτοκίνητο διανύει την απόσταση Λάρισα-Αθήνα ($s=360km$) σε διάστημα 3h και 30min. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητά του σε m/s και σε km/h.
13. Να συγκρίνετε τις ταχύτητες $u_1=100m/s$ και $u_2=100km/h$.
14. Να κατατάξετε τις παρακάτω ταχύτητες κατά αύξουσα σειρά:
- 10km/h
 - 10km/s
 - 10m/min
 - 10m/s
15. i) Σε πόσο χρόνο θα διανύσει απόσταση 3Km ένα αυτοκίνητο που κινείται με σταθερή ταχύτητα 10m/s;

ii) Να γράψετε με αύξουσα σειρά (από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη) τις παρακάτω ταχύτητες: 72Km/h, 10km/s, 10m/min, 10m/s.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

16. Ένας ποδηλάτης φτάνει από την πόλη Α στην πόλη Β μέσα σε χρόνο $\Delta t=40\text{min}$ αν κινηθεί στον αυτοκινητόδρομο με μέση ταχύτητα $u_{\mu}=10\text{m/s}$. Να βρείτε το μήκος του αυτοκινητοδρόμου μεταξύ των πόλεων Α και Β.

17. Για να πάει ένα όχημα από την πόλη Α στην πόλη Β διανύει διάστημα ίσο με 5km. Ένας ποδηλάτης, που κινείται στον αυτοκινητόδρομο, περνά από την πόλη Α τη χρονική στιγμή $t_1=9\text{h}$ ακριβώς και φτάνει στην πόλη Β τη χρονική στιγμή $t_2=9\text{h}$ και 15min. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα του ποδηλάτη κατά την κίνησή του από την πόλη Α στην πόλη Β.

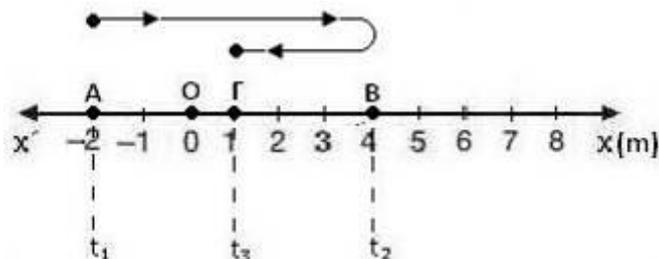
18. Αυτοκίνητο ξεκινά στις 08.00 το πρωί από την Αθήνα με προορισμό τη Θεσσαλονίκη. Διανύοντας 200km φτάνει στη Λαμία στις 10.00 το πρωί, όπου και σταματά ,μέχρι τις 11.00 πμ. Φτάνει τελικά στη Θεσσαλονίκη στις 13.00. Αν ο αυτοκινητόδρομος Λαμία-Θεσσαλονίκη έχει μήκος 300km, να βρείτε τη μέση ταχύτητα με την οποία κινήθηκε το αυτοκίνητο στη διαδρομή:

i) Αθήνα-Λαμία μέχρι που σταμάτησε,

ii) Λαμία-Θεσσαλονίκη από τη στιγμή που ξεκίνησε από τη Λαμία,

iii) Αθήνα-Θεσσαλονίκη.

19. Το κινητό του παρακάτω σχήματος ξεκινά από το σημείο Α τη χρονική στιγμή $t_1=0\text{s}$, φτάνει στο σημείο Β τη χρονική στιγμή $t_2=2\text{s}$ και αμέσως αλλάζει φορά και γυρίζει στο σημείο Γ τη χρονική στιγμή $t_3=3\text{s}$. Για το χρονικό διάστημα $\Delta t=t_3-t_1$ να βρείτε τη μέση ταχύτητα u_{μ} του κινητού.



20. i) Ένα αυτοκίνητο διανύει 360km σε 5h. Να βρεθεί η μέση ταχύτητά του σε km/h και σε m/s.

ii) Ένα αυτοκίνητο φεύγει από την πόλη Α στις 7h 05min και αφού έχει διατρέξει διάστημα $s=150\text{km}$ φτάνει στην πόλη Β στις 8h 35min. Πόση είναι η μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου σε km/h;

21. Ένας σκιέρ κινείται με μέση ταχύτητα 2,5m/s. Σε πόσο χρόνο διανύει 4,5km;

22. Ένας ποδηλάτης κινείται με μέση ταχύτητα 5m/s. Πόσες ώρες θα χρειαστεί για να διανύσει μία απόσταση 63km;

23. Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα με ταχύτητα $u=20\text{m/s}$. Αν το κινητό κινείται συνεχώς με αυτή την ταχύτητα και προς την ίδια κατεύθυνση να υπολογίσετε σε ποιο χρονικό διάστημα Δt θα έχει μετατοπιστεί κατά $\Delta x=400\text{m}$;
24. Μια αθλήτρια μπορεί να τρέχει τα 200m σε 25s . Πόση είναι η μέση ταχύτητα της αθλήτριας;
25. Ένας αναβάτης διανύει με το ποδήλατό του διάστημα $(AB)=300\text{m}$ με μέση ταχύτητα $u_1=6\text{m/s}$ και στη συνέχεια διάστημα $(BG)=400\text{m}$ με μέση ταχύτητα $u_2=10\text{m/s}$. Πόση είναι η μέση ταχύτητα που αναπτύσσει ο αναβάτης πάνω στο ποδήλατο σε ολόκληρο το διάστημα (AG) ;
26. Δύο πόλεις Α και Β βρίσκονται πάνω στον ίδιο ευθύγραμμο δρόμο. Ένας ποδηλάτης φτάνει από την πόλη Α στην πόλη Β μέσα σε χρόνο $\Delta t=50\text{min}$ αν κινηθεί με μέση ταχύτητα $u_m=12\text{m/s}$. Να βρείτε σε km την απόσταση των δύο πόλεων.
27. Ένα αυτοκίνητο διανύει απόσταση $S=300\text{m}$ σε χρόνο $t_1=15\text{s}$. Έπειτα κινείται με σταθερή ταχύτητα $u=40\text{m/s}$ για χρονικό διάστημα $t_2=5\text{s}$. Να βρείτε τη μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου για το συνολικό χρονικό διάστημα $\Delta t=t_1+t_2$.
28. Ο Κώστας Κεντέρης στους Ολυμπιακούς αγώνες του Σύνδνεϋ έτρεξε την κούρσα των 200m σε σχεδόν 20s .
- i) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητά του σε m/s και σε km/h .
- ii) Αν κατόρθωνε να διατηρεί σταθερή την παραπάνω ταχύτητα, σε πόσο χρόνο θα διένυε τα 5km ;
29. Οι ανθρωπολόγοι πιστεύουν ότι ο πρώτος άνθρωπος στον πλανήτη εμφανίστηκε στην Αφρική. Στη συνέχεια, ο άνθρωπος μετανάστευσε στις άλλες ηπείρους. Αν υποθέσουμε ότι μπορούσαν να μετακινηθούν ένα χιλιόμετρο το χρόνο και ότι η Βόρεια Ευρώπη απέχει από την Αφρική 10.000km , πόσοι αιώνες χρειάστηκαν για να φτάσουν οι άνθρωποι στη Β. Ευρώπη;
30. Δύο πόλεις Α και Β βρίσκονται πάνω στον ίδιο ευθύγραμμο δρόμο και απέχουν 10km η μία από την άλλη. Ένα αυτοκίνητο που κινείται πάνω στο δρόμο αυτό περνά από την πόλη Α τη χρονική στιγμή $t_1=10\text{h}$ ακριβώς και φτάνει στην πόλη Β τη χρονική στιγμή $t_2=10\text{h}$ και 20min . Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου κατά την κίνησή του από την πόλη Α στην πόλη Β.
31. Αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο. Τη χρονική στιγμή $t_1=0\text{s}$ περνά από το σημείο Α και τη χρονική στιγμή $t_2=10\text{s}$ φτάνει στο σημείο Β. Στο Β ο οδηγός του αποφασίζει να γυρίσει πίσω και φτάνει στο Α τη χρονική στιγμή $t_3=30\text{s}$. Αν η απόσταση των σημείων Α και Β είναι 90m να βρείτε για το χρονικό διάστημα t_3-t_1 :
- i) τη μέση ταχύτητα του αυτοκινήτου,
- ii) τη μέση διανυσματική του ταχύτητα.
32. Ένα μυρμήγκι κινείται πάνω στην ευθεία $x'x$. Τη χρονική στιγμή $t=0\text{s}$ περνά από το σημείο Ο (τη θέση $x=0\text{cm}$), τη χρονική στιγμή $t_1=2\text{s}$ βρίσκεται στη θέση $x_1=+5\text{cm}$ και τη χρονική στιγμή $t_2=4\text{s}$ φτάνει στη θέση $x_2=+12\text{cm}$ χωρίς να αλλάξει φορά. Στη συνέχεια

αλλάζει φορά και τη χρονική στιγμή $t_3=5s$ βρίσκεται στη θέση $x_3=+7cm$. Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- i) Πόσο χρονικό διάστημα Δt χρειάστηκε το μυρμηγκι για να μετακινηθεί από τη θέση x_1 στη θέση x_2 ;
- ii) Να υπολογίσετε τη μετατόπιση $\overline{\Delta x}$ του μυρμηγκιού για το χρονικό διάστημα $\Delta t=t_2-t_1$.
- iii) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα (\vec{u}) του μυρμηγκιού για το χρονικό διάστημα $\Delta t=t_2-t_1$.
- iv) Πόσο χρονικό διάστημα $\Delta t'$ χρειάστηκε το μυρμηγκι για να μετακινηθεί από τη θέση x_2 στη θέση x_3 ;
- v) Να υπολογίσετε τη μετατόπιση $\overline{\Delta x'}$ του μυρμηγκιού για το χρονικό διάστημα $\Delta t'$.
- vi) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα (\vec{u}') του μυρμηγκιού για το χρονικό διάστημα $\Delta t'=t_3-t_2$.

33. Ένας σκύλος κινείται στην ευθεία $x'x$ και τη χρονική στιγμή $t=0s$ περνά από τη θέση $x=0m$. Τη χρονική στιγμή $t_1=2s$ βρίσκεται στη θέση $x_1=+3m$, τη χρονική στιγμή $t_2=5s$ φτάνει στη θέση $x_2=+9m$ χωρίς να αλλάξει φορά και στη συνέχεια αλλάζει φορά και τη χρονική στιγμή $t_3=9s$ βρίσκεται στη θέση $x_3=+5m$.

- i) Στο χρονικό διάστημα $\Delta t=t_2-t_1$ πόση είναι η μετατόπιση και πόση είναι η μέση διανυσματική ταχύτητα του σκύλου;
- ii) Στο χρονικό διάστημα $\Delta t'=t_3-t_2$ ποιο είναι το μέτρο και ποια η φορά της μέσης διανυσματικής ταχύτητας του σκύλου;
- iii) Στο χρονικό διάστημα $\Delta t''=t_3-t_1$ να βρείτε το μέτρο και τη φορά της μέσης διανυσματικής ταχύτητας και τη μέση ταχύτητα του σκύλου (όπως την ορίζουμε στην καθημερινή μας γλώσσα).

34. Να βρεθούν οι παρακάτω ταχύτητες σε m/s.

- α) 36km/h β) 72km/h γ) 108km/h

35. Να βρεθούν οι παρακάτω ταχύτητες σε km/h

- α) 10m/s β) 15m/s γ) 40m/s

36. Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα. Τη χρονική στιγμή $t_1=2s$ βρίσκεται στη θέση $x_1=-3m$ και τη χρονική στιγμή $t_2=5s$ στη θέση $x_2=9m$. Να υπολογίσετε την μετατόπιση και την ταχύτητά του. Να σχεδιάσετε σε άξονα τα διανύσματα θέσης και μετατόπισης.

37.. Τη στιγμή που ξεκινά ένας αθλητής των 10000m το χρονόμετρο δείχνει 10h και 10min και 40s, ενώ τη στιγμή του τερματισμού δείχνει 10h και 55min και 55s. Να υπολογίσετε την μέση ταχύτητά του.

38. Δύο πόλεις A και B βρίσκονται πάνω στον ίδιο ευθύγραμμο δρόμο. Ένας ποδηλάτης φτάνει από την πόλη A στην πόλη B μέσα σε χρόνο $\Delta t=40min$ αν κινηθεί με μέση ταχύτητα $u=10m/s$. Να βρείτε (σε km) την απόσταση των δύο πόλεων.

39. Να συμπληρώσετε τα κενά:

Στην καθημερινή μας ζωή: Μέση ταχύτητα= ----- ή $u_\mu = \frac{S}{\Delta t}$

Στη Φυσική: Μέση διανυσματική ταχύτητα= ----- ή $u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

Μονάδα μέτρησης της ταχύτητας στο S.I. είναι το

Στη Φυσική η στιγμιαία ταχύτητα είναι..... μέγεθος και περιλαμβάνει τόσο το..... όσο και την της.

Στη Φυσική με τον όρο «ταχύτητα» εννοούμε τη ταχύτητα και με τον όρο «μέση ταχύτητα» εννοούμε τη μέση ταχύτητα.

2.3. Κίνηση με σταθερή ταχύτητα

✓ Αν η μέση ταχύτητα είναι ίδια για οποιοδήποτε χρονικό διάστημα Δt , τότε συμπίπτει με τη στιγμιαία ταχύτητα και λέμε ότι το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα. **Σταθερή ταχύτητα σημαίνει ταχύτητα σταθερού μέτρου και σταθερής κατεύθυνσης.**

✓ **Ευθύγραμμη ομαλή** κίνηση: η κίνηση στην οποία η ταχύτητα διατηρείται σταθερή.

$$\vec{u} = \text{σταθ.}$$

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το κινητό κινείται πάνω σε μια ευθεία με σταθερή φορά και το μέτρο της ταχύτητάς του να είναι σταθερό. Άρα, **ευθύγραμμη ομαλή είναι η κίνηση κατά την οποία ένα κινητό διανύει ίσα διαστήματα σε ίσα χρονικά διαστήματα (Δt).**

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της **ευθύγραμμης ομαλής κίνησης** είναι τα παρακάτω:

- Το σώμα διανύει **ίσες μετατοπίσεις Δx σε ίσα χρονικά διαστήματα Δt**
- Η **στιγμιαία ταχύτητα** του σώματος είναι **σταθερή και ίση με την ταχύτητα \vec{u} της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης**
- Η **μέση αριθμητική ταχύτητα, η μέση διανυσματική ταχύτητα και η στιγμιαία ταχύτητα είναι σταθερές και ίσες με την ταχύτητα u της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης**
- Το **διάστημα S και η μετατόπιση Δx του σώματος ταυτίζονται**

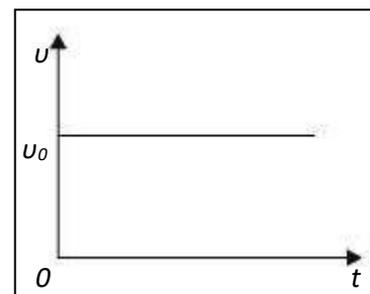
✓ **Εξίσωση κίνησης:** η εξίσωση με την οποία εφόσον γνωρίζουμε την ταχύτητα του κινητού μπορούμε να βρούμε κάθε χρονική στιγμή τη μετατόπιση του κινητού και αντίστροφα.

✓ **Εξίσωση ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση:**

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η ταχύτητα παραμένει σταθερή:

$$\vec{u} = \text{σταθ.}$$

Η γραφική παράσταση της ταχύτητας με το χρόνο είναι μία ευθεία γραμμή, παράλληλη με τον άξονα των χρόνων.



✓ **Εξίσωση θέσης στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση:**

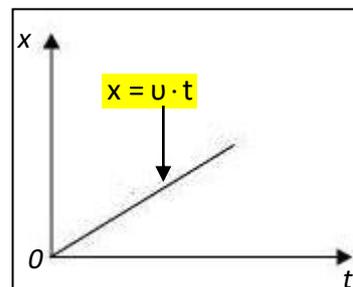
Αν σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση τη χρονική στιγμή $t_0=0$ το κινητό βρίσκεται στο σημείο αναφοράς (θέση $x_0=0$), τότε σε μια τυχαία χρονική στιγμή t κατά την οποία το κινητό βρίσκεται στη θέση x θα ισχύει:

$$\Delta x = x - x_0 = x - 0 = x \quad \text{και} \quad \Delta t = t - t_0 = t - 0 = t$$

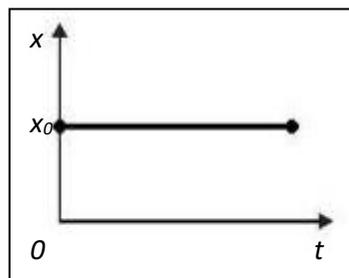
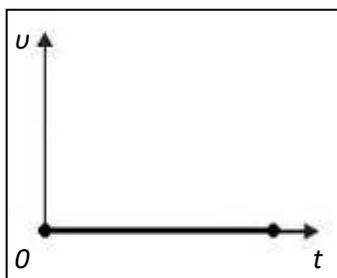
οπότε από τον ορισμό της ταχύτητας: $u = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = u \cdot \Delta t$. Επομένως: **$x = u \cdot t$**

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η σχέση $u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ γράφεται $u = \frac{x}{t}$ ή $x = u \cdot t$ μόνο όταν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το κινητό διέρχεται από τη θέση $x_0 = 0$. Με άλλα λόγια, η σχέση $x = u \cdot t$, η οποία μας δίνει τη θέση του κινητού σε μια χρονική στιγμή t , ισχύει όταν έχουμε ορίσει τη θέση $x_0 = 0$ και ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τη στιγμή που το κινητό διέρχεται από τη θέση x_0 .

Η εξίσωση κίνησης είναι εξίσωση α΄ βαθμού ως προς t και η γραφική παράσταση της θέσης με το χρόνο είναι ευθεία η οποία διέρχεται από την αρχή των αξόνων σύμφωνα με τη διπλανή γραφική παράσταση.



✓ Όταν ένα σώμα είναι σε ηρεμία, τότε ισχύει $u = 0$ και $x = \text{σταθερή}$. Οι γραφικές παραστάσεις της ταχύτητας με το χρόνο και της θέσης με το χρόνο, για την περίπτωση αυτή φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση τότε ισχύει η σχέση $\Delta x = u \cdot \Delta t$;

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η ταχύτητα $\vec{u} = \text{σταθερή}$ οπότε από τον ορισμό της ταχύτητας έχουμε

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$\cancel{1} \frac{u}{1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

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

όπου Δx η τιμή της μετατόπισης του σώματος και Δt το χρονικό διάστημα της κίνησης του σώματος

Η σχέση $\Delta x = u \cdot \Delta t$ ισχύει γενικά σε κάθε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και είναι ανεξάρτητη από ποια το σε ποια θέση βρισκόταν το σώμα όταν ξεκίνησε καθώς και από το ποια ήταν η χρονική στιγμή στο ξεκίνημα της κίνησης του.

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση τότε ισχύει η σχέση $x = u \cdot t$;

Στην προηγούμενη παράγραφο είδαμε ότι στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ισχύει γενικά σε κάθε περίπτωση η σχέση $\Delta x = u \cdot \Delta t$. Σε πολλές περιπτώσεις όμως το σώμα που κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ξεκινά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0s$ από το σημείο αναφοράς, δηλαδή από τη θέση $x_0 = 0m$. Στις περιπτώσεις αυτές μπορούμε να μετασχηματίσουμε την σχέση $\Delta x = u \cdot \Delta t$ όπως παρακάτω

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

$$x - x_0 = u \cdot (t - t_0)$$

$$x - 0 = u \cdot (t - 0)$$

$$x = u \cdot t$$

Η σχέση που προκύπτει τελικά

$$x = u \cdot t$$

ισχύει μόνο όταν η αρχική θέση του σώματος είναι το $x_0 = 0m$ και η χρονική στιγμή που ξεκινά το σώμα τη κίνηση του είναι η $t_0 = 0s$

Τι είναι οι εξισώσεις κίνησης και ποιες είναι οι εξισώσεις κίνησης για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση;

Εξισώσεις κίνησης είναι οι μαθηματικές σχέσεις που ισχύουν σε μια κίνηση και μας δείχνουν πως συνδέεται η ταχύτητα u και η θέση x του σώματος σε σχέση με το χρόνο t .

Για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση οι εξισώσεις κίνησης είναι:

Εξίσωση κίνησης για την ταχύτητα:

$$u = \text{σταθερη}$$

Εξίσωση κίνησης για τη θέση:

$$x = u \cdot t$$

Η σχέση αυτή δείχνει ότι στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η θέση του σώματος είναι ανάλογη με το χρόνο.

Προσοχή: Πότε ισχύει η εξίσωση κίνησης για τη θέση με την παραπάνω μορφή;

Ποια μορφή έχουν τα διαγράμματα της κίνησης στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση;

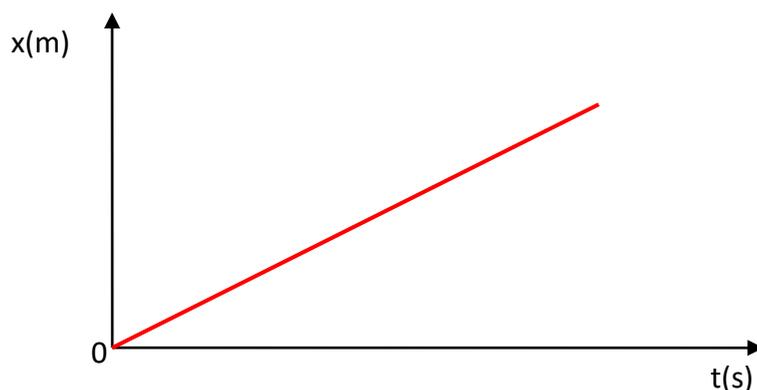
- Διάγραμμα ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο επειδή η $u = \text{σταθερη}$ είναι μια ευθεία γραμμή παράλληλη με τον άξονα του χρόνου.



- Διάγραμμα θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο για την εξίσωση της κίνησης $x = u \cdot t$ είναι μια ευθεία η οποία ξεκινά από την αρχή των αξόνων.

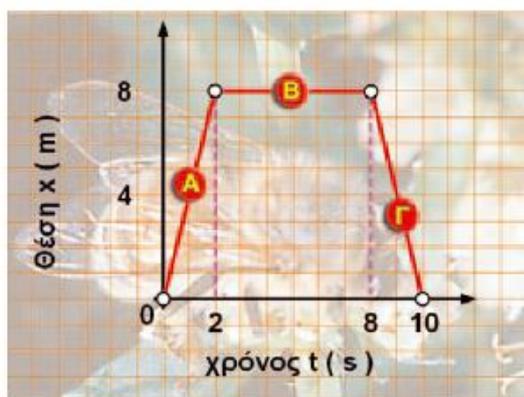


Προσοχή: Το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο έχει αυτή τη μορφή μόνο όταν η αρχική θέση του σώματος είναι το $x_0 = 0m$ και η χρονική στιγμή που ξεκινά το σώμα τη κίνηση του είναι η $t_0 = 0s$.

Κίνηση με μεταβαλλόμενη ταχύτητα

Στην προηγούμενη παράγραφο είδαμε ότι στην Φυσική όταν λέμε ότι η ταχύτητα είναι σταθερή, εννοούμε ότι η ταχύτητα παραμένει σταθερή τόσο κατά μέτρο όσο και κατά διεύθυνση και φορά. Αν αντίθετα μεταβληθεί **είτε το μέτρο της ταχύτητας, είτε η κατεύθυνση της ταχύτητας**, τότε λέμε ότι το σώμα κάνει **μεταβαλλόμενη κίνηση**. Έτσι όταν ο οδηγός ενός αυτοκινήτου πατάει γκάζι τότε αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητας του οχήματος και η κίνηση χαρακτηρίζεται μεταβαλλόμενη. Αντίστοιχα αν ο οδηγός του οχήματος πατάει φρένο αντί γκάζι τότε η ταχύτητα του αυτοκινήτου ελαττώνεται και η

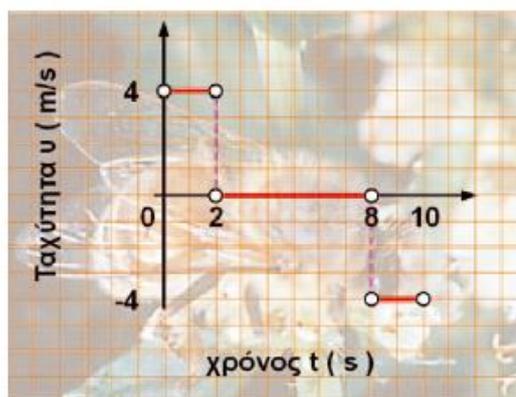
κίνηση πάλι χαρακτηρίζεται μεταβαλλόμενη. Ακόμη όμως και στην περίπτωση που ένα αυτοκίνητο για παράδειγμα κινείται σε μια στροφή ενώ το κοντέρ του αυτοκινήτου δείχνει συνεχώς την ίδια ένδειξη, τότε η κίνηση χαρακτηρίζεται ως μεταβαλλόμενη διότι η ταχύτητα μεταβάλλεται αφού αλλάζει η κατεύθυνση της λόγω της στροφής. Στην πραγματικότητα οι συντριπτική πλειοψηφία των κινήσεων στη καθημερινότητα μας είναι μεταβαλλόμενες κινήσεις.



Εικόνα 2.27.

Το ταξίδι της μέλισσας

Η μέλισσα ξεκινά από την κηρήθρα της κινούμενη με σταθερή ταχύτητα και κατευθύνεται προς το πλησιέστερο άνθος που απέχει 8 m (τμήμα Α). Το ταξίδι της διαρκεί 2 s. Εκεί σταματά για 6 s και συλλέγει το νέκταρ (τμήμα Β). Στη συνέχεια, κινούμενη με ταχύτητα ίδιου μέτρου επιστρέφει στην κηρήθρα (τμήμα Γ).



Εικόνα 2.28

Η ταχύτητα της μέλισσας

Μια μέλισσα κινείται ευθύγραμμα για 2 s και η μετατόπισή της από την κηρήθρα στο άνθος είναι $\Delta x = +8$ m. Επομένως η ταχύτητά της είναι: $+4$ m/s. Στη συνέχεια παραμένει ακίνητη στο άνθος, δηλαδή στη θέση $x = +8$ m για χρονικό διάστημα $\Delta t = 6$ s και η ταχύτητά της είναι 0 m/s. Ακολούθως κινείται από το άνθος προς την κηρήθρα σε 2 s. Η μετατόπισή της τώρα είναι: $\Delta x = -8$ m και η ταχύτητά της: -4 m/s.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. Ποια κίνηση ονομάζεται ευθύγραμμη ομαλή;
2. Υπάρχει κίνηση για την οποία η στιγμιαία ταχύτητα είναι σταθερή;
3. Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
4. i) Από τις σχέσεις $\Delta x = u \cdot \Delta t$ και $x = u \cdot t$, οι οποίες ισχύουν στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, ποια είναι γενικότερη;
ii) Υπό ποιες προϋποθέσεις ισχύει η σχέση $x = u \cdot t$;

5. Να κάνετε τα διαγράμματα ταχύτητας-χρόνου και θέσης-χρόνου για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

6. Για ένα σώμα που είναι ακίνητο να κάνετε τα διαγράμματα ταχύτητας-χρόνου και θέσης-χρόνου.

7. Σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μένει σταθερό:

- α) μόνο το μέτρο της ταχύτητας,
- β) μόνο η φορά της ταχύτητας,
- γ) μόνο το μέτρο και η διεύθυνση της ταχύτητας,
- δ) το μέτρο και η κατεύθυνση της ταχύτητας.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

8. Όταν λέμε ότι κάποιος περπατά ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα $1,5\text{m/s}$, εννοούμε ότι:

- α) σε κάθε χρονικό διάστημα ίσο με $1,5\text{s}$ διανύει απόσταση ίση με $1,5\text{m}$,
- β) σε κάθε χρονικό διάστημα ίσο με 1s διανύει απόσταση ίση με $1,5\text{m}$,
- γ) σε κάθε χρονικό διάστημα ίσο με $1,5\text{s}$ διανύει απόσταση 1m .

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

9. Το ταχύμετρο ενός αυτοκινήτου δείχνει:

- α) το μέτρο της ταχύτητας του αυτοκινήτου και την κατεύθυνσή της,
- β) τη μέση ταχύτητα,
- γ) το μέτρο της στιγμιαίας ταχύτητας.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

10. Μια κίνηση λέγεται ευθύγραμμη ομαλή όταν:

- α) το κινητό κινείται σε ευθεία γραμμή,
- β) η θέση του κινητού είναι σταθερή,
- γ) το κινητό σε ίσους χρόνους διανύει ίσα διαστήματα,
- δ) το κινητό κινείται σε ευθεία γραμμή και η ταχύτητά του είναι σταθερή.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

11. Σε μια ευθύγραμμη ομαλή κίνηση το πηλίκο της μετατόπισης προς το χρόνο:

- α) αυξάνεται με το πέρασμα του χρόνου,
- β) μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου,
- γ) παραμένει σταθερό και ανεξάρτητο του χρόνου,
- δ) αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια μειώνεται.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

12. Ένα κινητό εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα $v=30\text{m/s}$. Να βρείτε σε km το διάστημα (μήκος διαδρομής) που διανύει το αυτοκίνητο σε χρόνο $\Delta t=4\text{min}$.

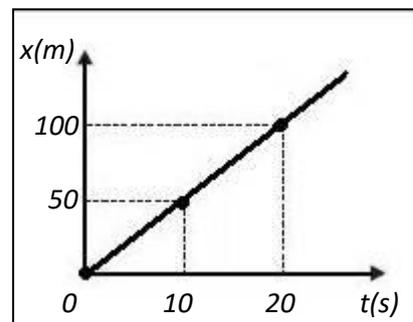
13. Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με ταχύτητα $v_1=20\text{m/s}$ για 50s και με ταχύτητα $v_2=30\text{m/s}$ για τα επόμενα 100s .

- i) Πόση ήταν η μετατόπιση του αυτοκινήτου στο χρονικό αυτό διάστημα των 150s, αν η κατεύθυνση της κίνησής του ήταν σταθερή;
ii) Πόση ήταν η μέση ταχύτητά του σε km/h στα 150s;

14. Ένας αθλητής ξεκινά από την αφετηρία και κινούμενος ευθύγραμμα με σταθερή φορά διανύει στα πρώτα 5s ($\Delta t_1=5s$) διάστημα $s_1=50m$ με σταθερή ταχύτητα. Στη συνέχεια κινείται στην ίδια κατεύθυνση για χρόνο $\Delta t_2=30s$ με τη μισή ταχύτητα απ' ότι προηγουμένως. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του αθλητή στο χρονικό διάστημα Δt_2 , καθώς και το συνολικό διάστημα που διάνυσε.

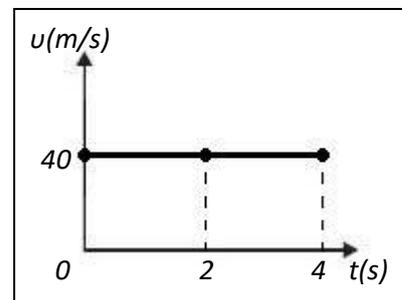
15. Ένα αυτοκίνητο διανύει 120m σε χρόνο 4s με σταθερή ταχύτητα. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του αυτοκινήτου και στη συνέχεια να κάνετε τα διαγράμματα ταχύτητας-χρόνου και διαστήματος-χρόνου.

16. Για μια ευθύγραμμη κίνηση μας δίνεται το διάγραμμα θέσης-χρόνου. Τι πληροφορίες δίνει το διάγραμμα αυτό; Πόση είναι η ταχύτητα του κινητού; Να κάνετε το διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου.



17. Δίνεται το διπλανό διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου για μια ευθύγραμμη κίνηση.

- i) Να βρείτε τη μετατόπιση του κινητού στο χρονικό διάστημα $\Delta t=4s-0s=4s$.
ii) Να κάνετε το διάγραμμα θέσης-χρόνου.

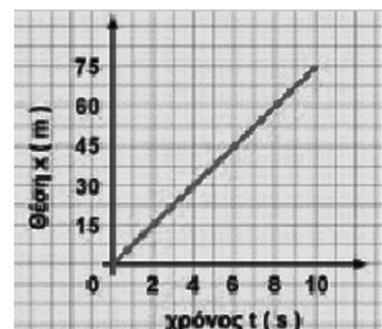


18. Ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου 15 m/s.

- i) Να κατασκευάσετε το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο.
ii) Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του αυτοκινήτου στο χρονικό διάστημα μεταξύ των χρονικών στιγμών $t_1=10s$ και $t_2=20s$ της κίνησης.
iii) Να κατασκευάσετε το διάγραμμα της θέσης του αυτοκινήτου (από το σημείο αφετηρίας) σε συνάρτηση με το χρόνο.

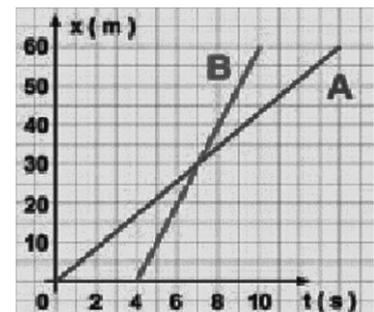
19. Στη διπλανή εικόνα δίνεται το διάγραμμα της θέσης σε συνάρτηση με το χρόνο ενός δρομέα σκυταλοδρομίας, από τη στιγμή που παρέλαβε τη σκυτάλη.

- i) Τι είδους κίνηση εκτελεί ο δρομέας;
ii) Πόση είναι η μετατόπισή του από τη χρονική στιγμή $t=3s$ μέχρι $t_2=7s$;



- iii) Ποια χρονική στιγμή βρέθηκε στη θέση 45m από τη στιγμή που παρέλαβε τη σκυτάλη;
iv) Να υπολογίσετε την ταχύτητα του δρομέα.

20. Στη διπλανή εικόνα φαίνεται το διάγραμμα θέσης-Χρόνου σε έναν ευθύγραμμο αγώνα δρόμου μεταξύ του παιδιού και του σκύλου του. Η Α γραμμή αντιστοιχεί στην κίνηση του παιδιού και η Β στον σκύλο. Πόσο ήταν το μήκος της διαδρομής του αγώνα; Για πόσο χρονικό διάστημα το παιδί βρισκόταν μπροστά από το σκύλο του; Σε πόση απόσταση από την αφετηρία και ποια χρονική στιγμή συναντήθηκαν;



21. Αυτοκίνητο εκτελεί ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή ταχύτητα και σε χρόνο $t=6s$ διανύει απόσταση $x=180m$. Πόσο διάστημα θα διανύσει το αυτοκίνητο στα επόμενα 0,5min της κίνησής του;

22. Αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή φορά και το ταχύμετρό του δείχνει συνέχεια 72km/h.

- i) Τι είδους κίνηση κάνει το αυτοκίνητο;
ii) Να μετατρέψετε την ταχύτητα του αυτοκινήτου σε m/s.
iii) Να βρείτε το διάστημα που διανύει το αυτοκίνητο σε δύο ώρες.

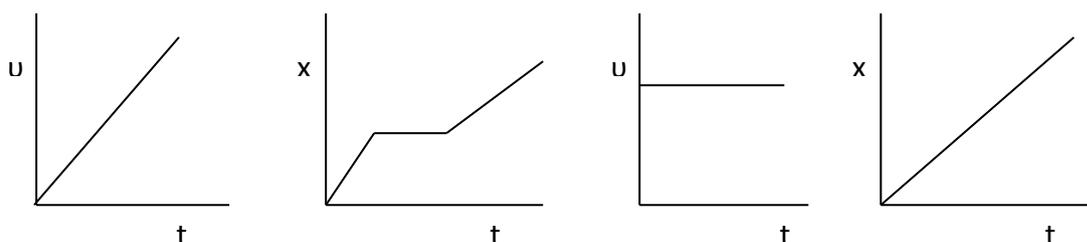
23. Μια στρουθοκάμηλος τρέχει ευθύγραμμη με σταθερή ταχύτητα 72km/h.

- i) Σε πόσο χρόνο διανύει 100m;
ii) Πόσα μέτρα διανύει σε χρόνο ίσο με 1s;

24. Όχημα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1=5s$ μετατοπίζεται κατά $\Delta x_1=20m$. Να βρείτε για το όχημα:

- i) την ταχύτητά του,
ii) τη μετατόπισή του για το χρονικό διάστημα $\Delta t_2=8s$,
iii) το χρονικό διάστημα κατά το οποίο μετατοπίζεται κατά $\Delta x_3=60m$.

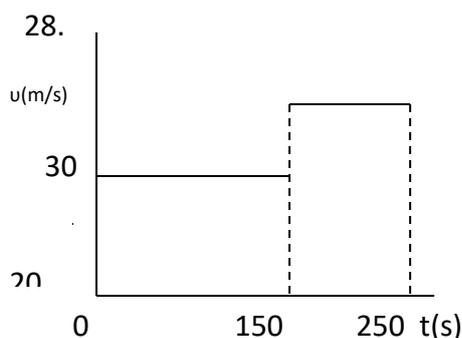
25. Τα επόμενα διαγράμματα αναφέρονται σε ευθύγραμμες κινήσεις. Ποια από τα διαγράμματα αναφέρονται σε κινήσεις με σταθερή ταχύτητα;



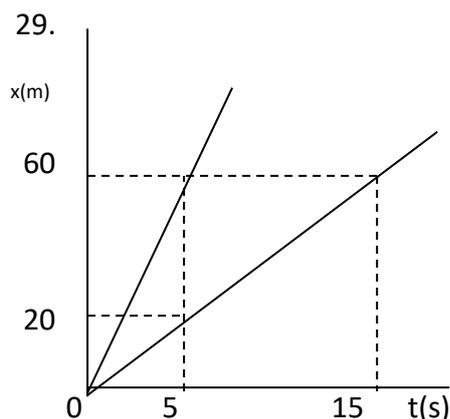
26. Ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=72km/h$.

- α) Σε πόσο χρόνο διανύει απόσταση ίση με 1m;
β) Πόσα μέτρα διανύει σε χρόνο ίσο με 1s;

27. Ένα κινητό κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Σε χρονικό διάστημα $\Delta t_1=5s$ μετατοπίζεται κατά $\Delta x_1=20m$. Να βρείτε τη μετατόπιση του κινητού για χρονικό διάστημα $\Delta t_2=8s$. Σε πόσο χρόνο το κινητό μετατοπίζεται κατά $\Delta x_3=60m$;

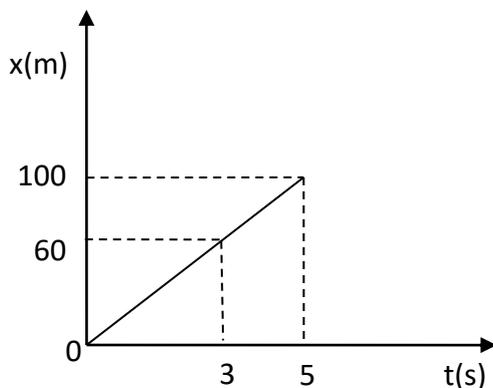


Η γραφική παράσταση του διπλανού σχήματος, αναφέρεται σε μια ευθύγραμμη κίνηση ενός κινητού. Να υπολογιστεί η συνολική απόσταση που διανύει το κινητό καθώς και η μέση ταχύτητά του.

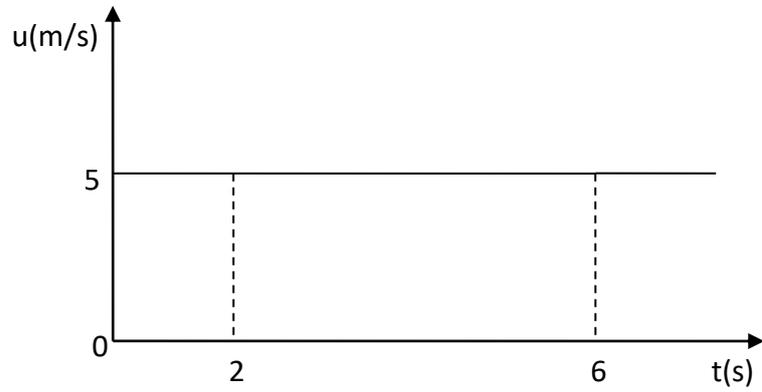


Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται με διαγράμματα θέσης – χρόνου η κίνηση δύο αυτοκινήτων σε ευθύγραμμο δρόμο. Ποιο από τα δύο αυτοκίνητα κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα; Πόσο γρηγορότερα; Σε $t=15s$ πόση απόσταση έχει διατρέξει το αυτοκίνητο Α;

30. Από το διάγραμμα να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος.

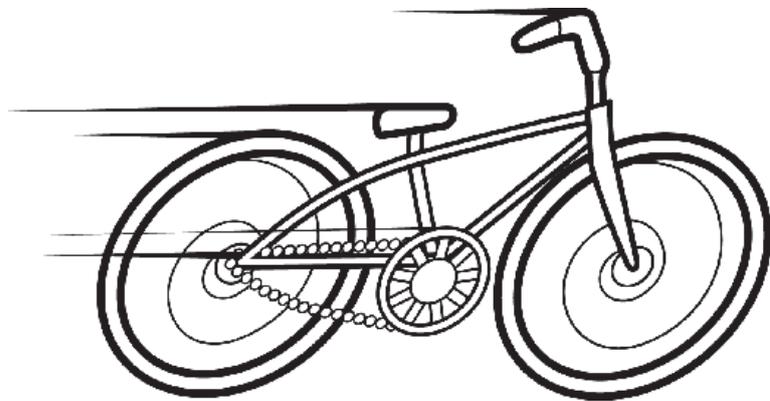


31. Από το διάγραμμα να υπολογίσετε την μετατόπιση του σώματος από τη χρονική στιγμή $t_1 = 2\text{s}$ έως την χρονική στιγμή $t_2 = 6\text{s}$



32. Ένα σώμα κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση να συμπληρώσετε τον πίνακα:

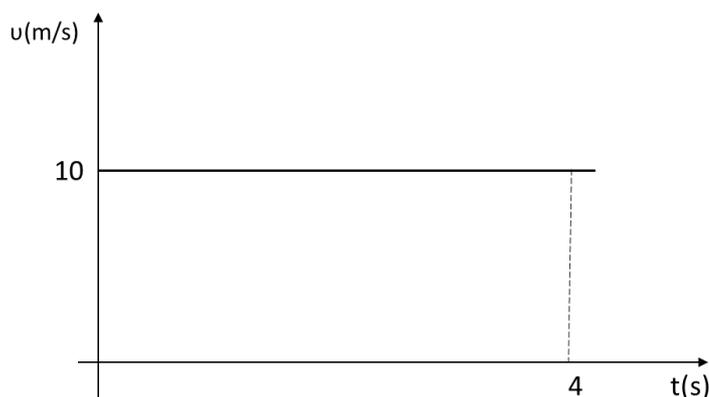
x (m)	t (s)	u (m/s)
20	4	
60		
	20	



ΤΕΣΤ 4 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!



1. Συμπληρώστε τα κενά:
 - i. Ο Γιώργος τρέχει τα 100 μέτρα σε 13s ενώ ο Γιάννης τρέχει τα 100 μέτρα σε 14s. Πιο γρήγορος είναι ο _____, έχει δηλαδή τη _____ μέση ταχύτητα.
 - ii. Η Μαρία σε 10s τρέχει 50m ενώ η Ειρήνη σε 10s τρέχει 60m. Μεγαλύτερη μέση ταχύτητα έχει η _____.
 - iii. Κάθε στιγμή το ταχύμετρο του αυτοκινήτου μας δείχνει την _____ ταχύτητά του.
 - iv. Η ταχύτητα στη καθημερινή ζωή μας δείχνει πόσο _____ ή πόσο _____ κινείται ένα σώμα.
 - v. Μονάδα μέτρησης της ταχύτητα στο S.I. είναι το _____.
2. Ποιες από τις παρακάτω ταχύτητες είναι μεγαλύτερη:
 - i. $v=72\text{km/h}$
 - ii. $v=25\text{m/s}$
 - iii. $v=600\text{m/min}$
3. Ο δρομέας Α διανύει απόσταση 1200m σε 4min ενώ ένας άλλος δρομέας Β τρέχει με ταχύτητα 8m/s.
 - i. Ποιος δρομέας τρέχει πιο γρήγορα?
 - ii. Σε πόσο χρόνο θα διανύσει ο δρομέας Β απόσταση ίση με 1200m?
 - iii. Πόση απόσταση θα έχει διανύσει ο δρομέας Α όταν ο δρομέας Β θα έχει διανύσει την απόσταση των 1200m?
 - iv. Πόσο θα απέχουν οι δύο δρομείς όταν ο δρομέας Β τερματίζει την απόσταση των 1200m?
4. Δίνεται το διπλανό διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου για μια ευθύγραμμη κίνηση.
 - i) Να βρείτε τη μετατόπιση του κινητού στο χρονικό διάστημα $\Delta t=4\text{s}-0\text{s}=4\text{s}$.
 - ii) Να κάνετε το διάγραμμα θέσης-χρόνου.



ΤΕΣΤ 5

1. Τι ονομάζεται μετατόπιση και τη διάστημα σε μια κίνηση. Ποιες είναι οι διαφορές ανάμεσα στο διάστημα και τη μετατόπιση;

ΜΟΝΑΔΕΣ 7

2. Ποια μεγέθη ονομάζονται μονόμετρα και ποια διανυσματικά; Ποια από τα παρακάτω μεγέθη είναι μονόμετρα και ποια διανυσματικά:

Θέση	Μετατόπιση
Χρόνος	Πυκνότητα
Χρονικό διάστημα	Όγκος
Μήκος διαδρομής	Εμβαδόν
Δύναμη	Μάζα

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Ένα σώμα ξεκινάει από τη θέση $x_1 = -4m$ πηγαίνει στη θέση $x_2 = 4m$ και τελικά σταματά στη θέση $x_3 = +2m$.

Η μετατόπιση του είναι:

+5m +6m 1m +3m

Το συνολικό διάστημα που έκανε το σώμα είναι:

+8m +10m 12m +12m

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 8

ΤΕΣΤ 6

1. Ποια κίνηση ονομάζεται ευθύγραμμη ομαλή; Ποιες σχέσεις ισχύουν στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση; Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα της κίνησης για την ευθύγραμμη ομαλή.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Ένα σώμα κάνει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση να συμπληρώσετε τον πίνακα:

x(m)	t(s)	u(m/s)
30	5	
120		
	30	

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Σωστό ή λάθος:

α) Η μετατόπιση και το διάστημα στην ευθύγραμμη κίνηση με σταθερή φορά ταυτίζονται

β) το διάστημα είναι πάντοτε θετικός αριθμός

γ) η απόσταση ενός σώματος από το σημείο αναφοράς ισούται με την απόλυτη τιμή της θέσης του

δ) Αρνητική μετατόπιση σημαίνει ότι το σώμα κινείται στον αρνητικό ημιάξονα

ε) Αρνητική μετατόπιση σημαίνει ότι το σώμα κινείται προς τα αρνητικά

στ) Η διανυσματική ταχύτητα και η μετατόπιση έχουν πάντοτε το ίδιο πρόσημο

ζ) Η μετατόπιση ισούται με το συνολικό μήκος της διαδρομής που έκανε ένα σώμα

η) Η τροχιά ενός σώματος είναι η γραμμή που σχηματίζεται από το σύνολο των διαδοχικών σημείων από τα οποία διέρχεται ένα σώμα κατά την κίνηση του.

θ) Το χρονικό διάστημα μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές

ι) Η ταχύτητα στη Φυσική είναι μονόμετρο μέγεθος

ΜΟΝΑΔΕΣ 10

ΤΕΣΤ 7

1. Πως ορίζεται η μέση αριθμητική ταχύτητα και που χρησιμοποιείται συνήθως; Ένα αυτοκίνητο ξεκινά από το Ηρώο στην Ιεράπετρα και πάει στο Ηράκλειο στα λιοντάρια και επιστρέφει ξανά Ιεράπετρα και σταματά στο ίδιο σημείο ακριβώς. Αν η διαδρομή Ηρώο Ιεράπετρας- Λιοντάρια Ηρακλείου είναι 100km και ο χρόνος που χρειάστηκε για να κάνει ολόκληρο το ταξίδι είναι 2 ώρες να βρείτε τη μέση αριθμητική ταχύτητα του σώματος

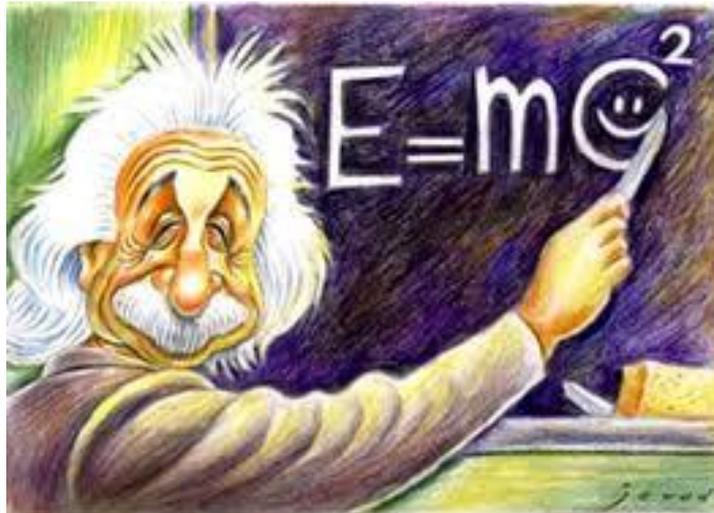
ΜΟΝΑΔΕΣ 8

2. Να βρεθεί η παρακάτω ταχύτητα σε m/s.
α) 144km/h
Να βρεθεί η παρακάτω ταχύτητα σε km/h
β) 60m/s

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

3. Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα. Τη χρονική στιγμή $t_1=4s$ βρίσκεται στη θέση $x_1=-4m$ και τη χρονική στιγμή $t_2=6s$ στη θέση $x_2=6m$. Να υπολογίσετε την μετατόπιση και την ταχύτητά του. Να σχεδιάσετε σε άξονα τα διανύσματα θέσης και μετατόπισης.

ΜΟΝΑΔΕΣ 7



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΥΝΑΜΕΙΣ

3.1. Η έννοια της δύναμης

✓ Δύο σώματα αλληλεπιδρούν όταν ασκούν δυνάμεις το ένα στο άλλο.

✓ **Δύναμη:** η αιτία που μπορεί να θέσει σε κίνηση ένα ακίνητο σώμα ή να μεταβάλλει την κίνηση ενός ήδη κινούμενου σώματος (να μεταβάλλει την ταχύτητά του) η να το παραμορφώσει.

Παραδείγματα: ο ποδοσφαιριστής κλωτσά την ακίνητη μπάλα, η μπάλα δέχεται δύναμη από το πόδι του ποδοσφαιριστή και τίθεται σε κίνηση. Η ρακέτα του τενίστα χτυπάει το μπαλάκι και προκαλεί σε αυτό μεταβολή στην κίνησή του. Με το χέρι μας ασκούμε δύναμη σε ένα κομμάτι πλαστελίνης και το παραμορφώνουμε.

✓ Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της δύναμης:

Η **δύναμη** είναι μέγεθος **διανυσματικό** και επομένως στα σχήματα παριστάνεται με ένα βέλος. **Μονάδα μέτρησης της δύναμης στο διεθνές σύστημα S.I. είναι το 1N (Newton).**

Το αποτέλεσμα της εφαρμογής της δύναμης σε ένα σώμα εξαρτάται από την κατεύθυνση της δύναμης. Το βέλος της δύναμης στα **σχεδιαγράμματα έχει σημείο εφαρμογής το σημείο στο οποίο ασκείται η δύναμη και κατεύθυνση την κατεύθυνση της δύναμης.**

✓ Οι δυνάμεις εμφανίζονται πάντα ανά δύο μεταξύ δύο σωμάτων. Δεν υπάρχουν κάποια σώματα που μόνο ασκούν δυνάμεις και κάποια άλλα που μόνο δέχονται την επίδραση δυνάμεων. Για παράδειγμα όταν συγκρούονται δύο αυτοκίνητα A και B, το αυτοκίνητο A ασκεί δύναμη F_1 στο αυτοκίνητο B και το αυτοκίνητο B ασκεί δύναμη F_2 στο αυτοκίνητο A.

✓ Κατηγορίες δυνάμεων:

- **Δυνάμεις επαφής.** Όταν δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή και αλληλεπιδρούν, τις δυνάμεις που ασκεί το ένα στο άλλο τις λέμε δυνάμεις επαφής. Δυνάμεις επαφής είναι οι δυνάμεις μεταξύ σωμάτων όταν συγκρούονται, οι δυνάμεις των νημάτων και των ελατηρίων στα σώματα, η δύναμη της τριβής ανάμεσα σε επιφάνειες, οι δυνάμεις που ασκούν τα υγρά στα σώματα τα οποία βρίσκονται μέσα τους.

- **Δυνάμεις από απόσταση.** Όταν δύο σώματα δε βρίσκονται σε επαφή αλλά αλληλεπιδρούν, τότε τις δυνάμεις που ασκεί το ένα στο άλλο τις λέμε δυνάμεις από απόσταση. Δυνάμεις από απόσταση είναι οι βαρυτικές δυνάμεις, οι ηλεκτρικές δυνάμεις, οι μαγνητικές δυνάμεις κ.α.

✓ **Νόμος του Hooke:** η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σ' αυτό:

$$F = k \cdot x$$

όπου x είναι η επιμήκυνση και k η σταθερά του ελατηρίου που χαρακτηρίζει τη σκληρότητά του. Την παραπάνω ιδιότητα των ελατηρίων την εκμεταλλευόμαστε στην κατασκευή οργάνων μέτρησης δυνάμεων, τα οποία λέγονται **δυναμόμετρα**.

Σύμφωνα με το **νόμο του Hooke**:

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

Τη ιδιότητα αυτή των ελατηρίων την εκμεταλλευόμαστε στα δυναμόμετρα, δηλαδή στα όργανα με τα οποία μετράμε τις δυνάμεις.

Παράδειγμα: Μια δύναμη $F_1 = 10N$ προκαλεί επιμήκυνση σε ένα ελατήριο ίση με $x_1 = 5cm$, αν ασκηθεί στο ελατήριο μια δύναμη $F_2 = 30N$ πόση θα είναι η νέα επιμήκυνση x_2 ;

Με απλή μέθοδο των τριών έχουμε:

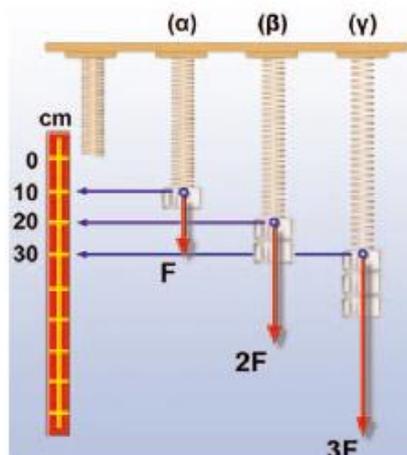
Δύναμη $F_1 = 10N$ προκαλεί επιμήκυνση $x_1 = 5cm$

Δύναμη $F_2 = 30N$ x_2

$$10N \cdot x_2 = 30N \cdot 5cm$$

$$x_2 = \frac{30N \cdot 5cm}{10N}$$

$$x_2 = 15cm$$



Εικόνα 3.9.

Ο νόμος του Hooke

Εφαρμόζοντας διπλάσια και τριπλάσια δύναμη στο ελατήριο, η επιμήκυνσή του διπλασιάζεται και τριπλασιάζεται, αντίστοιχα. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ανάλογη της δύναμης που την προκαλεί.



Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Στο ελατήριο A χρειάζεται να ασκηθεί δύναμη 20N προκειμένου να επιμηκυνθεί κατά 4cm ενώ το ελατήριο B επιμηκύνεται κατά 1cm αφού του ασκηθεί δύναμη 8N. Ποιο από τα δύο ελατήρια είναι πιο σκληρό;

Λύση:

Προκειμένου να συγκρίνουμε τα δύο ελατήρια θα πρέπει να βρούμε πόση δύναμη πρέπει να ασκηθεί στο καθένα προκειμένου να προκαλέσει την ίδια επιμήκυνση. Θα υπολογίσουμε πόση δύναμη πρέπει να ασκηθεί στο ελατήριο B προκειμένου να επιμηκυνθεί κατά 4cm όπως το A. Αρχικά τοποθετούμε τα δεδομένα και τα ζητούμενα σε ένα πίνακα:

F(N)	8	F
Δx (cm)	1	4

Με απλή μέθοδο των τριών:

$$\frac{8}{1} = \frac{F}{4}$$
$$F = 32N$$

Συμπεραίνουμε ότι το ελατήριο B είναι πιο σκληρό γιατί πρέπει του ασκηθεί μεγαλύτερη δύναμη από το ελατήριο A για να επιτευχθεί η ίδια επιμήκυνση.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

- i) Πότε δύο σώματα αλληλεπιδρούν;

ii) Τι ονομάζουμε δύναμη; Να δώσετε μερικά παραδείγματα.

iii) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της δύναμης στο S.I.;
- i) Η δύναμη είναι μονόμετρο ή διανυσματικό μέγεθος;

ii) Το 1kg ή το 1N είναι μεγαλύτερο;

iii) Υπάρχει περίπτωση ένα σώμα A να ασκεί δύναμη σε ένα σώμα B και το A να μη δέχεται δύναμη από το B;
- i) Ποιες είναι οι δύο κατηγορίες στις οποίες διακρίνουμε τις δυνάμεις;

ii) Η δύναμη που δεχόμαστε από το νερό όταν κολυμπάμε είναι δύναμη επαφής ή δύναμη από απόσταση;

iii) Να διατυπώσετε το νόμο του Hooke για το ελατήριο.
- i) Πως λέγεται το όργανο με το οποίο μετράμε μια δύναμη; Να δώσετε μια απλή περιγραφή.

ii) Όταν κρατάμε στο χέρι μας ένα σώμα, οι δυνάμεις που δέχεται το σώμα είναι δυνάμεις επαφής ή δυνάμεις από απόσταση;
- Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

α) Δύο σώματα αλληλεπιδρούν όταν ασκούν το ένα στο άλλο.

- β) Οι δυνάμεις προκαλούν στην ταχύτητα των σωμάτων στα οποία ασκούνται. Οι δυνάμεις προκαλούν την των σωμάτων στα οποία ασκούνται.
- γ) Η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι με τη που ασκείται σε αυτό. Την παραπάνω ιδιότητα των ελατηρίων την εκμεταλλευόμαστε στην κατασκευή οργάνων μέτρησης της....., των
- δ) Η δύναμη είναι μέγεθος και την παριστάνουμε μ' ένα που έχει την της δύναμης.
- ε) Για να μελετήσουμε τις δυνάμεις, τις κατατάσσουμε σε δύο κατηγορίες. Δυνάμεις που ασκούνται κατά την δύο σωμάτων και δυνάμεις που ασκούνται από

6. Κατά τη διάρκεια της μετωπικής σύγκρουσης δύο αυτοκινήτων το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής τους είναι:

- α) μόνο παραμορφώσεις των αυτοκινήτων,
β) μόνο αλλαγή της ταχύτητας των αυτοκινήτων,
γ) και παραμορφώσεις και αλλαγή της ταχύτητας των αυτοκινήτων.
Ποια από τις απαντήσεις είναι σωστή;

7. Ένα σώμα μπορεί να εξασκεί δύναμη σε ένα άλλο:

- α) μόνο όταν τα δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή,
β) μόνο όταν τα δύο σώματα βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους,
γ) και όταν τα δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή και όταν βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

8. Μεταξύ δύο σωμάτων:

- α. εμφανίζονται μόνο δυνάμεις από απόσταση
β. εμφανίζονται μόνο δυνάμεις επαφής
γ. μπορεί να εμφανίζονται και δυνάμεις επαφής και δυνάμεις από απόσταση
δ. δεν εμφανίζονται καθόλου δυνάμεις.

9. Για ένα ελατήριο γνωρίζουμε ότι δύναμη ίση με 5N του προκαλεί παραμόρφωση 0,2cm. Πόση παραμόρφωση προκαλεί στο ελατήριο δύναμη 20N;

- α. 0,8cm β. 4cm γ. 5cm δ. 8cm.

10. Για ένα ελατήριο γνωρίζουμε ότι δύναμη ίση με 1N του προκαλεί παραμόρφωση 10cm. Πόση είναι η τιμή της δύναμης που προκαλεί παραμόρφωση 1m στο ελατήριο;

- α. 1N β. 10N γ. 50N δ. 100N.

11. Να σημειώσετε με Α, αν οι δυνάμεις που εμφανίζονται στις παρακάτω περιπτώσεις είναι δυνάμεις από απόσταση, και με Ε, αν οι δυνάμεις είναι δυνάμεις επαφής.

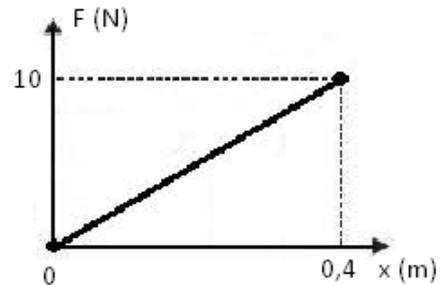
- α. Όταν σπρώχνοντας ανοίγουμε την πόρτα του δωματίου μας.
β. Όταν ένα μολύβι πέφτει από το θρανίο μας.
γ. Όταν ένας δορυφόρος περιστρέφεται γύρω από τη Γη.
δ. Όταν με ένα μαγνήτη μαζεύουμε τις βελόνες που έχουν πέσει στο πάτωμα.
ε. Όταν χτυπάμε με τη στέκα μια μπάλα του μπιλιάρδου.
στ. Όταν με τη βοήθεια ενός πλαστικού στιλό που τον έχουμε τρίψει σε μάλλινο ύφασμα έλκουμε μικρά χαρτάκια.
ζ. Όταν ένα ηλεκτρόνιο περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα ενός ατόμου.

12. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες. Οι προτάσεις αφορούν στη δύναμη.

- α. Η εφαρμογή μιας δύναμης σε ένα σώμα έχει ως αποτέλεσμα μόνο την παραμόρφωσή του.
- β. Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν, εμφανίζεται δύναμη.
- γ. Η δύναμη είναι μονόμετρο μέγεθος.
- δ. Μονάδα μέτρησης της δύναμης στο S.I. είναι το 1N.
- ε. Η λειτουργία του δυναμομέτρου στηρίζεται στο νόμο του Hook.

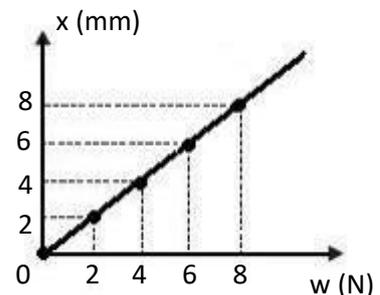
13. Η γραφική παράσταση της δύναμης ενός ελατηρίου σε συνάρτηση με την επιμήκυνση φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

- i) Αν στο ελατήριο ασκηθεί δύναμη $F_1=20\text{N}$ ποια θα είναι τότε η επιμήκυνση x_1 του ελατηρίου;
- ii) Αν η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι $x_2=50\text{cm}$, ποια θα είναι η δύναμη F_2 που θα την προκαλεί;



14. Το διάγραμμα του διπλανού σχήματος δείχνει πως μεταβάλλεται η επιμήκυνση ενός ελατηρίου σε συνάρτηση με το βάρος του σώματος που κρεμάμε στο ελεύθερο άκρο του. Να υπολογίσετε:

- i) το πηλίκο βάρος/επιμήκυνση (w/x). Πως ονομάζεται αυτό το πηλίκο και τι εκφράζει;
- ii) την επιμήκυνση που προκαλείται από βάρος $w_1=5\text{N}$.
- iii) το βάρος το οποίο προκαλεί επιμήκυνση $x_1=0,65\text{cm}$.



15. Σ' ένα δυναμόμετρο ασκούμε δυνάμεις. Αφού συμπληρώσετε τον επόμενο πίνακα, να κάνετε το διάγραμμα της δύναμης σε συνάρτηση με την επιμήκυνση του ελατηρίου του δυναμομέτρου. Τι εκφράζει το πηλίκο δύναμη προς επιμήκυνση;

Δύναμη (N)	1		10	
Επιμήκυνση (cm)	2	5		10

16. Στο ελεύθερο άκρο ενός δυναμομέτρου ασκούμε δύναμη $F_1=20\text{N}$ και παρατηρούμε ότι το ελατήριό του επιμηκύνεται κατά $x_1=5\text{cm}$.

- i) Να βρείτε τη σταθερά k του ελατηρίου.
- ii) Αν μαζί με τη δύναμη F_1 ασκήσουμε δύναμη $F_2=10\text{N}$, ποια θα είναι η επιπλέον επιμήκυνση του ελατηρίου;

17. Ένα ελατήριό επιμηκύνεται κατά $x_1=3\text{cm}$ όταν ασκείται πάνω του δύναμη $F_1=12\text{N}$.

- i) Πόσο θα επιμηκυνθεί αν του ασκηθεί δύναμη $F_2=20\text{N}$.
- ii) Πόση δύναμη πρέπει να του ασκηθεί για να αυξηθεί το μήκος του κατά 10cm;

18. Όταν σε ένα ελατήριο ασκήσουμε δύναμη F , αυτό επιμηκύνεται κατά 16cm . Πόσο θα επιμηκυνθεί το ελατήριο, αν του ασκήσουμε δύναμη $(5/4)F$;

19. Σωστό/Λάθος:

- i. Ένα σώμα μπορεί να εξασκεί δύναμη σε ένα άλλο μόνο όταν τα δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή
- ii. Ένα σώμα μπορεί να εξασκεί δύναμη σε ένα άλλο μόνο όταν τα σώματα βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους
- iii. Ένα σώμα μπορεί να εξασκεί δύναμη σε ένα άλλο και όταν τα δύο σώματα βρίσκονται σε επαφή και όταν βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους

20. Μια δύναμη $F_1 = 20\text{N}$ προκαλεί επιμήκυνση σε ένα ελατήριο ίση με $x_1 = 4\text{cm}$, αν ασκηθεί στο ελατήριο μια δύναμη $F_2 = 50\text{N}$ πόση θα είναι η νέα επιμήκυνση x_2 ;

21. Μια δύναμη $F_1 = 12\text{N}$ προκαλεί επιμήκυνση σε ένα ελατήριο ίση με $x_1 = 3\text{cm}$, αν ασκηθεί στο ελατήριο μια δύναμη F_2 η οποία προκαλεί επιμήκυνση $x_2 = 15\text{cm}$, πόση είναι η δύναμη F_2 ;

22. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

Δύναμη F (N)	5	12		22
Συσπείρωση x (cm)		6	8	

3.2. Δύο σημαντικές δυνάμεις στον κόσμο (βάρος και τριβή)

✓ **Βάρος (w):** η δύναμη που ασκεί η Γη σε όλα τα σώματα. Το βάρος είναι δύναμη και επομένως η μονάδα μέτρησής του στο S.I. είναι το **1N (Νιούτον)**. Η Γη ασκεί βαρυτική δύναμη (βάρος) σε κάθε σώμα, ανεξάρτητα αν αυτό βρίσκεται στο έδαφος, πέφτει ή ανυψώνεται. Επίσης ασκεί βαρυτική δύναμη στη Σελήνη και σε όλα τα άλλα ουράνια σώματα. Η βαρυτική δύναμη έχει διεύθυνση την ευθεία που ενώνει τα κέντρα των δύο σωμάτων (διάκεντρος) και είναι πάντοτε **ελκτική** (σε αντίθεση με την ηλεκτρική και τη μαγνητική δύναμη που μπορεί να είναι και απωστική). Οι βαρυτικές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ όλων των σωμάτων στο Σύμπαν.

✓ Το βάρος έχει τη **διεύθυνση** της ακτίνας της Γης και **φορά** προς το κέντρο της Γης. Η διεύθυνση της ακτίνας της Γης σ' ένα τόπο λέγεται **κατακόρυφος** του τόπου.

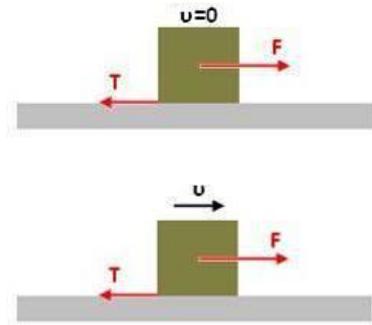


Εικόνα 3.16.
Η κατακόρυφη κάθε τόπου έχει τη διεύθυνση της ακτίνας της γης και διέρχεται από το κέντρο της.

✓ Το **μέτρο του βάρους** ενός σώματος εξαρτάται:

- από το **ύψος** όπου βρίσκεται το σώμα από την επιφάνεια της Γης. Σε όσο μεγαλύτερο ύψος βρισκόμαστε, τόσο μικρότερο είναι το βάρος μας. Για παράδειγμα ένας αστροναύτης, ο οποίος στην επιφάνεια της Γης έχει βάρος 800N, σε ύψος $h=R_r$, δηλαδή σε ύψος $h=6400\text{km}$, θα έχει βάρος 200N.
- από το **γεωγραφικό πλάτος** του τόπου όπου βρίσκεται το σώμα. Η Γη δεν είναι ακριβώς σφαίρα (η ακτίνα της Γης στους Πόλους είναι μικρότερη απ' ό,τι πάνω από τον Ισημερινό). Έτσι ένα σώμα στους Πόλους έχει μεγαλύτερο βάρος απ' ό,τι έχει στον Ισημερινό.
- Σε όλους τους πλανήτες και τα' άλλα ουράνια σώματα τα σώματα έχουν βάρος. Στην επιφάνεια της Σελήνης το (σεληνιακό) βάρος ενός αστροναύτη είναι το 1/6 περίπου του γήινου βάρους του. Έτσι, ένας αστροναύτης μάζας 80kg, ο οποίος στην επιφάνεια της Γης έχει βάρος 800N, στην επιφάνεια της Σελήνης θα έχει βάρος περίπου 150N. Η μάζα του αστροναύτη είναι ίδια στη Γη και στη Σελήνη.

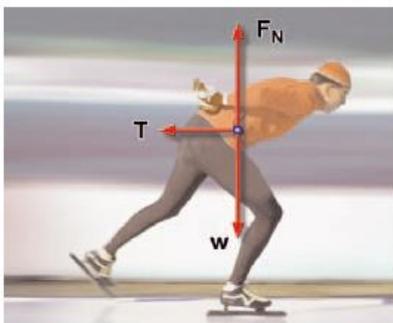
✓ **Τριβή (T):** η δύναμη που ασκείται από ένα σώμα σε ένα άλλο όταν αυτά βρίσκονται σε επαφή και το ένα κινείται ή τείνει να κινηθεί σε σχέση με το άλλο. Είναι η δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση ενός σώματος όταν αυτό βρίσκεται σε επαφή μ' ένα άλλο σώμα. Το σώμα της εικόνας κινείται προς τα δεξιά πάνω στο οριζόντιο δάπεδο. Η δύναμη της τριβής που ασκεί το δάπεδο στο σώμα είναι παράλληλη στο δάπεδο και αντίθετης φοράς από την ταχύτητα του σώματος. Η τριβή διακρίνεται σε **στατική τριβή**, όταν στο σώμα ασκείται δύναμη που τείνει να το κινήσει και αυτό παραμένει ακίνητο, και σε **τριβή ολίσθησης**, όταν το σώμα κινείται (ολισθαίνει).



✓ Το **μέτρο της τριβής ολίσθησης** εξαρτάται από τη φύση των επιφανειών επαφής, δηλαδή από το πόσο λείες ή τραχιές είναι και από το μέτρο της κάθετης δύναμης που δέχεται το σώμα από την επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή. Επίσης το μέτρο της τριβής ολίσθησης είναι ανεξάρτητο του εμβαδού της επιφάνειας τριβής και της ταχύτητας του σώματος.

✓ **Βήματα για το σχεδιασμό των δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σώμα A:**

- Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα από απόσταση (στη Μηχανική είναι μόνο το βάρος).
- Βρίσκουμε ποια σώματα είναι σε επαφή με το A. Όλα αυτά τα σώματα θα ασκούν δυνάμεις στο A.



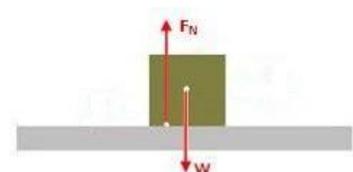
Εικόνα 3.19.

Στον παγοδρόμο ασκούνται δυνάμεις από δύο σώματα: Το βάρος (w), που ασκείται από απόσταση από τη γη. Και εφόσον υπάρχουν τριβές, οι δυνάμεις από το δάπεδο: η κάθετη στην επιφάνεια F_N και η τριβή T .

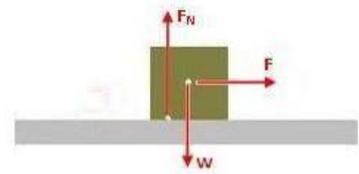
Παράδειγμα 1°

Έστω ότι ένα σώμα A βρίσκεται ακίνητο πάνω στο δάπεδο. Στο σώμα A ασκείται το βάρος w (δύναμη από απόσταση), που είναι κατακόρυφη δύναμη. Το σώμα A είναι σε επαφή με το δάπεδο, από το οποίο δέχεται τη δύναμη F_N (δύναμη επαφής).

Παράδειγμα 2°

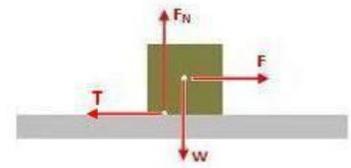


Έστω ότι σπρώχνουμε με το χέρι μας ένα σώμα Α πάνω στο λείο δάπεδο (δεν υπάρχουν τριβές). Στο σώμα Α ασκείται το βάρος w (δύναμη από απόσταση). Το σώμα Α βρίσκεται σε επαφή με το δάπεδο και με το χέρι μας. Από το δάπεδο δέχεται τη δύναμη F_N και από το χέρι μας τη δύναμη F (δυνάμεις επαφής).



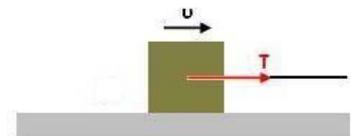
Παράδειγμα 3^ο

Έστω ότι σπρώχνουμε με το χέρι μας ένα σώμα Α πάνω στο μη λείο δάπεδο (υπάρχουν τριβές). Στο σώμα Α ασκείται το βάρος w (δύναμη από απόσταση). Το σώμα Α βρίσκεται σε επαφή με το δάπεδο και με το χέρι μας. Από το δάπεδο δέχεται τη δύναμη F_N και την τριβή T και από το χέρι μας τη δύναμη F (δυνάμεις επαφής).



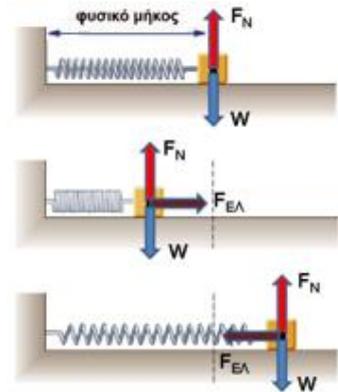
Παράδειγμα 4^ο

Ένα **νήμα** για να ασκεί δύναμη σ' ένα σώμα που είναι δεμένο στην άκρη του πρέπει να είναι τεντωμένο. Η δύναμη που ασκεί ένα τεντωμένο νήμα σε ένα σώμα δεμένο στο άκρο του ονομάζεται **τάση (T) του νήματος** και έχει τη διεύθυνση του νήματος και φορά από το σώμα προς το νήμα.



Παράδειγμα 5^ο

Το **ελατήριο** ασκεί δύναμη σ' ένα σώμα δεμένο στην ελεύθερη άκρη του. Η δύναμη του ελατηρίου τείνει να επαναφέρει το ελατήριο στο φυσικό του μήκος. **Φυσικό μήκος ελατηρίου:** το μήκος που έχει το ελατήριο όταν δεν ασκείται σ' αυτό καμία δύναμη και άρα δεν είναι παραμορφωμένο. Επίσης ισχύει ο **νόμος του Hooke: $F_{ελ}=k \cdot x$** . Όταν το ελατήριο είναι επιμηκυμένο (έχει μήκος μεγαλύτερο από το φυσικό του μήκος), η φορά της δύναμης που ασκεί είναι προς το ελατήριο, ενώ όταν το ελατήριο είναι συμπιεσμένο (έχει μήκος μικρότερο από το φυσικό του μήκος), η φορά της δύναμης που ασκεί είναι προς τα έξω, προς το σώμα.



Πως σχεδιάζουμε τις δυνάμεις

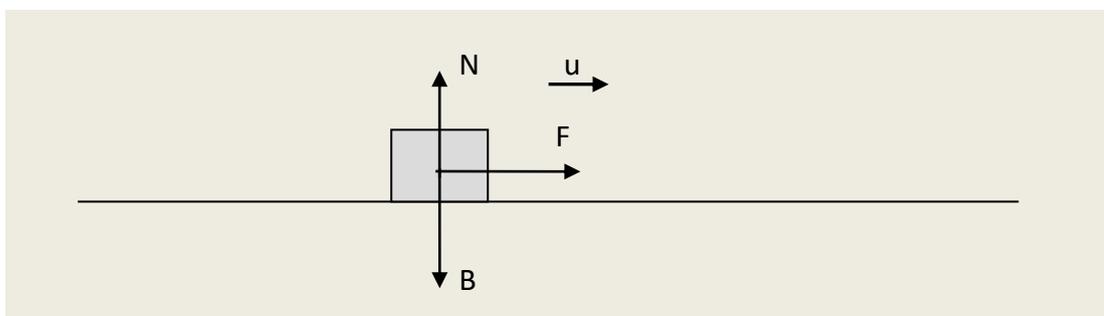
Για να μελετήσουμε την κίνηση που πραγματοποιεί ένα σώμα πρέπει πρώτα από όλα να προσδιορίσουμε ποια είναι η αιτία της κίνησης του. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να προσδιορίσουμε τη δύναμη ή τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα και να δούμε πως αυτές επιδρούν στο σώμα. Για να σχεδιάσουμε σωστά τις δυνάμεις στο σώμα που μελετάμε είναι καλό να ακολουθούμε την παρακάτω μεθοδολογία:

Πρώτο: Επιλέγουμε το σώμα που μας ενδιαφέρει, το οποίο αντιμετωπίζουμε ως υλικό σημείο. Σκοπός μας είναι να σχεδιάσουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα που μας ενδιαφέρει και όχι να σχεδιάσουμε τις δυνάμεις που αυτό ασκεί στα άλλα σώματα.

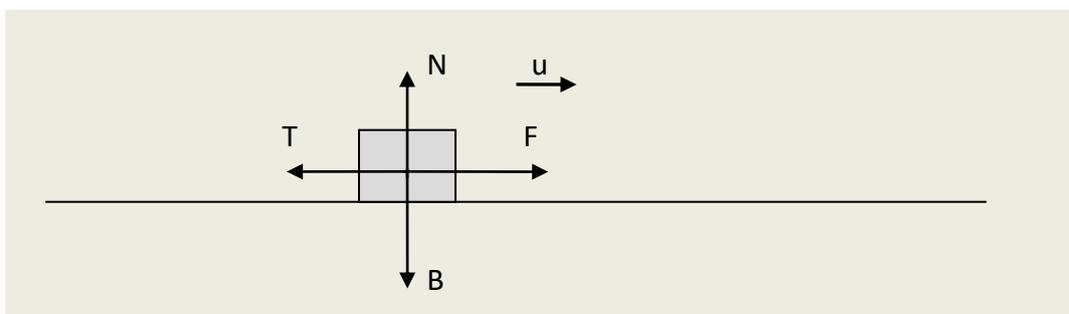
Δεύτερο: Σχεδιάζουμε τις **δυνάμεις από απόσταση** οι οποίες ασκούνται στο σώμα π.χ το βάρος του.

Τρίτο: Εντοπίζουμε όλα τα σώματα με τα οποία το υπό μελέτη σώμα βρίσκεται σε επαφή. Κάθε ένα από τα σώματα αυτά του ασκεί μια δύναμη. Για το σχεδιασμό των δυνάμεων αυτών λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

- Αν το σώμα κινείται σε **λεία** επιφάνεια τότε θεωρούμε ότι δεν υπάρχει τριβή
- Αν το σώμα κινείται σε τραχεία (μη λεία) επιφάνεια τότε σχεδιάζουμε δύναμη τριβής T . Για ένα σώμα που **ολισθαίνει** (γλιστράει) πάνω σε μια επιφάνεια σχεδιάζουμε τη δύναμη τριβής **με φορά αντίθετη της ταχύτητας του σώματος**.
- Το βάρος του σώματος το σχεδιάζουμε **κατακόρυφα προς τα κάτω** σε σχέση με το **οριζόντιο επίπεδο**.
- Όταν ένα σώμα βρίσκεται ή κινείται πάνω σε μια επιφάνεια, τότε δέχεται από την επιφάνεια μια δύναμη στήριξης, την οποία ονομάζουμε **κάθετη αντίδραση N** από την επιφάνεια την οποία την σχεδιάζουμε κάθετη στην επιφάνεια με σημείο εφαρμογής το σώμα κατεύθυνση από την επιφάνεια προς τα έξω.

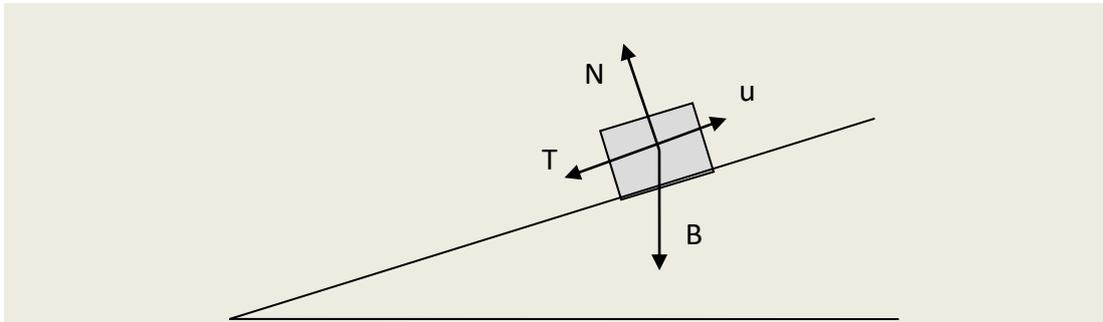


Εικόνα 1. Λείο επίπεδο



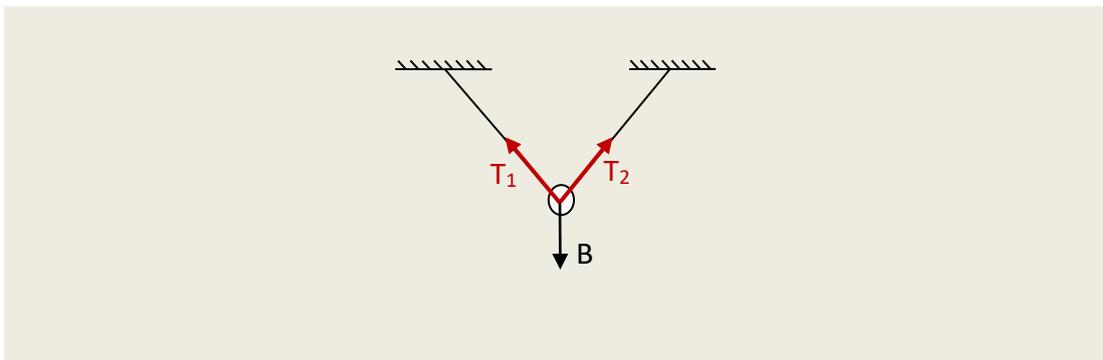
Εικόνα 2. Μη λείο επίπεδο

- Όταν σχεδιάζουμε δυνάμεις σε κεκλιμένο επίπεδο, ζωγραφίζουμε το βάρος B του σώματος κατακόρυφα προς τα κάτω σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και την κάθετη αντίδραση N κάθετα στην επιφάνεια πάνω στην οποία ολισθαίνει το σώμα, με φορά από την επιφάνεια προς τα έξω.



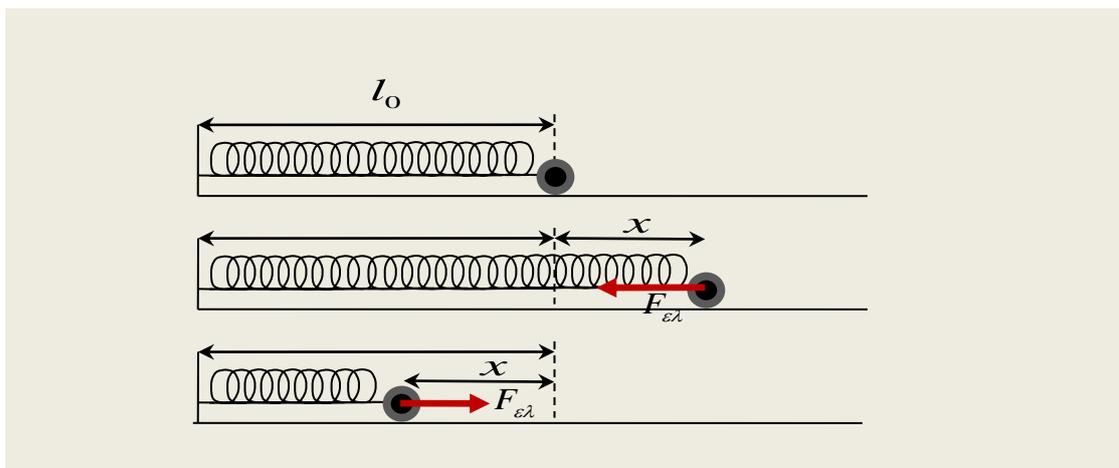
Εικόνα 1. Κεκλιμένο μη λείο επίπεδο

- Ένα νήμα (σχοινί) ή σύρμα ασκεί δύναμη σε ένα σώμα το οποίο είναι προσδεμένο σε αυτό και τη δύναμη αυτή την ονομάζουμε τάση T . Η τάση είναι μια δύναμη το βελάκι της οποίας έχει διεύθυνση τη διεύθυνση του νήματος, σημείο εφαρμογής το σώμα και φορά από το σώμα προς το σχοινί. Θα θεωρούμε ότι τα νήματα ασκούν δυνάμεις στα σώματα **μόνο όταν είναι τεντωμένα.**



Εικόνα 2. Δυνάμεις από νήματα

- Ένα ελατήριο ασκεί δύναμη $F_{ελ}$ σε ένα σώμα το οποίο είναι προσαρτημένο σε αυτό, **μόνο όταν το ελατήριο είναι επιμηκυμένο ή συμπιεσμένο.** Η δύναμη που ασκεί το ελατήριο στο σώμα έχει **πάντοτε κατεύθυνση τέτοια ώστε να τείνει να επαναφέρει το ελατήριο στο φυσικό του μήκος.** Ένα ελατήριο που έχει το φυσικό του μήκος θεωρούμε ότι δεν ασκεί δύναμη στο σώμα.



Εικόνα 5. Δυνάμεις από ελατήρια

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

- Ποια δύναμη ονομάζουμε βάρος w ;
 - Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του βάρους στο S.I.;
 - Ποια είναι η διεύθυνση και ποια η φορά του βάρους w ενός σώματος;
- Από τι εξαρτάται το βάρος w ενός σώματος μάζας m ;
 - Τι παθαίνει το βάρος και τι η μάζα ενός σώματος όταν το ανεβάσουμε από την επιφάνεια της θάλασσας στην κορυφή ενός ψηλού βουνού;
 - Ένα σώμα μάζας m που έχει μεγαλύτερο βάρος, στους Πόλους ή στον Ισημερινό;
- Υπάρχει περίπτωση η βαρυτική δύναμη μεταξύ δύο ουράνιων σωμάτων να είναι απωστική;
 - Στην επιφάνεια της Σελήνης, όπου δεν υπάρχει ατμόσφαιρα, τα σώματα έχουν βάρος;
- Να αναφέρετε τουλάχιστον 3 διαφορές μεταξύ μάζας και βάρους.
 - Στον ίδιο τόπο και στο ίδιο ύψος υπάρχει περίπτωση δύο ίσες μάζες να έχουν διαφορετικά βάρη;
- Τι είναι η δύναμη της τριβής;
 - Πότε μεταξύ δύο σωμάτων εμφανίζονται δυνάμεις τριβής;
- Πότε ένα ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος;
 - Πως διατυπώνεται ο νόμος του Hooke για ένα ελατήριο;
 - Η δύναμη που ασκεί ένα ελατήριο σε σώμα το οποίο είναι δεμένο στην ελεύθερη άκρη του τι διεύθυνση και τι φορά έχει;
- Το βάρος ενός αστροναύτη έχει μικρότερη τιμή όταν βρίσκεται:
 - στην επιφάνεια της Γης.

- β) μέσα στο διαστημόπλοιο και σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης.
γ) στην επιφάνεια της Σελήνης.

8. Τι από τα παρακάτω ισχύει για τη βαρυτική δύναμη και την τριβή;

- α) Είναι μονόμετρα μεγέθη.
β) Έχουν ως μονάδα μέτρησης το 1N.
γ) Έχουν την ίδια διεύθυνση.
δ) Αντιστέκονται και οι δύο στην κίνηση του σώματος.

9. Για ποιό λόγο τα αυτοκίνητα που κινούνται σε ένα χιονισμένο δρόμο να φορούν στα λάστιχά τους αλυσίδες;

- α) Για να μπορούν να κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα.
β) Για να μπορούν να κινούνται με μικρότερη ταχύτητα.
γ) Για να αυξηθεί η τριβή μεταξύ αυτοκινήτου και οδοστρώματος.
δ) Για να μειωθεί η τριβή μεταξύ αυτοκινήτου και οδοστρώματος.

10. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

- α) Οι βαρυτικές δυνάμεις είναι πάντοτε ελκτικές.
β) Η πτώση του μήλου από το δέντρο οφείλεται στη βαρυτική δύναμη που δέχεται το μήλο από τη Γη.
γ) Η διεύθυνση της ακτίνας της Γης λέγεται κατακόρυφος του τόπου.
δ) Το βάρος είναι μονόμετρο μέγεθος.
ε) Στον ίδιο τόπο, αν δύο σώματα έχουν την ίδια μάζα, θα έχουν και το ίδιο βάρος.

11. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

Ένα σώμα ολισθαίνει πάνω σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα. Η τριβή:

- α) Εξαρτάται από τη δύναμη που κινεί το σώμα.
β) Είναι ανεξάρτητη από την ταχύτητα του σώματος.
γ) Εξαρτάται από τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή.
δ) Μειώνεται αν πάνω στο σώμα τοποθετήσουμε ένα άλλο σώμα.

12. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α) Χωρίς τριβή θα περπατούσαμε πιο γρήγορα.
β) Χωρίς τριβή ένα αυτοκίνητο δε θα μπορούσε να σταματήσει.
γ) Το μέτρο της δύναμης της τριβής εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.
δ) Η τριβή είναι η δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση δύο επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή.

13. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Κατά το σχεδιασμό των δυνάμεων:

- α) Η κάθετη δύναμη (F_N) του επιπέδου δεν υπάρχει αν το επίπεδο είναι λείο.
β) Η φορά της δύναμης του νήματος που ασκείται σε ένα σώμα είναι από το νήμα προς το σώμα.
γ) Σχεδιάζονται όλες οι δυνάμεις, είτε αυτές είναι δυνάμεις επαφής είτε δυνάμεις από απόσταση.

14. i) Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα σε σταθερό δρόμο, γιατί ο οδηγός του πρέπει να πιέζει σταθερά το γκάζι;
ii) Γιατί όταν χιονίζει πρέπει να φοράμε στα λάστιχα του αυτοκινήτου αλυσίδες;
iii) Γιατί για την καλή συντήρηση των αυτοκινήτων χρειάζεται συχνό γρασάρισμα;

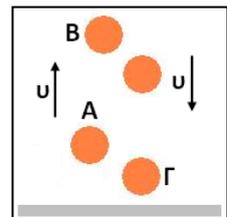
15. i) Ποια η διεύθυνση και ποια η φορά της δύναμης που ασκεί ένα τεντωμένο σχοινί σε σώμα το οποίο είναι δεμένο στην άκρη του;
ii) Ρίχνουμε οριζόντια ένα σώμα πάνω σε μη λείο δάπεδο. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα κατά την κίνησή του στο δάπεδο.

16. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

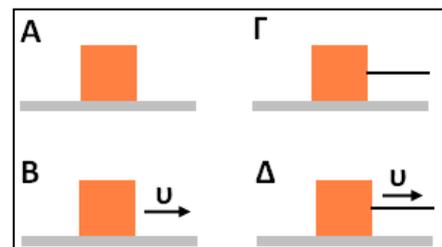
- α) Το βάρος είναι, οπότε η μονάδα μέτρησής του στο S.I. είναι το
β) Το βάρος είναι και γι' αυτό το μετράμε με
γ) Στον ίδιο τόπο όταν δύο σώματα έχουν μάζες έχουν και ίδια βάρη.
δ) Το βάρος από τόπο σε τόπο ενώ η, δηλαδή το μέτρο της αδράνειας των σωμάτων, διατηρείται
ε) Η Γη πάντοτε τα σώματα προς το της. Οι βαρυτικές δυνάμεις είναι πάντοτε
στ) Η διεύθυνση της ακτίνας της Γης σ' ένα τόπο λέγεται του τόπου.
ζ) Τριβή είναι η που ασκείται από ένα σώμα σ' ένα άλλο όταν αυτά βρίσκονται σε και το ένα κινείται ή τείνει να κινηθεί σε σχέση με το άλλο.
η) Η βαρυτική δύναμη που ασκεί η Γη σ' ένα σώμα ονομάζεται γήινο του σώματος. Η βαρυτική δύναμη που ασκεί η Σελήνη σ' ένα σώμα το οποίο βρίσκεται στην επιφάνειά της λέγεται σεληνιακό του σώματος.

17. Στο μέσο ενός δρόμου έγινε ατύχημα και έπεσαν πάνω στην ασφαλτο λάδια. Τι πρέπει να κάνει η τροχαία για να μη συμβούν και άλλα ατυχήματα στο μέρος αυτό του δρόμου;

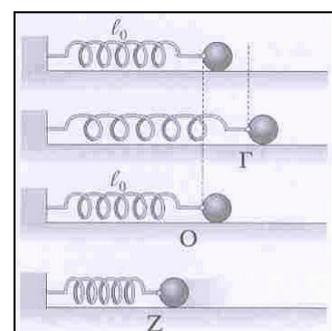
18. Πετάμε ένα σώμα κατακόρυφα προς τα πάνω. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται σ' αυτό όταν βρίσκεται στις θέσεις Α, Β και Γ του σχήματος.



19. Στο σχήμα (Α) το σώμα είναι ακίνητο, στο σχήμα (Β) του δώσαμε μια κλωτσιά και κινείται στο μη λείο επίπεδο, στο σχήμα (Γ) το τραβάμε με ένα σχοινί χωρίς αυτό να κινείται, ενώ στο σχήμα (Δ) κινείται με τη βοήθεια του σχοινού. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα σε κάθε περίπτωση.

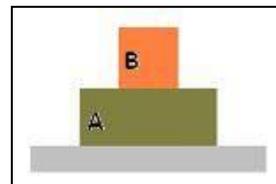


20. Ένα σώμα είναι δεμένο στην ελεύθερη άκρη ελατηρίου. Μεταφέρουμε το σώμα μέχρι τη θέση Γ και στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο. Αν το οριζόντιο επίπεδο είναι λείο (δεν



υπάρχουν τριβές), να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα, όταν βρίσκεται στις θέσεις Γ, Ο και Ζ.

21. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Α και τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα Β.



22. Μια γόμα βρίσκεται πάνω στο θρανίο μας. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη γόμα και να αναφέρεται από ποιο σώμα ασκείται η κάθε μια. Να τις κατατάξετε σε δυνάμεις επαφής και από απόσταση. Να κάνετε το ίδιο στην περίπτωση που κινείτε τη γόμα προς μια κατεύθυνση πάνω στη σελίδα του τετραδίου σας προκειμένου να σβήσετε μια πρόταση.

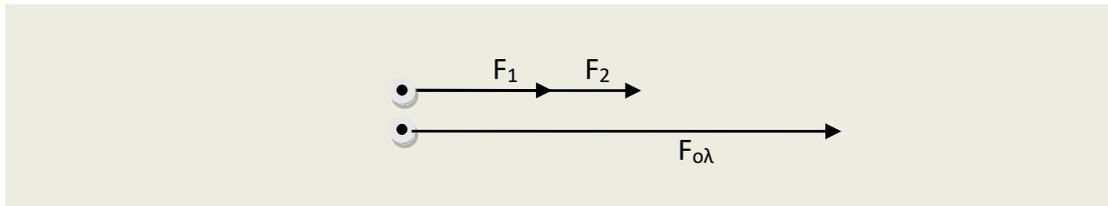
3.3. Σύνθεση δυνάμεων

Συνισταμένη Συχνά στα σώματα ασκούνται περισσότερες από μία δυνάμεις με διαφορετικό μέτρο και κατεύθυνση η κάθε μια. Συνεπώς είναι δύσκολο μελετώντας την επίδραση της καθεμιάς δύναμης ξεχωριστά, να αντιληφθούμε τις συνέπειες που έχουν οι δυνάμεις στην κίνηση ενός σώματος. Μπορούμε όμως να «αντικαταστήσουμε» τις επιμέρους δυνάμεις, τις οποίες ονομάζουμε συνιστώσες δυνάμεις, με μία ισοδύναμη τους, η οποία έχει την ίδια επίδραση στο σώμα με όλες τις δυνάμεις συνολικά. **Η δύναμη εκείνη που προκαλεί τα ίδια αποτελέσματα με το σύνολο των επιμέρους δυνάμεων, δηλαδή η συνολική δύναμη, λέγεται συνισταμένη δύναμη.**

• Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **σύνθεση δύναμης** από συνιστώσες δυνάμεις.

Ομόρροπες ονομάζονται οι δυνάμεις που έχουν την ίδια διεύθυνση και την ίδια φορά. Η συνισταμένη δύναμη δύο ομόρροπων δυνάμεων έχει επίσης την ίδια κατεύθυνση με τις συνιστώσες δυνάμεις και το μήκος του διανύσματος της (δηλ. του βέλους της) ισούται με το άθροισμα των μηκών των διανυσμάτων των συνιστωσών. Συνεπώς, η ολική δύναμη θα δίνεται από τη σχέση:

$$F_{ολ} = F_1 + F_2$$



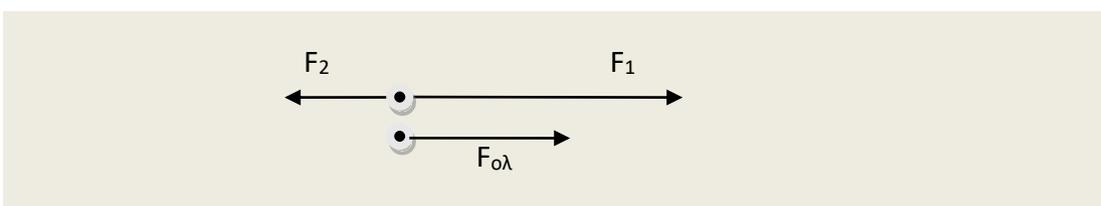
Εικόνα 6. Συνισταμένη ομόρροπων δυνάμεων

$$F_{ολ} \text{ ή } \Sigma F = F_1 + F_2$$

• **Αντίρροπες** ονομάζονται οι δυνάμεις που έχουν την ίδια διεύθυνση αλλά αντίθετη φορά. Η συνισταμένη δύναμη έχει την κατεύθυνση της μεγαλύτερης δύναμης και το διάνυσμα της έχει μήκος το οποίο προκύπτει αν αφαιρέσουμε από το μήκος του διανύσματος της μεγαλύτερης συνιστώσας, το μήκος του διανύσματος της μικρότερης συνιστώσας. Συνεπώς, η ολική δύναμη θα δίνεται από τη σχέση:

$$F_{ολ} = F_1 - F_2$$

όπου έχουμε θεωρήσει ότι η δύναμη F_1 είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη F_2 και έτσι αφαιρέσαμε από τη μεγαλύτερη δύναμη, τη μικρότερη δύναμη.

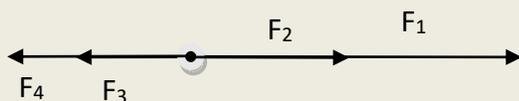


$$F_{\text{ολ}} \text{ ή } \Sigma F = F_1 - F_2$$

✓ **Αντίθετες δυνάμεις:** οι δυνάμεις που έχουν ίσα μέτρα και αντίθετες φορές. Η συνισταμένη δύο αντίθετων δυνάμεων είναι μηδέν. Στην περίπτωση αυτή έχουμε **ισορροπία δυνάμεων**.

Πως υπολογίζουμε τη συνισταμένη πολλών αντίρροπων δυνάμεων δυνάμεων;

Συχνά συναντάμε την περίπτωση στη Φυσική να πρέπει να υπολογίσουμε την συνισταμένη πολλών δυνάμεων που έχουν την ίδια διεύθυνση, βρίσκονται δηλαδή πάνω στην ίδια ευθεία, αλλά δεν έχουν όλες την ίδια φορά. Κατά συνέπεια κάποιες από τις δυνάμεις αυτές είναι μεταξύ τους αντίρροπες. Στην περίπτωση αυτή εργαζόμαστε όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί. Έστω ότι έχουμε να υπολογίσουμε τη συνισταμένη τεσσάρων δυνάμεων οι οποίες ασκούνται σε ένα υλικό σημείο όπως φαίνονται στο σχήμα



Ας υποθέσουμε επίσης ότι οι αριθμητικές τιμές των δυνάμεων αυτών είναι

$$F_1 = 20N, F_2 = 15N, F_3 = 10N, F_4 = 5N$$

Πρώτα υπολογίζουμε την συνισταμένη των ομόρροπων δυνάμεων προς τα δεξιά και προς τα αριστερά αντίστοιχα οπότε έχουμε

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

$$F_{1,2} = 20N + 15N$$

$$F_{1,2} = 35N$$

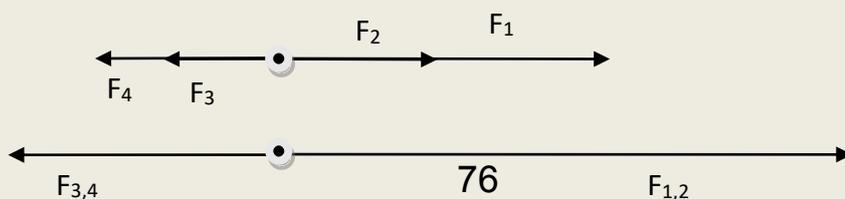
και αντίστοιχα για τις άλλες δύο δυνάμεις έχουμε

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

$$F_{3,4} = 10N + 5N$$

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

οπότε σχηματικά προκύπτει



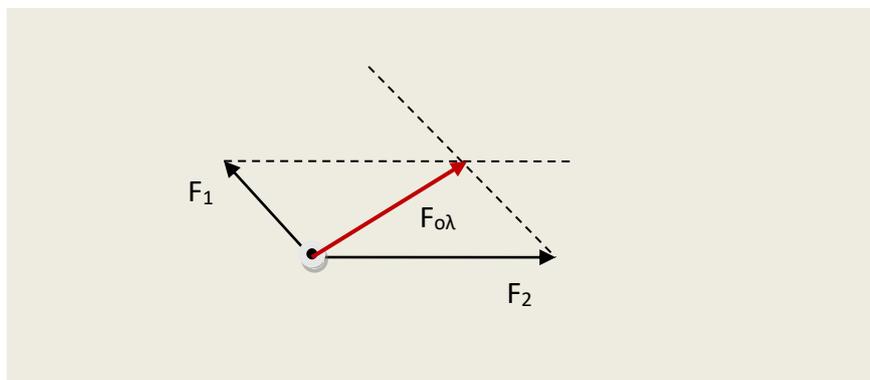
και τελικά για τον υπολογισμό και την σχεδίαση της ολικής δύναμης αφαιρούμε από τη μεγαλύτερη δύναμη, μικρότερη δύναμη οπότε έχουμε

$$\begin{aligned}F_{ολ} &= F_{1,2} - F_{3,4} \\F_{ολ} &= 35N - 15N \\F_{ολ} &= 20N\end{aligned}$$

ενώ η κατεύθυνση της ολικής δύναμης συμπίπτει με αυτήν της $F_{1,2}$ που είναι μεγαλύτερη όπως φαίνεται και στο σχήμα παραπάνω.

Πως υπολογίζουμε τη συνισταμένη δύο μη συγγραμμικών δυνάμεων:

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δυνάμεις δεν είναι συγγραμμικές, δηλαδή δεν βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία. Μπορούμε να βρούμε τη συνισταμένη δύο μη συγγραμμικών δυνάμεων με γραφικό τρόπο εφαρμόζοντας τον κανόνα του παραλληλογράμμου. Σχεδιάζουμε τις συνιστώσες δυνάμεις με κοινό σημείο εφαρμογής και στη συνέχεια εφαρμόζουμε τον κανόνα του παραλληλογράμμου όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

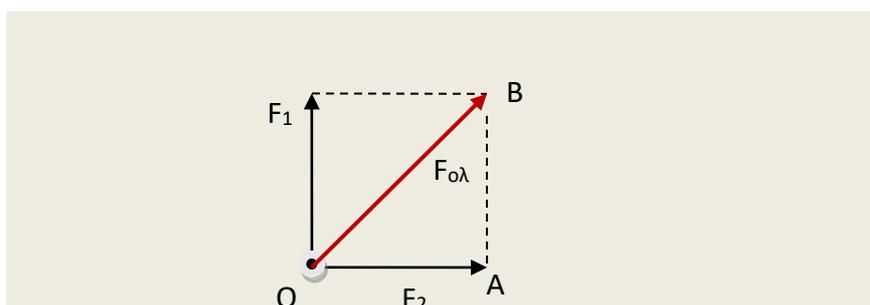


Εικόνα 8. Συνισταμένη μη συγγραμμικών δυνάμεων

Από το τέλος του διανύσματος (βέλους) της δύναμης F_1 φέρνουμε διακεκομμένη γραμμή παράλληλη στη δύναμη F_2 . Με τον ίδιο τρόπο εργαζόμαστε και όσον αφορά τη δύναμη F_2 , δηλαδή από το τέλος του διανύσματος της F_2 φέρνουμε διακεκομμένη παράλληλη με στη δύναμη F_1 . Στο σημείο τομής των διακεκομμένων γραμμών βρίσκεται το τέλος του διανύσματος της συνισταμένης δύναμης, ενώ η αρχή του $F_{ολ}$ είναι η κοινή αρχή των διανυσμάτων F_1 και F_2 . Ωστόσο, ενώ ο γραφικός προσδιορισμός της συνισταμένης δύναμης δύο μη συγγραμμικών δυνάμεων είναι μια σχετικά απλή διαδικασία βασισμένη στην εφαρμογή του κανόνα του παραλληλογράμμου, αντιθέτως ο υπολογισμός της τιμής της $F_{ολ}$ δεν είναι τόσο απλή υπόθεση και δεν θα μας απασχολήσει στο πλαίσιο της Β Γυμνασίου.

Πως υπολογίζουμε τη συνισταμένη δύο κάθετων δυνάμεων;

Όταν θέλουμε να βρούμε τη συνισταμένη δύναμη δύο δυνάμεων που είναι μεταξύ τους κάθετες εργαζόμαστε όπως παρακάτω. Εφαρμόζουμε τον κανόνα του παραλληλογράμμου ακριβώς όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα και με αυτόν τον τρόπο υπολογίζουμε γραφικά τη συνισταμένη δύναμη. Στην περίπτωση όμως των κάθετων δυνάμεων είναι δυνατό με απλό τρόπο να υπολογίσουμε και το μέτρο της ολικής δύναμης.



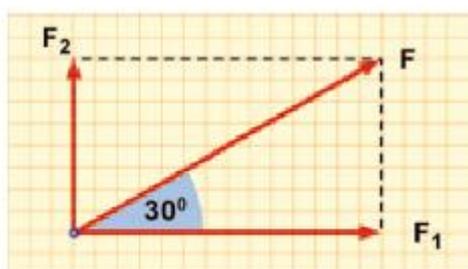
Εικόνα 9. Συνισταμένη κάθετων δυνάμεων

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 9, το τρίγωνο OAB είναι ορθογώνιο με υποτείνουσα την $F_{ολ}$ και κάθετες πλευρές τις F_2 και AB που είναι ίση με την F_1 αφού είναι απέναντι πλευρές στο παραλληλόγραμμο που σχηματίζεται από τις δυνάμεις και τις διακεκομμένες. Εφαρμόζουμε το πυθαγόρειο θεώρημα για το τρίγωνο OAB και έτσι προκύπτει

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

Πως αναλύουμε μια δύναμη στις συνιστώσες της;

Πολλές φορές είναι χρήσιμο αντί να συνθέσουμε μια δύναμη από τις συνιστώσες της, να την αναλύσουμε σε συνιστώσες. Αυτό συμβαίνει όταν έχουμε δυνάμεις οι οποίες δρουν υπό γωνία σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, σε ένα σώμα. Συνήθως η ανάλυση γίνεται σε δύο διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους.



Εικόνα 3.30.
Η δύναμη F αναλύεται στις F_1 και F_2

Για να αναλύσουμε μια δύναμη όπως αυτή που φαίνεται στο διπλανό σχήμα ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:
ι) Σχεδιάζουμε δύο κάθετους άξονες, έναν οριζόντιο χ και ένα κατακόρυφο ψ

ii) Από τη μύτη του διανύσματος της συνισταμένης δύναμης F φέρνουμε παράλληλες διακεκομμένες γραμμές προς τους δύο άξονες x, y . Τα σημεία τομής των διακεκομμένων με τους άξονες, καθορίζουν τα άκρα των διανυσμάτων της οριζόντιας και της κατακόρυφης συνιστώσας της δύναμης.



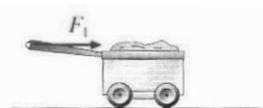
Εικόνα 3.28.

Το έδαφος ασκεί στο πόδι μας: την τριβή T που είναι παράλληλη προς το έδαφος και μας σπρώχνει μπροστά και την κάθετη δύναμη F_N που είναι αντίθετη με το βάρος του σώματος. Η δύναμη που ασκεί το έδαφος στο πόδι μας F είναι η συνισταμένη των δυο αυτών δυνάμεων.

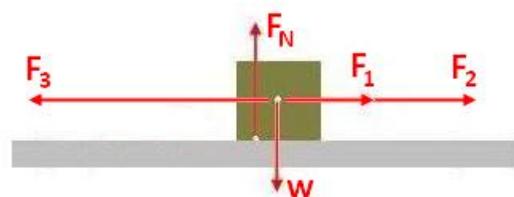
Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

- i) Τι ονομάζουμε συνισταμένη δύο ή περισσότερων δυνάμεων;
ii) Πως βρίσκουμε τη συνισταμένη δύο δυνάμεων με ίδια διεύθυνση;
iii) Πότε δύο δυνάμεις είναι αντίθετες;

- i) Πως βρίσκουμε τη συνισταμένη δύο δυνάμεων κάθετων μεταξύ τους;
ii) Είναι δυνατόν μια δύναμη F_1 που το μέτρο της είναι 20N να μετακινεί το καροτσάκι του σχήματος, ενώ μια δύναμη F_2 με μέτρο 30N να μην το μετακινεί; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



3. Σ' ένα κιβώτιο, το οποίο αρχικά είναι ακίνητο πάνω σε οριζόντιο επίπεδο, ασκούνται οι πέντε δυνάμεις που υπάρχουν στο σχήμα. Από αυτές, οι F_1, F_2 και F_3 ασκούνται αντίστοιχα από τρία παιδιά, η w είναι το βάρος του κιβωτίου και η F_N ασκείται στο κιβώτιο από το δάπεδο.



- i) Ποιες από τις δυνάμεις αυτές είναι οριζόντιες και ποιες κατακόρυφες;
ii) Ποιες από τις δυνάμεις έχουν ίδια διεύθυνση και ίδια φορά;
iii) Η δύναμη F_1 με ποια από τις υπόλοιπες έχει αντίθετη φορά;

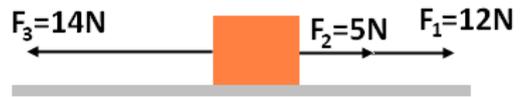
4. i) Η γωνία ϕ μεταξύ δύο δυνάμεων F_1 και F_2 μπορεί να μεταβάλλεται από 0° έως 180° . Για ποια τιμή της γωνίας ϕ η συνισταμένη των F_1 και F_2 παίρνει τη μέγιστη τιμή της και για ποια την ελάχιστη τιμή της;

ii) Δύο δυνάμεις με μέτρα $F_1=6\text{N}$ και $F_2=8\text{N}$ ασκούνται στο ίδιο υλικό σημείο και η γωνία που σχηματίζουν μπορεί να μεταβάλλεται από 0° έως 180° . Αν F το μέτρο της συνισταμένης τους, μπορεί να είναι $F>14\text{N}$;

5. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση σε κάθε περίπτωση:

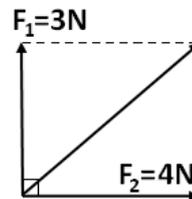
i) Η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται το σώμα είναι:

- α) 1N β) 2N γ) 3N δ) 4N



ii) Η συνισταμένη των δύο καθέτων δυνάμεων είναι:

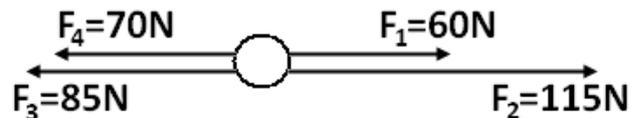
- α) 2N β) 4N γ) 5N δ) 7N



6. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;

- α) Η συνισταμένη δύναμη F δύο δυνάμεων F_1 και F_2 είναι πάντοτε μεγαλύτερη από τις δυνάμεις αυτές.
β) Δύο δυνάμεις F_1 και F_2 μπορεί να έχουν συνισταμένη μηδέν.
γ) Αντίθετες λέμε τις δυνάμεις που έχουν ίδια διεύθυνση, αντίθετες φορές και ίσα μέτρα.
δ) Η συνισταμένη δύο αντίθετων δυνάμεων είναι πάντα διάφορη από το μηδέν.
ε) Οι κάθετες συνιστώσες μιας δύναμης F είναι πάντοτε μικρότερες από την F .

7. Στη διπλανή εικόνα δύο παιδιά ασκούν δυνάμεις $F_1=60\text{N}$ και $F_2=115\text{N}$, σ' ένα κρίκο δεμένο με σκοινιά, με φορά προς τα δεξιά και άλλα δύο δυνάμεις $F_3=85\text{N}$ και $F_4=70\text{N}$ προς την αντίθετη κατεύθυνση. Πόση είναι η συνισταμένη των δυνάμεων; Προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί ο κρίκος;

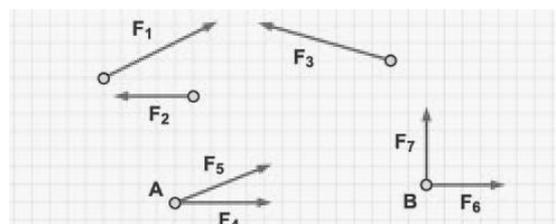


8. Σε ένα κρίκο συνδέονται δύο νήματα. Μέσω των νημάτων ασκούνται στον κρίκο δύο δυνάμεις με μέτρα $F_1=4\text{N}$ και $F_2=3\text{N}$. Πόση είναι η συνολική δύναμη που ασκείται στον κρίκο, όταν οι δύο δυνάμεις:

i) έχουν ίδια κατεύθυνση; ii) έχουν αντίθετη κατεύθυνση; iii) σχηματίζουν γωνία 90° ;

9. Δύο δυνάμεις F_1 και F_2 έχουν το ίδιο μέτρο 10N . Να βρεθεί γραφικά η συνισταμένη τους, αν οι δύο δυνάμεις έχουν κοινό σημείο εφαρμογής και σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία: α) 0° β) 45° γ) 60° δ) 90° ε) 180° .

10. Στο διπλανό σχήμα παριστάνονται επτά δυνάμεις. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που είναι αντίθετες στις F_1 , F_2 , F_3 . Οι δυνάμεις F_4 και F_5 έχουν σημείο εφαρμογής το Α και οι δυνάμεις F_6



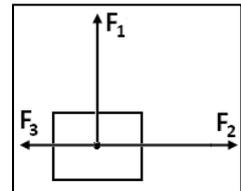
και F_7 έχουν σημείο εφαρμογής το Β. Να βρείτε γραφικά τη συνισταμένη τους.

11. Σε ένα αντικείμενο ασκούνται δύο δυνάμεις. Μια οριζόντια με μέτρο 6N και μια κατακόρυφη με μέτρο 8N. Να βρεις το μέτρο και τη διεύθυνση της συνισταμένης των δύο δυνάμεων.

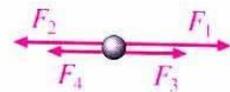
12. Σε ένα μικρό σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις με μέτρα $F_1=15\text{N}$ και $F_2=8\text{N}$. Πόση είναι η συνισταμένη των δυνάμεων αυτών όταν έχουν:

i) ίδια κατεύθυνση; ii) αντίθετη κατεύθυνση;

13. Σε ένα σώμα που θεωρείται ως υλικό σημείο ασκούνται οι παρακάτω δυνάμεις: $F_1=8\text{N}$, $F_2=9\text{N}$ και $F_3=3\text{N}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων F_1, F_2 και F_3 .

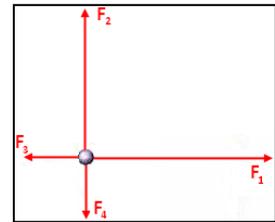


14. Στο σώμα του σχήματος ασκούνται οι δυνάμεις $F_1=15\text{N}$, $F_2=8\text{N}$, $F_3=6\text{N}$ και $F_4=5\text{N}$. Οι δυνάμεις έχουν την ίδια διεύθυνση και φορές όπως στο σχήμα. Να βρείτε τη συνισταμένη τους.



15. Να βρείτε το μέτρο της συνισταμένης F δύο δυνάμεων με μέτρα $F_1=3\text{N}$ και $F_2=4\text{N}$ οι οποίες είναι κάθετες μεταξύ τους.

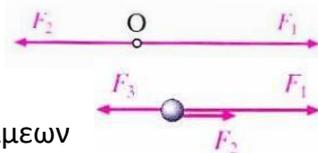
16. Στο σώμα του σχήματος ασκούνται οι δυνάμεις $F_1=6\text{N}$, $F_2=5\text{N}$, $F_3=2\text{N}$ και $F_4=2\text{N}$. Να βρείτε τη συνισταμένη τους.



17. Αν $F_1=7\text{N}$ και $F_2=10\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη των δυνάμεων αυτών.

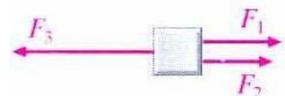


18. Αν $F_1=12\text{N}$ και $F_2=8\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη των δυνάμεων αυτών.

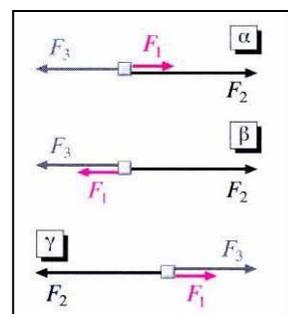


19. Αν $F_1=6\text{N}$, $F_2=2\text{N}$ και $F_3=3\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη των δυνάμεων του σχήματος.

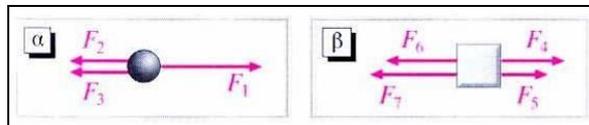
20. Στο σώμα του διπλανού σχήματος ασκούνται οι δυνάμεις $F_1=8\text{N}$, $F_2=7\text{N}$ και $F_3=15\text{N}$. Να βρείτε τη συνισταμένη των δυνάμεων αυτών.



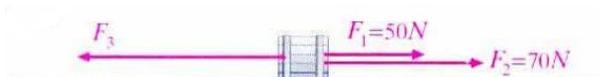
21. Αν $F_1=10\text{N}$, $F_2=30\text{N}$ και $F_3=20\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη των δυνάμεων σε καθεμία από τις τρεις περιπτώσεις του σχήματος.



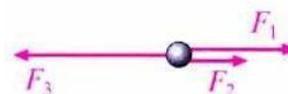
22. Να προσδιορίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται καθένα από τα σώματα του σχήματος, αν $F_1=40\text{N}$, $F_2= F_3=20\text{N}$, $F_4=7\text{N}$, $F_5=5\text{N}$, $F_6=10\text{N}$ και $F_7=12\text{N}$.



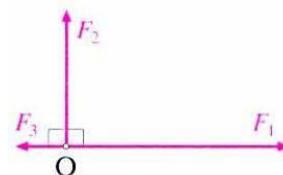
23. Αν η συνισταμένη των τριών δυνάμεων του σχήματος είναι μηδέν, να βρείτε το μέτρο της F_3 .



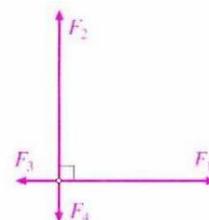
24. Η συνισταμένη των τριών δυνάμεων του σχήματος είναι μηδέν. Αν $F_1=10\text{N}$ και $F_3=15\text{N}$, να βρείτε το μέτρο της F_2 .



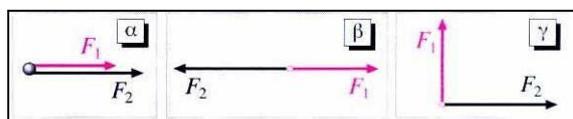
25. Να προσδιορίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων που φαίνονται στο διπλανό σχήμα αν $F_1=5\text{N}$, $F_2=3\text{N}$ και $F_3=1\text{N}$.



26. Αν για τις δυνάμεις που φαίνονται στο σχήμα είναι $F_1=4\text{N}$, $F_2=5\text{N}$ και $F_3=F_4=1\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη τους.



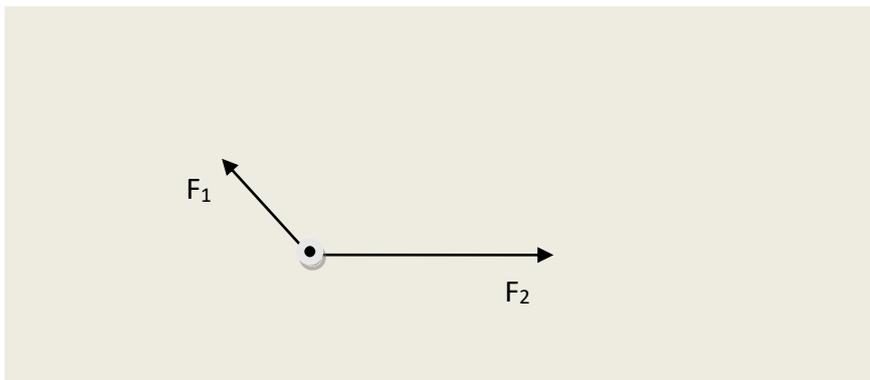
27. Αν $F_1=6\text{N}$ και $F_2=8\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη των δυνάμεων αυτών σε καθεμιά από τις περιπτώσεις του σχήματος.



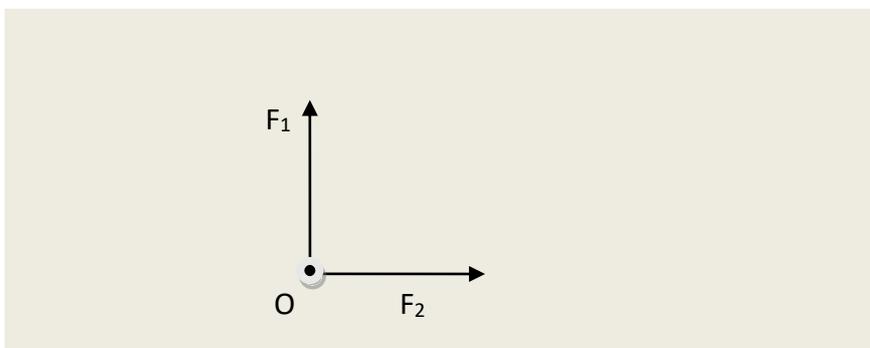
28. Τέσσερις συγγραμμικές δυνάμεις με μέτρα $F_1=3\text{N}$, $F_2=5\text{N}$, $F_3=7\text{N}$ και $F_4=9\text{N}$ ασκούνται στο ίδιο σώμα. Να υπολογίσετε τη συνισταμένη των δυνάμεων στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Οι δυνάμεις F_1 , F_2 είναι ομόρροπες και ταυτόχρονα αντίρροπες με τις δυνάμεις F_3 και F_4 .
- Οι δυνάμεις F_1 , F_2 και F_3 είναι ομόρροπες και ταυτόχρονα αντίρροπες με τη δύναμη F_4 .
- Οι δυνάμεις F_2 , F_3 και F_4 είναι ομόρροπες και ταυτόχρονα αντίρροπες με τη δύναμη F_1 .

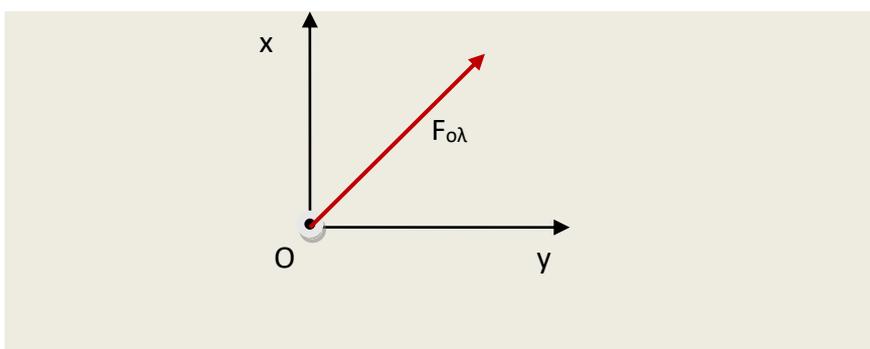
29. Να σχεδιάσετε την συνισταμένη δύναμη στο σχήμα που ακολουθεί.



30. Πως υπολογίζουμε τη συνισταμένη δύο κάθετων δυνάμεων;



31. Πως αναλύουμε μια δύναμη στις συνιστώσες της; Να αναλύσετε την δύναμη που φαίνεται στο σχήμα σε δύο κάθετες συνιστώσες στους άξονες x και y.



32. Πόση είναι η 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, γ) κάθετες.

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

ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

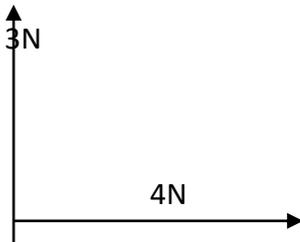
α)



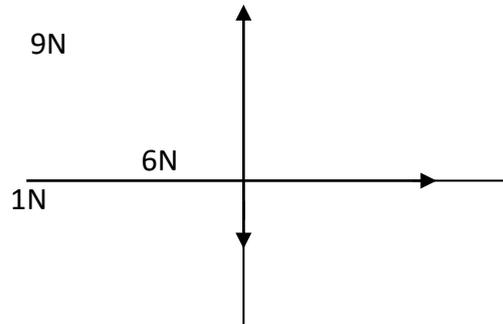
β)



γ)

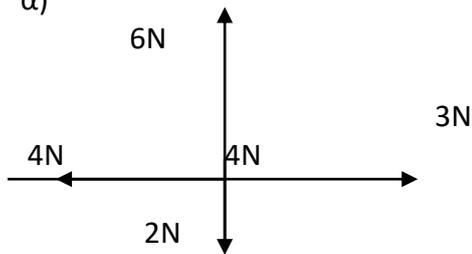


δ)

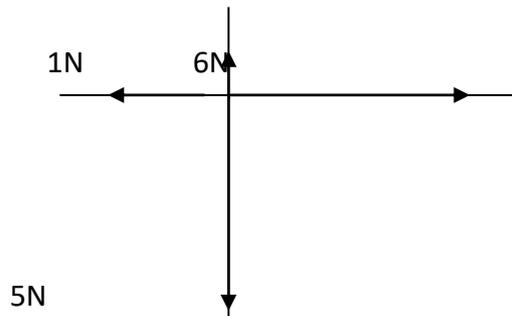


34. Στις παρακάτω περιπτώσεις να βρείτε τη συνισταμένη δύναμη κατά μέτρο και διεύθυνση.

α)

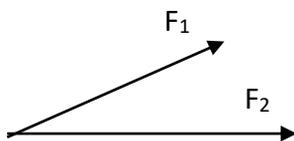


β)

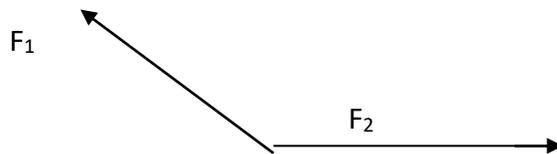


35. Να σχεδιάσετε τη συνισταμένη των παρακάτω δυνάμεων.

α)



β)



3.4. Δύναμη και Ισορροπία-Ισορροπία υλικού σημείου-Δύναμη και μεταβολή της ταχύτητας



Γιατί τα σώματα δεν μπορούν να κινούνται επ' άπειρον με σταθερή ταχύτητα;

Είναι γνωστό από την καθημερινή μας εμπειρία ότι αν δώσουμε ώθηση μέσω μιας δύναμης σε ένα σώμα και το αφήσουμε στη συνέχεια να κινηθεί ελεύθερα, εκείνο θα κινηθεί για λίγο και έπειτα θα σταματήσει. Παρατηρούμε ότι αν σπρώξουμε ένα ξύλινο κιβώτιο πάνω σε ένα τραχύ δάπεδο, το κιβώτιο θα κινηθεί για πολύ λίγο. Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει μεγάλη δύναμη τριβής ανάμεσα στο κιβώτιο και στο δάπεδο η οποία αντισταθεί στην κίνηση. Αν σπρώξουμε το ίδιο κιβώτιο, με την ίδια δύναμη σε μια λιγότερο τραχιά επιφάνεια, ας πούμε στα γυαλισμένα πλακάκια του σαλονιού μας, τότε η κίνηση του κιβωτίου θα διαρκέσει περισσότερο. Αν κάνουμε το ίδιο στην παγωμένη επιφάνεια ενός παγοδρομίου, το κιβώτιο θα μετακινηθεί για πολύ περισσότερο. Στην παγωμένη επιφάνεια του παγοδρομίου η δύναμη της τριβής είναι πραγματικά πολύ μικρότερη και έτσι το σώμα καλύπτει πολύ μεγαλύτερη απόσταση έως ότου ακινητοποιηθεί. Παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο μικρότερη είναι η δύναμη της τριβής τόσο περισσότερο κινείται το σώμα. Το ερώτημα προκύπτει αβίαστα: Είναι δυνατόν ένα σώμα να κινείται επ' άπειρον χωρίς να σταματήσει; **Ο Γαλιλαίος ισχυρίστηκε ότι ένα τέλεια λείο αντικείμενο πάνω σε μια επίσης τέλεια λεία οριζόντια επιφάνεια θα μπορούσε να κινείται επ' άπειρο σε ευθεία γραμμή.** Υπάρχουν όμως στη φύση τέλεια λείες επιφάνειες; Αν όχι τι νόημα έχει τότε η πρόταση του Γαλιλαίου;

Κι όμως η πρόταση του Γαλιλαίου έχει πολύ μεγάλη σπουδαιότητα όταν μελετάμε κινήσεις στις οποίες η τριβή μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Τέτοιες είναι οι κινήσεις που γίνονται όταν οι επιφάνειες που τρίβονται κατά την κίνηση είναι πολύ λείες, οπότε και η δύναμη τριβής που αναπτύσσεται ανάμεσα στις επιφάνειες πολύ μικρή. Όπως επίσης και

κινήσεις που διαρκούν πολύ μικρό χρονικό διάστημα οπότε η επίδραση της τριβής είναι επίσης αμελητέα.

✓ **Πρώτος νόμος του Νεύτωνα** για την κίνηση: Κάθε σώμα παραμένει ακίνητο ή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά εφόσον δεν ασκείται σ' αυτό καμία δύναμη ή, αν ασκούνται δυνάμεις, η συνισταμένη τους είναι μηδέν.

$$\left. \begin{array}{l} \vec{v} = 0 \text{ (ακίνητο σώμα)} \\ \text{ή} \\ \vec{a} = \text{σταθ. (ευθύγραμμη ομαλή κίνηση)} \end{array} \right\} \text{τότε } \vec{F}_{\text{ολ}} = 0$$

✓ **Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα:**

- Εισάγει την έννοια της αδράνειας, θεωρώντας τη ως θεμελιακή ιδιότητα της ύλης. Σύμφωνα μ' αυτή, κάθε σώμα έχει την τάση να διατηρεί την κινητική του κατάσταση.
- Η ισχύς του επεκτείνεται και στα ουράνια σώματα, δηλαδή ο πρώτος νόμος της κίνησης είναι παγκόσμιος.
- Εισάγει μια ισοδυναμία μεταξύ των καταστάσεων της ακινησίας και ευθύγραμμης κίνησης με σταθερή ταχύτητα.

✓ **Αδράνεια:** η τάση που έχει κάθε σώμα να αντιστέκεται στη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης. Αν ένα σώμα είναι ακίνητο, εκδηλώνει την τάση να παραμείνει ακίνητο και αν κινείται, να συνεχίσει να κινείται.

Η πρόταση αυτή του Νεύτωνα συνδέεται με μια ιδιότητα των σωμάτων που ονομάζεται **αδράνεια**.

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

Μέτρο της αδράνειας ενός σώματος είναι η μάζα του. Δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο μεγαλύτερη και η αδράνεια του.

✓ Η **μάζα** ενός σώματος είναι το **μέτρο της αδράνειάς** του, δηλαδή της αντίστασης που παρουσιάζει το σώμα στη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης (ταχύτητας). **Μεγάλη μάζα** σημαίνει **μεγάλη αδράνεια**, δηλαδή μεγάλη αντίσταση και άρα μικρή μεταβολή στην ταχύτητα (για δεδομένη δύναμη και δεδομένο χρόνο). Με άλλα λόγια, όσο πιο μεγάλη είναι η μάζα ενός σώματος, τόσο δυσκολότερα μπορεί να μεταβληθεί η ταχύτητά του.

✓ Η μάζα (m) και το βάρος (w) ενός σώματος συνδέονται με τη σχέση:

$$w = m \cdot g$$

όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας. Έτσι, επιτάχυνση της βαρύτητας (g) σε ένα τόπο ονομάζουμε το σταθερό πηλίκο του βάρους προς τη μάζα ενός σώματος στον τόπο αυτό.

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

Στην Ελλάδα και στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $g=9,8\text{m/s}^2$.

✓ **Βασικές διαφορές μάζας και βάρους:**

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

✓ **Ισορροπία ενός σώματος** το οποίο θεωρείται υλικό σημείο: η κατάσταση εκείνη κατά την οποία το σώμα είτε **δεν κινείται** είτε **κινείται με σταθερή ταχύτητα**. Όταν ένα υλικό σημείο ισορροπεί, τότε η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σ' αυτό είναι μηδέν:

$$\vec{F}_{\text{ολ}} = 0$$

Η σχέση αυτή αποτελεί τη συνθήκη ισορροπίας ενός υλικού σημείου. Με άλλα λόγια, όταν ένα σώμα είναι ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα, τότε λέμε ότι ισορροπεί. Για τις δυνάμεις που ασκούνται σε σώμα το οποίο ισορροπεί χρησιμοποιούμε τη διατύπωση «οι δυνάμεις ισορροπούν».

Στην περίπτωση που στο σώμα που ισορροπεί ασκούνται δυνάμεις που έχουν αναλυθεί σε δύο κάθετους άξονες η συνθήκη ισορροπίας ισχύει και για τους δύο άξονες ταυτόχρονα, δηλαδή ισχύει:

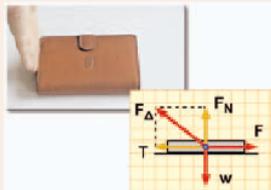
$$\Sigma F_x = 0, \quad \Sigma F_y = 0$$

Παράδειγμα 3.2

Μια κασετίνα βάρους 3 N ηρεμεί σε οριζόντιο δάπεδο, ενώ τη σπρώχνουμε με το χέρι μας ασκώντας σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου 4 N. Να υπολογιστούν τα μέτρα:

α) της τριβής: T , β) της κάθετης δύναμης που ασκεί το δάπεδο: F_N , γ) της συνισταμένης δύναμης από το δάπεδο: F_Δ

Δεδομένα	Ζητούμενα	Βασική εξίσωση
$W=3\text{ N}, F=4\text{ N}$	α) F_N β) T γ) F_Δ	$F_{\alpha x}=0$ $F_{\alpha y}=0$



Λύση

Βήμα 1: Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα:

Από απόσταση: το βάρος $W=3\text{ N}$, κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω.

Από επαφή: Η δύναμη από το χέρι (τείνει να κινήσει την κασετίνα) $F=4\text{ N}$.

Από το δάπεδο (η κάθετη F_N με φορά από το δάπεδο προς το σώμα και η τριβή που αντιτίθεται στην κίνηση).

Βήμα 2: Υπολογίζουμε τα μέτρα των δυνάμεων:

A. Επιλέγουμε δυο κάθετες διευθύνσεις [την οριζόντια (x) και την κατακόρυφη (y)]

B. Εφαρμόζουμε τη συνθήκη ισορροπίας για τους δυο άξονες – Βασική εξίσωση:

$$F_{\alpha x}=0, \quad F-T=0 \quad F=T \quad T=5\text{ N}$$

$$F_{\alpha y}=0 \quad W-F_N=0 \quad W=F_N \quad F_N=4\text{ N}$$

Γ. Η δύναμη που ασκεί το δάπεδο είναι η συνισταμένη των F_N και T $F_\Delta^2 = T^2 + F_N^2, \quad F_\Delta^2 = (4\text{ N})^2 + (3\text{ N})^2$

$$F_\Delta^2 = 16\text{ N}^2 + 9\text{ N}^2, \quad F_\Delta^2 = 25\text{ N}^2, \quad F_\Delta = 5\text{ N}$$

✓ **Δεύτερος νόμος του Νεύτωνα:** Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα το οποίο έχει ορισμένη μάζα, τόσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα του σώματος. Δηλαδή για ορισμένη μάζα (m) ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας (το πόσο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα) είναι ανάλογος της δύναμης που ασκείται στη μάζα.

- ✓ Στην περίπτωση τώρα που σε ένα σώμα ασκείται συνισταμένη δύναμη τότε αυτό αποτελεί την αιτία για την αλλαγή της ταχύτητας του σώματος. Πειραματικά διαπιστώνεται ότι :
- ✓ Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα που έχει ορισμένη μάζα, τόσο πιο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα του.
- ✓ Ο Νεύτωνας διατύπωσε με σαφήνεια τη σχέση ανάμεσα στη συνισταμένη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα και στο πόσο γρήγορα αλλάζει η ταχύτητα του, στην μαθηματική έκφραση του 2^{ου} νόμου του Νεύτωνα ($F=ma$) η οποία θα μελετηθεί σε μεγαλύτερη τάξη.

Με ποιο τρόπο συνδέεται η μάζα με τη μεταβολή της ταχύτητας;

Πειραματικά διαπιστώνεται επίσης ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος τόσο δυσκολότερα μπορεί μια συγκεκριμένη δύναμη να αλλάξει τη ταχύτητα του.

Συνδυάζοντας την παραπάνω πρόταση με την έννοια της αδράνειας, δηλαδή της ιδιότητας των σωμάτων να αντιστέκονται στην μεταβολή της ταχύτητας τους, αντιλαμβανόμαστε για ποιο λόγο η μάζα χαρακτηρίζεται ως μέτρο της αδράνειας ενός σώματος.

Μεγάλη μάζα σημαίνει μεγάλη αδράνεια και μεγάλη αντίσταση στις αλλαγές της ταχύτητας που προκαλούνται από μια συγκεκριμένη δύναμη. Έτσι όταν ένα φορτηγό είναι φορτωμένο

σταματάει πιο δύσκολα από ότι όταν είναι άδειο αφού η μάζα του είναι μεγαλύτερη. Η ταχύτητα του φορτηγού μεταβάλλεται ευκολότερα όταν είναι άδειο.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

- Να διατυπώσετε τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα.
 - Τι ονομάζουμε αδράνεια των σωμάτων;
- Δύο μπάλες, μάζας 1kg η καθεμία, είναι η μία από σίδηρο και η άλλη από βαμβάκι. Ποια από τις δύο έχει μεγαλύτερη αδράνεια;
 - Τα σώματα στη Σελήνη έχουν αδράνεια;
- Πότε ένα σώμα που θεωρείται υλικό σημείο ισορροπεί;
 - Τι γνωρίζετε για τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα που ισορροπεί;
 - Τα μεγάλα δεξαμενόπλοια όταν θέλουν να πιάσουν λιμάνι, σβήνουν τις μηχανές τους πολλά χιλιόμετρα μακριά από αυτό. Τι είναι αυτό που τα οδηγεί στο λιμάνι;
- Ένας ιππέας τρέχει με το άλογό του. Γιατί όταν το άλογο βρεθεί ξαφνικά μπροστά σ' ένα πλατύ χαντάκι, ο αναβάτης του κινδυνεύει να πέσει από αυτό;
 - Να δικαιολογήσετε γιατί είναι απαραίτητη η χρήση των ζωνών ασφαλείας από τους επιβάτες των αυτοκινήτων και των αεροπλάνων.
- Στα καθίσματα των αυτοκινήτων και πίσω από το κεφάλι των επιβατών υπάρχει ένα μαξιλαράκι. Που νομίζετε ότι εξυπηρετεί; Κατά το φρενάρισμα ή κατά την επιτάχυνση του αυτοκινήτου;
- Να εξετάσετε εάν είναι σωστός ο παρακάτω ισχυρισμός: Αδράνεια έχουν μόνο τα σώματα που κινούνται και όχι τα σώματα τα οποία ηρεμούν.
 - Ένα διαστημικό όχημα κινείται στο διάστημα χωρίς να δέχεται δυνάμεις από άλλα σώματα. Αν σβήσουν οι μηχανές του οχήματος, αυτό θα σταματήσει;

7. Το παιδί του σχήματος έχει βάρος $w=500\text{N}$. Πότε δέχεται μεγαλύτερη δύναμη από το σκοινί, όταν είναι ακίνητο, όταν ανεβαίνει με σταθερή ταχύτητα ή όταν κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα;



8. Στο διπλανό σχήμα το σώμα Σ_1 είναι ακίνητο, ενώ το σώμα Σ_2 κινείται με σταθερή ταχύτητα. Σε ποιο από τα δύο η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μηδέν;



9. Ένα όχημα, κινούμενο με μεγάλη ταχύτητα, προσκρούει σε ένα τοίχο. Κατά την πρόσκρουση οι επιβάτες κινούνται προς τα εμπρός. Να δώσετε μια εξήγηση.

10. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;

- α) Όταν σ' ένα υλικό σημείο είναι $F_{ολ}=0$, τότε υποχρεωτικά αυτό θα είναι ακίνητο.
- β) Όταν σ' ένα υλικό σημείο είναι $F_{ολ}=0$, τότε αυτό μπορεί να είναι ακίνητο αλλά μπορεί και να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.
- γ) Όσο πιο μεγάλο όγκο έχει ένα σώμα, τόσο μεγαλύτερη αδράνεια έχει.
- δ) Η αδράνεια ενός σώματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το χρώμα του.
- ε) Όταν ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα, τότε η συνισταμένη δύναμη που ασκείται σ' αυτό είναι ανάλογη της ταχύτητάς του.

11. Η ταχύτητα ενός αντικειμένου παραμένει σταθερή όταν η συνισταμένη των δυνάμεων που επιδρούν σ' αυτό:

- α) είναι σταθερή,
- β) αυξάνεται,
- γ) μειώνεται,
- δ) είναι μηδενική.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

12. Ένα διαστημόπλοιο κινείται μέσα στην ατμόσφαιρα κατακόρυφα προς τη Γη με σταθερή ταχύτητα και με σβηστές τις μηχανές του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

- α) Το διαστημόπλοιο δε δέχεται καμία δύναμη.
- β) Στο διαστημόπλοιο ασκούνται δύο δυνάμεις με συνισταμένη ίση με μηδέν.
- γ) Το διαστημόπλοιο δεν έχει βάρος.

13. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;

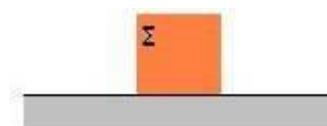
- α) Η αδράνεια είναι η δύναμη που διατηρεί την κίνηση των σωμάτων.
- β) Τα σώματα έχουν αδράνεια μόνο όταν κινούνται.
- γ) Όλα τα σώματα σταματούν να κινούνται όταν παύουν να ασκούνται πάνω τους δυνάμεις.
- δ) Για να κινείται ένα σώμα με σταθερή ταχύτητα, πρέπει να ασκούνται πάνω του δυνάμεις που να έχουν συνισταμένη μηδέν.

14. Ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα. Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα:

- α) έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας,
- β) εξαρτάται από το μέτρο της ταχύτητας,
- γ) ισούται με το βάρος του σώματος,
- δ) εξαρτάται από τη μάζα του σώματος.

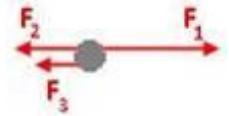
Ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι λάθος;

15. Ένα αυτοκίνητο μάζας 1000kg κινείται με σταθερή ταχύτητα 50km/h. Ποιο είναι το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται σ' αυτό;

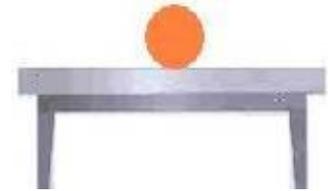


16. Το σώμα του διπλανού σχήματος έχει βάρος $w=10\text{N}$ και είναι ακίνητο. Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

17. Το σώμα του διπλανού σχήματος ισορροπεί με την επίδραση των τριών δυνάμεων F_1 , F_2 και F_3 . Αν είναι $F_1=12\text{N}$ και $F_3=5\text{N}$ να βρείτε το μέτρο της F_2 .

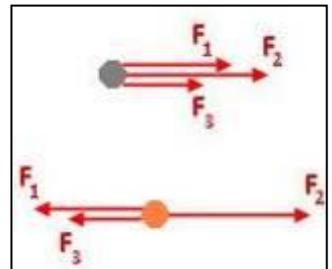


18. i) Το σφαιρίδιο ισορροπεί πάνω στο τραπέζι. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σφαιρίδιο. Αν το βάρος του σφαιριδίου είναι $w=1,5\text{N}$, πόση δύναμη ασκεί το τραπέζι στο σφαιρίδιο;

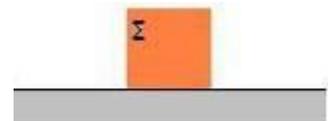


ii) Αφήνουμε το σφαιρίδιο να πέσει ελεύθερα. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις οι οποίες ασκούνται σε αυτό τη στιγμή που ξεκινά την κίνησή του.

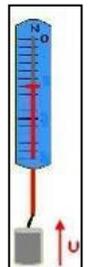
19. Αν τα μέτρα των δυνάμεων του διπλανού σχήματος είναι $F_1=4\text{N}$, $F_2=6\text{N}$ και $F_3=3\text{N}$, να βρείτε τη συνισταμένη τους στις δύο περιπτώσεις.



20. Το σώμα του διπλανού σχήματος έχει βάρος $w=100\text{N}$ και είναι ακίνητο πάνω στο οριζόντιο επίπεδο. Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

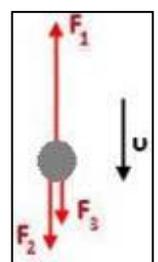
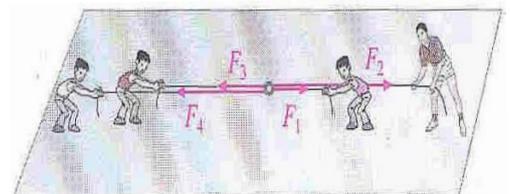


21. Με το δυναμόμετρο τραβάμε κατακόρυφα ένα σώμα. Το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=4\text{m/s}$ και η ένδειξη του δυναμόμετρου είναι $F=40\text{N}$. Να βρείτε το βάρος του σώματος.



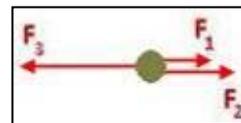
22. Αλεξιπτωστής βάρους $w=1200\text{N}$ (μαζί με το αλεξιπτωτο) κατεβαίνει κατακόρυφα με σταθερή ταχύτητα. Πόση είναι η αντίσταση από τον αέρα που δέχεται το αλεξιπτωτό του;

23. Τέσσερα παιδιά δένουν με σκοινιά ένα μικρό αβαρή κρίκο και αρχίζουν να τον τραβούν. Τα δύο παιδιά ασκούν δυνάμεις $F_1=50\text{N}$ και $F_2=130\text{N}$ προς την ίδια κατεύθυνση, ενώ τα άλλα δύο παιδιά ασκούν δυνάμεις $F_3=75\text{N}$ και F_4 προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αν ο κρίκος παραμένει ακίνητος να προσδιορίσετε την F_4 .



24. Η μικρή σφαίρα του σχήματος κινείται με σταθερή ταχύτητα υπό την επίδραση των τριών κατακόρυφων δυνάμεων F_1 , F_2 και F_3 . Αν είναι $F_1=12\text{N}$ και $F_3=5\text{N}$ να βρείτε το μέτρο της F_2 .

25. Στο υλικό σημείο του σχήματος ασκούνται οι δυνάμεις $F_1=5\text{N}$, F_2 και $F_3=13\text{N}$. Να βρείτε τη δύναμη F_2 όταν το υλικό σημείο:



- i) ηρεμεί,
- ii) κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα,
- iii) κινείται προς τα αριστερά με σταθερή ταχύτητα.

26. Ένα παιδί κρέμεται από το κλαδί ενός ψηλού δέντρου. Αν η δύναμη που δέχεται το παιδί από το κλαδί έχει μέτρο $F=300\text{N}$, να βρεθεί το βάρος του.

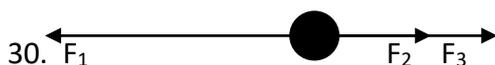
27. Σώμα βάρους 10N είναι ακίνητο σε οριζόντιο επίπεδο. Σ' αυτό ασκείται δύναμη $F=15\text{N}$ προς τα δεξιά. Η τριβή που ασκείται σ' αυτό είναι $T=4\text{N}$.

- i) Να σχεδιάσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.
- ii) Να υπολογίσετε τη συνισταμένη τους.
- iii) Προς ποια κατεύθυνση κινείται το σώμα;
- iv) Πόσα N θα έπρεπε να είναι η συνισταμένη των παραπάνω δυνάμεων ώστε το σώμα να παραμείνει ακίνητο;

28. Η μάζα ενός σώματος είναι $m=50\text{Kg}$. Να υπολογίσετε τη μάζα και το βάρος του σώματος στη Γη, στη Σελήνη και στο Δία. Δίνονται: $g_{\text{ΓΗΣ}}=10\text{m/s}^2$, $g_{\text{ΣΕΛΗΝΗΣ}}=1,5\text{m/s}^2$, $g_{\text{ΔΙΑ}}=25\text{m/s}^2$.

29. Για ένα σώμα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο γνωρίζουμε ότι του ασκούνται οι οριζόντιες 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 $t_1=2\text{s}$ βρίσκεται στη θέση $x_1=3\text{m}$ και τη χρονική στιγμή $t_2=4\text{s}$ βρίσκεται στη θέση $x_2=7\text{m}$, να υπολογίσετε:

- α) το είδος της κίνησης του σώματος
- β) την μετατόπισή του
- γ) την ταχύτητά του



30. Στο υλικό σημείο του παραπάνω σχήματος ασκούνται οι δυνάμεις $F_1=5\text{N}$, F_2 και $F_3=13\text{N}$. Να βρείτε τη δύναμη F_2 όταν το υλικό σημείο:

- α) ισορροπεί
- β) κινείται προς τα δεξιά με σταθερή ταχύτητα
- γ) κινείται προς τα αριστερά με σταθερή ταχύτητα

31. Στα καθίσματα των αυτοκινήτων και πίσω από το κεφάλι των επιβατών υπάρχει ένα μαξιλαράκι. Που νομίζετε ότι εξυπηρετεί; Στο φρενάρισμα ή κατά την επιτάχυνση του αυτοκινήτου;

32. Η ταχύτητα ενός αντικειμένου παραμένει σταθερή όταν η συνισταμένη των δυνάμεων που επιδρούν σε αυτό: (σωστό/λάθος)
α) είναι σταθερή β) αυξάνεται γ) μειώνεται δ) είναι μηδενική

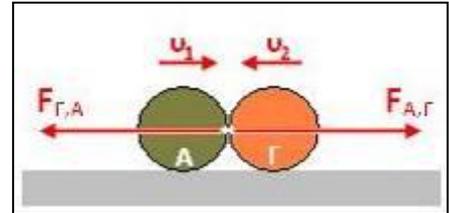
33. Σωστό/Λάθος

- ι. Όταν σε ένα σώμα ασκείται μόνο μία δύναμη, υπάρχει περίπτωση αυτό να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- ii. Όταν σε ένα σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις, υπάρχει περίπτωση αυτό να ισορροπεί.
- iii. Όταν σε ένα σώμα ασκούνται τρεις δυνάμεις, αποκλείεται αυτό να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- iv. Όταν ένα σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, η συνισταμένη των δυνάμεων που δέχεται έχει τη φορά της ταχύτητας.

3.5. Δύναμη και αλληλεπίδραση

✓ Τρίτος νόμος του Νεύτωνα: Όταν ένα σώμα A ασκεί με οποιονδήποτε τρόπο μια δύναμη σ' ένα σώμα Γ, τότε και το Γ ασκεί στο A δύναμη ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης.

✓ Η μία από τις δύο δυνάμεις (οποιαδήποτε) ονομάζεται **δράση** και η άλλη **αντίδραση**. Στην Εικόνα οι μπάλες A και Γ συγκρούονται. Αν τη δύναμη $F_{A,\Gamma}$ που ασκεί η μπάλα A στην Γ την ονομάσουμε δράση, τότε η αντίδρασή της είναι η δύναμη $F_{\Gamma,A}$ που ασκεί η μπάλα Γ στην A. Η δράση και η αντίδραση ασκούνται πάντα για το ίδιο χρονικό διάστημα (δηλαδή ασκούνται ταυτόχρονα).



✓ Όλες οι δυνάμεις στη φύση εμφανίζονται **ανά ζεύγη**, δηλαδή για μια δύναμη που ασκείται από ένα σώμα A σε ένα σώμα Γ θα υπάρχει οπωσδήποτε η αντίδρασή της που ασκείται από το σώμα Γ στο A.

✓ Η δράση και η αντίδρασή της **συνυπάρχουν και ασκούνται σε διαφορετικά σώματα**. Η δράση και η αντίδραση δεν έχουν σχέση αιτίου και αποτελέσματος, όπως η δύναμη F που ασκείται σ' ένα σώμα είναι το αίτιο για τη μεταβολή της ταχύτητάς του (αποτέλεσμα).

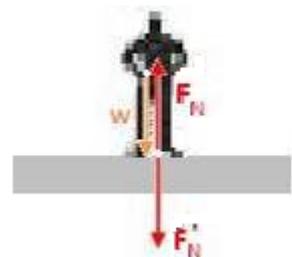
✓ Για να αντικαταστήσουμε δύο ή περισσότερες δυνάμεις με μία (συνισταμένη), πρέπει οι δυνάμεις αυτές να ασκούνται στο ίδιο σώμα. Η δράση και η αντίδρασή της όμως δεν ασκούνται στο ίδιο σώμα, οπότε **δεν έχει νόημα να μιλάμε για τη συνισταμένη της δράσης και της αντίδρασης**.

Παραδείγματα:

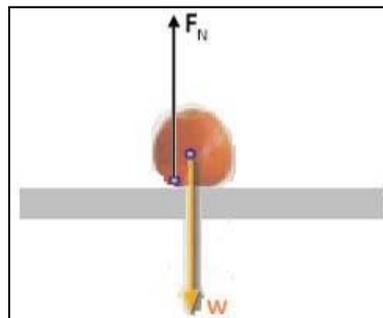
• **Αντίδραση του βάρους ενός σώματος μάζας m:** αν w είναι το βάρος ενός σώματος, δηλαδή η δύναμη που ασκεί η Γη στο σώμα μάζας m , τότε w' θα είναι η δύναμη που ασκεί το σώμα μάζας m στη Γη. Οι δυνάμεις w και w' έχουν σχέση δράσης-αντίδρασης. Ισχύει ότι $w=w'$. Το σώμα μάζας m , λόγω του βάρους w , κινείται προς τη Γη, ενώ η Γη, λόγω της μεγάλης μάζας της, δε κινείται προς το σώμα, αν και δέχεται από αυτό δύναμη w' ίσου μέτρου με την w .



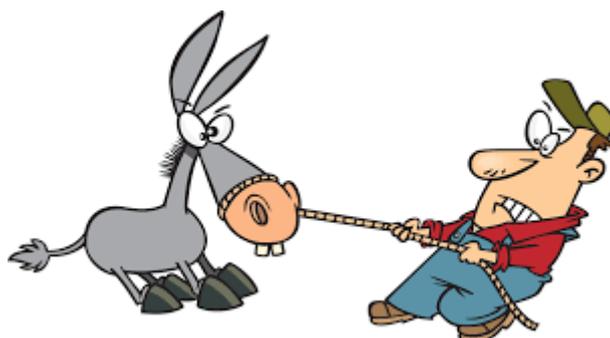
• **Δύναμη που δέχεται ένας άνθρωπος από το δάπεδο και η αντίδρασή της:** Αν F_N είναι η δύναμη που δέχεται ο άνθρωπος από το δάπεδο, τότε F_N' θα είναι η δύναμη που δέχεται το δάπεδο από τον άνθρωπο (δυνάμεις επαφής). Οι δυνάμεις F_N και F_N' έχουν σχέση δράσης-αντίδρασης και ισχύει $F_N=F_N'$. Επίσης, ισχύει ότι $F_N=w$ (συνθήκη ισορροπίας). Επομένως $F_N=F_N'=w$, δηλαδή το δάπεδο δέχεται από τον άνθρωπο δύναμη ίση με το βάρος του ανθρώπου.



• **Μήλο, βάρους $w=2\text{N}$, ακίνητο πάνω σ' ένα τραπέζι:** στο μήλο ασκείται το βάρος w από τη Γη. Το βάρος w είναι δύναμη από απόσταση με διεύθυνση κατακόρυφη και φορά προς τα κάτω. Το μήλο είναι σε επαφή με το τραπέζι, άρα θα δέχεται την κάθετη δύναμη F_N απ' αυτό. Επειδή το μήλο ισορροπεί ισχύει: $F_{ολ}=0$ ή $F_N=w=2\text{N}$, δηλαδή οι F_N και w είναι αντίθετες δυνάμεις και ασκούνται και οι δύο στο ίδιο σώμα (στο μήλο). Η αντίδραση του βάρους είναι η δύναμη w' που ασκεί το μήλο στη Γη. Η w' είναι κατακόρυφη, έχει σημείο εφαρμογής το κέντρο της Γης και φορά από το κέντρο της Γης προς το σώμα. Ισχύει ότι: $w=w'$ (δράση-αντίδραση). Οι w και w' είναι αντίθετες δυνάμεις και ασκούνται σε διαφορετικά σώματα (η w στο μήλο και η w' στη Γη). Τέλος η αντίδραση της F_N είναι η δύναμη F_N' που ασκεί το μήλο στο τραπέζι. Η F_N' είναι κατακόρυφη με φορά προς τα κάτω και ισχύει: $F_N=F_N'=2\text{N}$ (δράση-αντίδραση). Οι F_N και F_N' είναι αντίθετες δυνάμεις που ασκούνται σε διαφορετικά σώματα (η F_N στο μήλο, η στο F_N' τραπέζι). Ισχύει ότι, $F_N=F_N'=w=2\text{N}$, δηλαδή το μήλο πιέζει το τραπέζι με δύναμη ίση με το βάρος του. Προσοχή όμως η F_N δεν είναι αντίδραση του βάρους w .



• **Δρομέας μικρών αποστάσεων στηρίζει τα πόδια του σ' ένα βατήρα:** καθώς εκτινάσσεται, σπρώχνει με τα πόδια του το βατήρα προς τα πίσω, δηλαδή ασκεί στο βατήρα δύναμη F_1 . Σύμφωνα με το νόμο δράσης-αντίδρασης και ο βατήρας ασκεί στα πόδια του δρομέα μια δύναμη F_2 ίσου μέτρου αλλά αντίθετης κατεύθυνσης σε σχέση με την F_1 , με αποτέλεσμα να τον πετάει προς τα εμπρός. Αν η F_1 είναι η δράση, τότε η F_2 είναι η αντίδραση.



Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. Να διατυπώσετε τους τρεις νόμους του Νεύτωνα.
2. Μια σιδερένια μπάλα χτυπά πάνω σε μια μπάλα ποδοσφαίρου. Ποια από τις δύο μπάλες ασκεί μεγαλύτερη δύναμη στην άλλη; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
3. Ο τρίτος νόμος του Νεύτωνα ισχύει μόνο για δυνάμεις επαφής ή και για δυνάμεις από απόσταση; Ισχύει ο νόμος αυτός όταν τα σώματα ισορροπούν ή όταν επιταχύνονται;

4. Κάποιοι ισχυρίζονται ότι η ισορροπία ενός σώματος είναι συνέπεια του νόμου δράσης-αντίδρασης. Πιστεύετε ότι είναι σωστός αυτός ο ισχυρισμός;

5. Ένα ποδήλατο και ένα αυτοκίνητο συγκρούονται μετωπικά. Μεγαλύτερη δύναμη δέχεται το ποδήλατο ή το αυτοκίνητο;

6. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α) Η δράση και η αντίδραση είναι δυνάμεις με διαφορετικό μέτρο.

β) Η δράση και η αντίδραση έχουν αντίθετες διευθύνσεις.

γ) Η δράση και η αντίδραση ασκούνται στο ίδιο σώμα.

δ) Η συνισταμένη της δράσης και της αντίδρασης είναι υπαρκτή.

7. Ένα ανθοδοχείο είναι ακίνητο πάνω στο τραπέζι. Το ανθοδοχείο ασκεί δύναμη F στο τραπέζι. Η αντίδραση της δύναμης αυτής είναι:

α) η δύναμη από τη Γη στο ανθοδοχείο,

β) η δύναμη από το τραπέζι στο ανθοδοχείο,

γ) η δύναμη από το ανθοδοχείο στη Γη,

δ) το βάρος του ανθοδοχείου.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

8. Ένα παιδί κάθεται σε μια καρέκλα. Η αντίδραση της δύναμης του βάρους του είναι η δύναμη που ασκείται από το παιδί:

α) στην καρέκλα,

β) στη Γη,

γ) στην ατμόσφαιρα,

δ) στο έδαφος.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

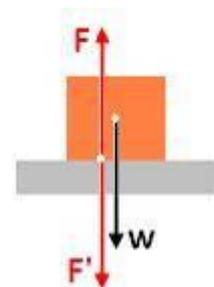
9. Στο σώμα του σχήματος, που ισορροπεί στο οριζόντιο επίπεδο, ασκούνται το βάρος του w και η δύναμη F από το επίπεδο. Ποια είναι η σωστή απάντηση;

α) Οι δυνάμεις F και w έχουν σχέση δράσης-αντίδρασης.

β) Η αντίδραση της F είναι η δύναμη F' που ασκεί το σώμα στο επίπεδο.

γ) Η συνισταμένη της F και της w είναι διάφορη του μηδενός.

δ) Η συνισταμένη των F , F' και w είναι ίση με μηδέν.



10. Η συνισταμένη της δράσης και της αντίδρασης δεν έχει νόημα γιατί:

α) η δράση και η αντίδρασή της είναι δυνάμεις ίδιας κατεύθυνσης,

β) η δράση είναι μεγαλύτερη από την αντίδρασή της,

γ) η δράση και η αντίδρασή της δεν ασκούνται ταυτόχρονα,

δ) η δράση και η αντίδρασή της ασκούνται σε διαφορετικά σώματα.

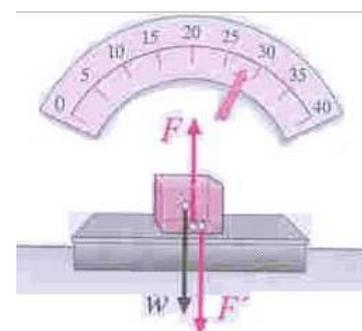
Ποια είναι η σωστή απάντηση; Να τη δικαιολογήσετε.

11. Ένα σώμα βάρους w ισορροπεί πάνω σε μια ζυγαριά. Αν F η δύναμη που ασκεί η ζυγαριά στο σώμα και F' η δύναμη που ασκεί το σώμα στη ζυγαριά, ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α) Οι δυνάμεις w και F έχουν σχέση δράσης-αντίδρασης.

β) Ισχύει $w=F$, διότι το σώμα ισορροπεί.

γ) Η ζυγαριά δείχνει την τιμή της δύναμης F' .



δ) Η ένδειξη της ζυγαριάς, στην προκειμένη περίπτωση, είναι ίση με το βάρος του σώματος.

12. Ένας γίγαντας και ένας νάνος κρατούν τα άκρα ενός τεντωμένου σκοινιού. Κάποια στιγμή ο γίγαντας τραβά απότομα το σκοινί.

i) Με το τράβηγμα του σκοινιού ποιος δέχθηκε μεγαλύτερη δύναμη, ο νάνος ή ο γίγαντας; Μήπως δέχθηκαν ίδια δύναμη;

ii) Γιατί με το τράβηγμα του σκοινιού θα κινηθεί ο νάνος προς το γίγαντα και όχι ο γίγαντας προς το νάνο;

13. Στο διπλανό σχήμα, ο νεαρός βρίσκεται πάνω στην αρχικά ακίνητη βάρκα και με τη βοήθεια του σκοινιού προσπαθεί να τη φέρει κοντά στην προκυμαία. Ο νεαρός μέσω του σκοινιού, ασκεί δύναμη F στον πάσσαλο, οπότε, σύμφωνα με το νόμο δράσης-αντίδρασης και ο πάσσαλος θα ασκεί στο νεαρό μια δύναμη F' ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης. Αφού οι δυνάμεις F και F' είναι αντίθετες, γιατί η βάρκα δεν ισορροπεί, αλλά κινείται προς την προκυμαία;



14. Το διπλανό αυτοκίνητο κινείται σε οριζόντιο επίπεδο δρόμο. Ξαφνικά ο οδηγός σβήνει τη μηχανή του.

i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο αυτοκίνητο.

ii) Τι πρέπει να συμβεί, ώστε το αυτοκίνητο να κάνει κίνηση ευθύγραμμη και ομαλή;



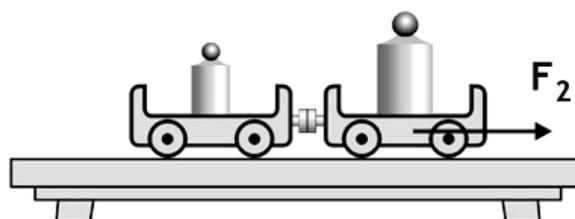
15. Ένα καρότσι Α μάζας $m_1=2\text{kg}$ και ένα άλλο καρότσι Β μάζας $m_2=4\text{kg}$ κινούνται ευθύγραμμα και συγκρούονται μεταξύ τους.

i) Αν κατά τη σύγκρουση το καρότσι Α ασκεί στο Β τη δύναμη F_2 που βλέπουμε στο σχήμα, να σχεδιάσετε τη δύναμη F_1 που ασκεί το καρότσι Β στο Α.

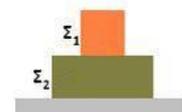
ii) Το μέτρο της δύναμης F_2 είναι 100N. Πόσο είναι το μέτρο της δύναμης F_1 ;

iii) Ποιο από τα δύο καρότσια έχει μεγαλύτερη αδράνεια;

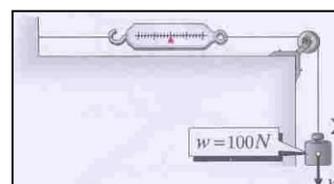
iv) Ποιανού καροτσιού η ταχύτητα μεταβάλλεται περισσότερο στο ίδιο χρονικό διάστημα; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



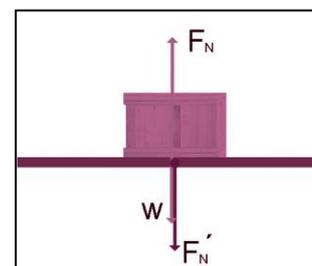
16. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα Σ_2 και Σ_1 . Ποιες είναι οι αντίστοιχες αντιδράσεις;



17. Να βρείτε την ένδειξη του δυναμόμετρου του διπλανού σχήματος αν το σώμα Σ είναι ακίνητο.



18. Ένα κιβώτιο βάρους 20 N ισορροπεί πάνω σε ένα τραπέζι.



i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο και να υπολογίσετε τα μέτρα τους.

ii) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το κιβώτιο στο τραπέζι και να τη σχεδιάσετε.

19. Ένας άνθρωπος μάζας $m=80\text{kg}$ ισορροπεί πάνω σε ζυγαριά. Να βρείτε την ένδειξη της ζυγαριάς όταν αυτή είναι ακίνητη στο δάπεδο.

Δίνεται:



$g=10\text{m/s}^2$.

20. i) Να δικαιολογήσετε το γεγονός ότι, ενώ η δράση και η αντίδρασή της είναι δυνάμεις αντίθετες, δεν αλληλοεξουδετερώνονται.

ii) Στο εργαστήριο παίρνουμε δύο διαφορετικά δυναμόμετρα Δ_1 και Δ_2 , τα συνδέουμε με τα άγκιστρα τους και ύστερα τα πιάνουμε από τους κρίκους και τα τεντώνουμε. Οι ενδείξεις των δυναμόμετρων θα είναι ίδιες ή διαφορετικές; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

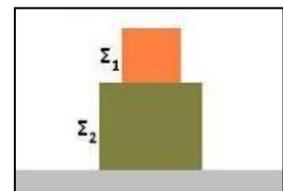
21. Το σώμα του σχήματος, βάρους $w=100\text{N}$, είναι κρεμασμένο από αβαρές σχοινί. Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις:

- i) που ασκούνται στο σώμα,
- ii) που ασκεί το σώμα,
- iii) που ασκούνται στο σχοινί,
- iv) που ασκεί το σχοινί.



22. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 του σχήματος έχουν βάρη $w_1=200\text{N}$ και $w_2=100\text{N}$ αντίστοιχα. Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις:

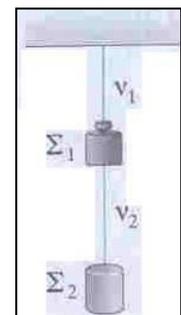
- i) που ασκούνται στο Σ_2 ,
- ii) που ασκεί το Σ_2 ,
- iii) που ασκούνται στο Σ_1 ,
- iv) που ασκεί το Σ_1 .



23. Ένα βιβλίο βρίσκεται ακίνητο πάνω σε οριζόντιο τραπέζι. Με το χέρι μας πιέζουμε το βιβλίο προς τα κάτω. Να σχεδιάσετε και να περιγράψετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο βιβλίο. Ποιες δυνάμεις ασκεί το βιβλίο στα σώματα με τα οποία έρχεται σε επαφή;

24. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 του σχήματος έχουν βάρη $w_1=8\text{N}$ και $w_2=5\text{N}$ αντίστοιχα και ισορροπούν εξαρτημένα από την οροφή με τη βοήθεια των αβαρών νημάτων v_1 και v_2 . Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις:

- i) που ασκούνται στο Σ_2 ,
- ii) που ασκεί το Σ_2 ,
- iii) που ασκούνται στο Σ_1 ,
- iv) που ασκεί το Σ_1 ,
- v) που ασκούνται στην κορυφή.



Μπορούμε να βρούμε τη συνισταμένη της δράσης και της αντίδρασης; Αιτιολογείστε.

25. Ένα ποδήλατο συγκρούεται μετωπικά με ένα αυτοκίνητο. Μεγαλύτερη δύναμη δέχεται το ποδήλατο ή το αυτοκίνητο;

26. Να δώσετε δύο παραδείγματα δράσης - αντίδρασης.

27. Η δράση είναι το αίτιο της αντίδρασης;

28. Ποια είναι η σχέση μεταξύ της δράσης και της αντίδρασης όσον αφορά τη διεύθυνση, τη φορά και το μέτρο;

29. Ένας μαγνήτης τοποθετείται κοντά σε μια σιδερένια βίδα. (Σωστό/Λάθος)

α) Μόνο ο μαγνήτης ασκεί δύναμη στη βίδα.

β) Μόνο η βίδα ασκεί δύναμη στον μαγνήτη.

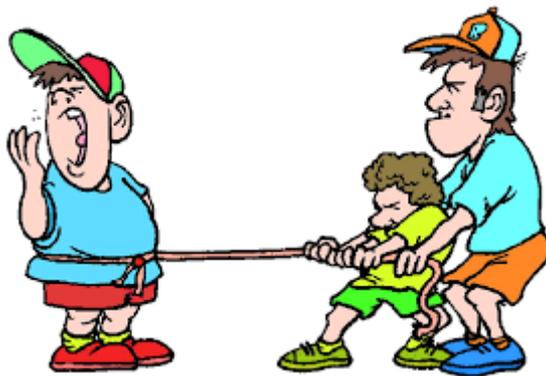
γ) Ο μαγνήτης ασκεί δύναμη στη βίδα και η βίδα ασκεί δύναμη στον μαγνήτη.

δ) Οι δυνάμεις της βίδας στον μαγνήτη και του μαγνήτη στην βίδα αλληλοαναιρούνται.

30. 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)

α) από τη Γη στο ανθοδοχείο β) από το ανθοδοχείο στη Γη

γ) από το τραπέζι στο ανθοδοχείο δ) του βάρους του ανθοδοχείου



ΤΕΣΤ 8 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!

1. Τι είναι δύναμη; Ποιες δυνάμεις ονομάζονται δυνάμεις επαφής και ποιες δυνάμεις από απόσταση; Δώστε παραδείγματα

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

2. α) Να διατυπώσετε το νόμο του Hooke.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

β) Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

Δύναμη F (N)	3		12	15
Συσπείρωση x(cm)		6	8	

ΜΟΝΑΔΕΣ 8

3. Πως εμφανίζονται οι δυνάμεις στη φύση; Τι εννοούμε ότι δύο σώματα αλληλεπιδρούν;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

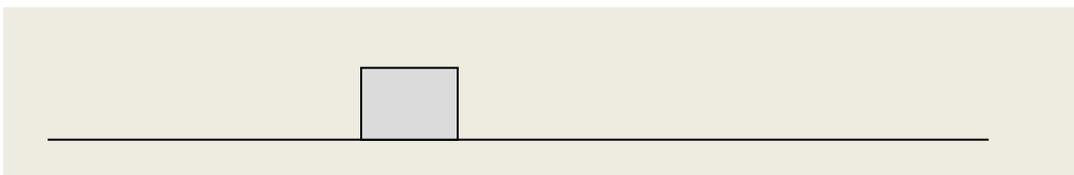
ΤΕΣΤ 9

1. Τι είναι βάρος; Ποια τα χαρακτηριστικά του; Αν ένα σώμα μεταφερθεί στη Σελήνη θα έχει βάρος;

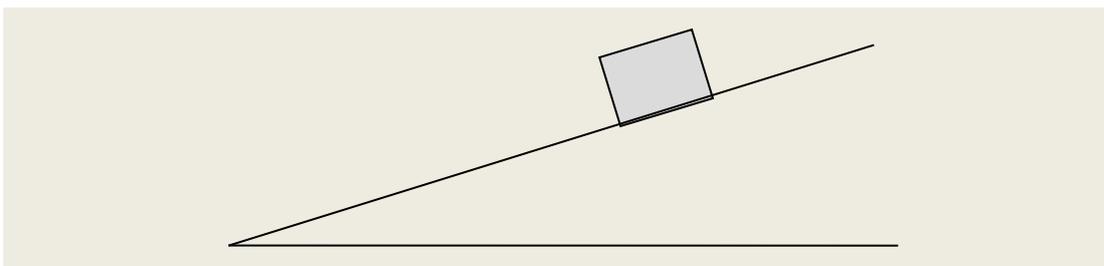
ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Πως σχεδιάζουμε τις δυνάμεις; Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα στις παρακάτω περιπτώσεις:

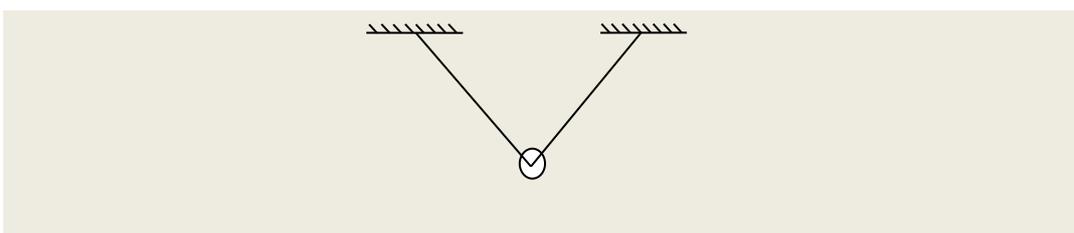
α) Σώμα κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση εξωτερικής δύναμης



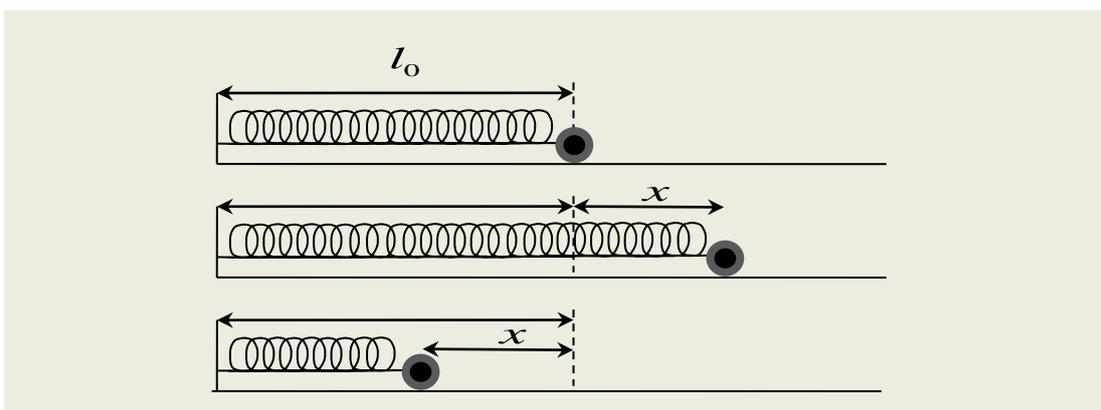
β) Σώμα **ανέρχεται** σε **μη λείο** κεκλιμένο επίπεδο υπό την επίδραση εξωτερικής δύναμης



γ) Σώμα **ισορροπεί** με την βοήθεια δύο νημάτων
Πως ονομάζονται οι δυνάμεις που ασκούν τα νήματα στα σώματα;



ε) Σώμα συνδεδεμένο με ελατήριο.
Πότε ασκούν τα ελατήρια δυνάμεις στο σώμα; τι κατεύθυνση έχουν;



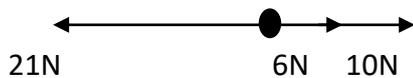
ΤΕΣΤ 10

1. Πόση είναι η συνισταμένη δύο δυνάμεων που έχουν μέτρα $F_1=3\text{N}$ και $F_2=4\text{N}$ και ασκούνται στο ίδιο υλικό σημείο; Όταν οι δυνάμεις είναι: α) ομόρροπες, β) αντίρροπες, γ) κάθετες.

ΜΟΝΑΔΕΣ 10

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

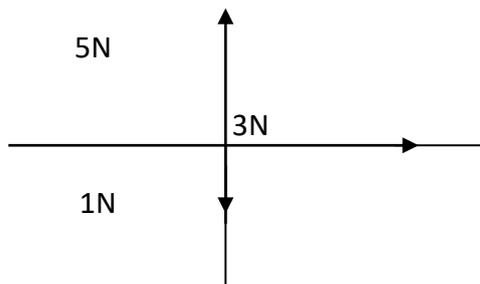
α)



β)



γ)



ΜΟΝΑΔΕΣ 10

ΤΕΣΤ 11

1. Να διατυπώσετε τον 1^ο νόμο του Νεύτωνα. Πότε λέμε ότι ένα σώμα ισορροπεί.
Ποια είναι η συνθήκη ισορροπίας ενός υλικού σημείου.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Όταν ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά, τότε η συνισταμένη δύναμη σε αυτό: (σωστό/λάθος)
- α) έχει φορά προς τα δεξιά β) έχει φορά προς τα αριστερά
γ) είναι μηδέν δ) είναι γενικά διάφορη του μηδενός

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

3.
α) Τι ονομάζεται αδράνεια; Ποιο είναι το μέτρο της αδράνειας;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

β) Σωστό/Λάθος

ι. Η αδράνεια είναι η δύναμη που διατηρεί την κίνηση των σωμάτων.

ιι. Τα σώματα έχουν αδράνεια μόνο όταν κινούνται.

ιιι. Όλα τα σώματα σταματούν να κινούνται όταν παύουν να ασκούνται πάνω τους δυνάμεις.

ιιιι. Για να κινείται ένα σώμα με σταθερή ταχύτητα, πρέπει να ασκούνται πάνω του δυνάμεις που να έχουν συνισταμένη ίση με μηδέν.

ιιιιι. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα ενός σώματος τόσο μικρότερη η αδράνεια του

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

4. Για ένα σώμα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα $u=14\text{m/s}$, γνωρίζουμε ότι του ασκούνται οι οριζόντιες δυνάμεις $F_1=8\text{N}$ και $F_2=4\text{N}$ προς τα δεξιά και η δύναμη $F_3=12\text{N}$ προς τα αριστερά, να υπολογίσετε:

α) το είδος της κίνησης του σώματος

β) την μετατόπισή του μετά από χρονικό διάστημα 5s.

γ) την ταχύτητά του

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

ΤΕΣΤ 12

1. Ποια σχέση συνδέει την αδράνεια με τη μάζα;

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

2. Όταν σε ένα σώμα η συνισταμένη των δυνάμεων είναι διάφορη από το μηδέν και σταθερή, τι είδους κίνηση εκτελεί αυτό; Πως συνδέεται η δύναμη με τη μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος συγκεκριμένης μάζας;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Δύο όμοια αυτοκίνητα κινούνται σε έναν ευθύγραμμο δρόμο, το ένα με σταθερή ταχύτητα και το άλλο με μεταβαλλόμενη ταχύτητα. Να συγκρίνετε τις συνισταμένες των δυνάμεων που δέχονται τα δύο αυτοκίνητα. Ποιος νόμος του Νεύτωνα ισχύει σε κάθε περίπτωση;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

4. Τι ονομάζεται μάζα και τι βάρος ενός σώματος; Ποιες είναι οι βασικές διαφορές ανάμεσα στη μάζα και το βάρος;

ΜΟΝΑΔΕΣ 9

ΤΕΣΤ 13

1. Διατυπώστε τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα.;

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

2. Ένα σώμα ηρεμεί πάνω στο τραπέζι.

α) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις αλληλεπίδρασης σώματος – τραπεζιού, σώματος - Γης.

β) Ποιες δυνάμεις δέχεται το σώμα; Ποια από αυτές είναι δύναμη επαφής και ποια είναι δύναμη από απόσταση;

ΜΟΝΑΔΕΣ 7

3. Σωστό/Λάθος

α) Η δράση είναι μεγαλύτερη από την αντίδραση.

β) Η δράση και η αντίδραση έχουν την ίδια κατεύθυνση.

γ) Η δράση και η αντίδραση δρουν σε διαφορετικά σώματα.

δ) Δεν έχει νόημα να μιλάμε για συνισταμένη της δράσης και της αντίδρασης.

ε) Η δράση είναι κάθετη δύναμη στην αντίδραση

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

4. Εξηγείστε με βάση τον 3^ο νόμο του Νεύτωνα:

α) πως πετάνε τα αεριωθούμενα αεροπλάνα

β) πως κολυμπάμε

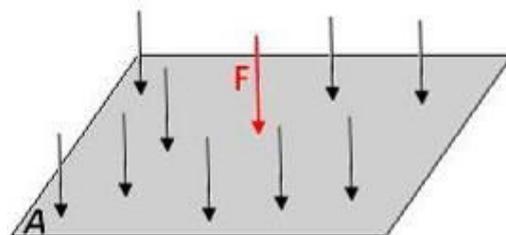
ΜΟΝΑΔΕΣ 4



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΙΕΣΗ

4.1. Πίεση

✓ **Πίεση:** το πηλίκο της δύναμης που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια προς το εμβαδόν της επιφάνειας.



$$\text{πίεση} = \frac{\text{δύναμη που δέχεται κάθετα η επιφάνεια}}{\text{εμβαδόν επιφάνειας}} \quad \text{ή} \quad p = \frac{F}{A}$$

✓ Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που ασκείται κάθετα σε μια επιφάνεια και όσο μικρότερο είναι το εμβαδόν της επιφάνειας τόσο μεγαλύτερη είναι και η πίεση που δέχεται η επιφάνεια.

✓ Η πίεση εκφράζει τη δύναμη που ασκείται κάθετα στη μονάδα επιφάνειας.

✓ Η δύναμη είναι διανυσματικό μέγεθος, ενώ η πίεση είναι μονόμετρο μέγεθος.

✓ Η δύναμη έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το 1 Νιούτον (1N), ενώ η πίεση το **1 Πασκάλ (1Pa)**.

$$1\text{Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

1Pa (Πασκάλ) είναι η πίεση που δέχεται επιφάνεια εμβαδού 1m^2 όταν της ασκείται κάθετα δύναμη 1N (Νιούτον).

✓ Το Pa είναι πολύ μικρή μονάδα, γι' αυτό πολλές φορές χρησιμοποιούμε το κιλοπασκάλ (kPa). Ισχύει: $1\text{kPa} = 1000\text{Pa}$.

✓ **Ρευστά:** τα σώματα που έχουν μεταβλητό σχήμα και κάθε φορά παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται (π.χ. λάδι, πετρέλαιο). Έχουν την δυνατότητα να ρέουν, σε αντίθεση με τα στερεά. Τα κυριότερα ρευστά είναι ο αέρας και το νερό.

Όταν ένα ρευστό βρίσκεται σε ισορροπία, πιέζει κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή. Με τον ατμοσφαιρικό αέρα ή όταν βουτάμε στο νερό πιέζονται τα τύμπανα σ' αυτιά μας και γι' αυτό πονάνε όταν ανεβαίνουμε σε μεγάλο ύψος στην ατμόσφαιρα ή όταν καταδυόμαστε σε μεγάλο βάθος στη θάλασσα.

Η πίεση και η δύναμη είναι το ίδιο πράγμα;

Η πίεση και η δύναμη δεν είναι το ίδιο πράγμα. Η πίεση εκφράζει τη δύναμη που ασκείται κάθετα σε μία επιφάνεια και σχετίζεται με την παραμόρφωση την οποία μπορεί να προκαλέσει η κάθετη δύναμη στην συγκεκριμένη επιφάνεια.
Οι κυριότερες διαφορές της δύναμης και της πίεσης είναι οι εξής:

Δύναμη	Πίεση
Διανυσματικό	Μονόμετρο
Μονάδα μέτρησης: 1N	Μονάδα μέτρησης: $1Pa = 1 \frac{N}{m^2}$
F	$p = \frac{F_k}{A}$

- ✓ **Υδροστατική πίεση:** η πίεση που ασκεί ένα υγρό όταν ισορροπεί.
- ✓ **Ατμοσφαιρική πίεση:** η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας.

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Το πόδι του ασιατικού ελέφαντα έχει εμβαδόν $0,04m^2$ ενώ ζυγίζει $4000kg$. Ποια η πίεση που ασκεί στο έδαφος;

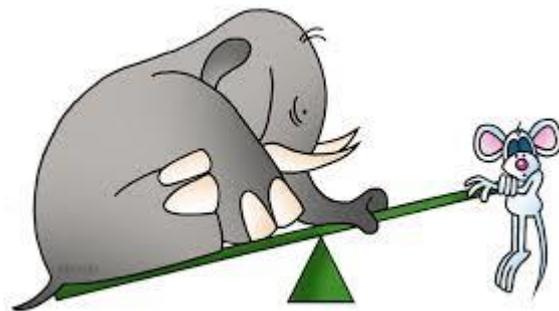
Λύση:

Προκειμένου να υπολογίσουμε την πίεση που ασκεί ο ελέφαντας στο έδαφος θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση του ορισμού της πίεσης:

$$P = \frac{F}{A}$$

Όπου A η επιφάνεια που ασκεί την πίεση. Ο ελέφαντας στέκεται με τέσσερα πόδια άρα η επιφάνεια που ασκεί την πίεση θα είναι $A = 4 \cdot 0,04m^2 = 0,16m^2$. Επίσης η δύναμη που ασκεί ο ελέφαντας στο έδαφος θα είναι ίση με το βάρος του $W = mg = 4000 \cdot 10 = 40000N$. Άρα αντικαθιστώντας στην παραπάνω εξίσωση:

$$P = \frac{40\ 000}{0,16}$$
$$P = 250\ 000\ Pa$$



Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Ποιο μέγεθος ονομάζουμε πίεση;
ii) Η πίεση είναι μονόμετρο ή διανυσματικό μέγεθος;
2. i) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της πίεσης στο S.I.;
ii) Τι εκφράζει η πίεση;
3. Να βρεθεί η σχέση που συνδέει τις μονάδες πίεσης kPa και N/cm².
4. Ο χασάπης φροντίζει να είναι πάντοτε τροχισμένος ο μπαλτάς με τον οποίο κόβει το κρέας. Να εξηγήσετε το γιατί.
5. Για να μετρήσουμε την πίεση που ασκεί η γόμα στη επιφάνεια του θρανίου όταν σβήνουμε κάτι που θέλουμε να διορθώσουμε, ποια από τα επόμενα όργανα μέτρησης θα χρησιμοποιήσουμε;
α) Δυναμόμετρο και ζυγαριά.
β) Δυναμόμετρο και ογκομετρικό κύλινδρο.
γ) Δυναμόμετρο και μετροταινία.
δ) Μετροταινία και χιλιοστομετρικό χαρτί.
6. Η πίεση που ασκείται σε μια επιφάνεια εμβαδού A , όταν ασκήσουμε κάθετα δύναμη F_k , είναι ίση με P . Αν διπλασιαστεί η δύναμη που ασκούμε κάθετα στην ίδια επιφάνεια, τότε η πίεση:
α. διπλασιάζεται
β. γίνεται η μισή σε σχέση με την αρχική
γ. παραμένει ίδια
δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.
7. Η πίεση που ασκείται σε μια επιφάνεια εμβαδού A , όταν ασκήσουμε κάθετα δύναμη F_k , είναι ίση με P . Αν ασκήσουμε την ίδια κάθετη δύναμη σε μια επιφάνεια τριπλάσιου εμβαδού, τότε η πίεση που θα δεχτεί η επιφάνεια:
α. διπλασιάζεται
β. υποδιπλασιάζεται
γ. τριπλασιάζεται
δ. υποτριπλασιάζεται.
8. Αν μια επιφάνεια δέχεται μεγάλη κάθετη δύναμη, τι από τα παρακάτω θα ισχύουν για την πίεση;
α. Θα είναι μεγάλη.
β. Θα είναι μικρή.
γ. Θα είναι μηδέν.
δ. Εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας.

9. Ένα βιβλίο Φυσικής είναι τοποθετημένο πάνω στο τραπέζι, οπότε το τραπέζι δέχεται ορισμένη πίεση. Αν τοποθετήσουμε πάνω από το βιβλίο της Φυσικής ένα δεύτερο όμοιο βιβλίο Φυσικής, τι από τα παρακάτω ισχύει;
- Η πίεση που δέχεται το τραπέζι διπλασιάζεται.
 - Η δύναμη που ασκείται στο τραπέζι δεν αλλάζει.
 - Η πίεση που δέχεται το τραπέζι δεν αλλάζει.
 - Η πίεση που δέχεται το τραπέζι γίνεται η μισή.
10. Τρεις όμοιες σφαίρες Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 έχουν μάζες $m_1=1\text{kg}$, $m_2=2\text{kg}$ και $m_3=3\text{kg}$ αντίστοιχα. Οι σφαίρες τοποθετούνται πάνω σε ένα τραπέζι. Ποια από τις τρεις σφαίρες προκαλεί μικρότερη πίεση στην επιφάνεια του τραπεζιού;
- Η σφαίρα Σ_1 .
 - Η σφαίρα Σ_2 .
 - Η σφαίρα Σ_3 .
 - Και οι τρεις σφαίρες προκαλούν την ίδια πίεση, γιατί είναι όμοιες.
11. Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις παρακάτω προτάσεις.
- Το στρώμα του κρεβατιού μας βουλιάζει περισσότερο όταν είμαστε ξαπλωμένοι πάνω σ' αυτό παρά όταν είμαστε όρθιοι πάνω σ' αυτό,
 - Ένα αυτοκίνητο θα μπορούσε να κινηθεί ευκολότερα πάνω στην άμμο αν είχε φαρδιά λάστιχα απ' ό,τι αν είχε λεπτά λάστιχα,
 - Το χερούλι μιας βαλίτσας δεν είναι φτιαγμένο από λεπτό ανθεκτικό νήμα, για να μην ασκεί μεγάλη πίεση στο χέρι μας όταν την κρατάμε.
 - Τα μεγάλα φορτηγά αυτοκίνητα φέρουν τρεις σειρές λάστιχα, για να αντέχουν το βάρος του φορτίου τους κατά τις μετακινήσεις τους.
 - Ο δρόμος δέχεται την ίδια πίεση είτε όταν περπατάμε πάνω σ' αυτόν είτε όταν κινούμαστε με το ποδήλατό μας.
12. Ένας ξυλοπόδαρος ζυγίζει 700N και το εμβαδόν της βάσης κάθε ξύλου που χρησιμοποιεί έχει εμβαδόν $A_1=4\text{cm}^2$. Ένας ελέφαντας ζυγίζει 20000N και τα πέλατά του έχουν συνολική επιφάνεια εμβαδού $A_2=500\text{cm}^2$. Ποιος από τους δύο ασκεί μεγαλύτερη πίεση στο έδαφος;
13. Έστω ότι ένας σκιέρ βαδίζει πάνω στο χιόνι με χιονοπέδιλα στα πόδια. Έχει μετρηθεί ότι η πίεση που ασκεί στο χιόνι είναι $p=2000\text{Pa}$. Αν ο σκιέρ έχει βάρος $w=800\text{N}$, να βρεθεί το εμβαδόν της επιφάνειας των χιονοπέδλων.
14. Το εμβαδόν των παπουτσιών ενός μαθητή είναι $A=300\text{cm}^2$ και το βάρος του $w=500\text{N}$. Πόση είναι η πίεση που ασκεί ο άνθρωπος στο έδαφος;
15. Η μύτη μιας πινέζας έχει εμβαδόν $A=0,1\text{mm}^2$. Αν γνωρίζουμε ότι η πίεση που θα πρέπει να δεχτεί ένα ξύλο για να εισχωρήσει η πινέζα μέσα σ' αυτό είναι $P=200\text{ N/cm}^2$, να βρείτε ποια δύναμη πρέπει να ασκήσουμε με το χέρι μας κάθετα στην πινέζα, για να εισχωρήσει μέσα στο ξύλο.
16. Ένα παιδί βάρους 600N βαδίζει πάνω σε αμμώδες έδαφος. Η πίεση που προκαλεί το παιδί στην άμμο είναι ίση με 3N/cm^2 . Πόσο είναι το εμβαδόν των παπουτσιών του;

17. Μια καρέκλα έχει βάρος 20N και πάνω σε αυτήν τοποθετούμε ένα κιβώτιο βάρους 180N. Αν καθένα από τα τέσσερα πόδια της καρέκλας έχει εμβαδόν 5cm^2 , να βρείτε την πίεση που προκαλεί κάθε πόδι της καρέκλας στο έδαφος.

18. Ένα τραπέζι που έχει βάρος $w=250\text{N}$ στηρίζεται σε ένα οριζόντιο δάπεδο με τέσσερα πόδια, με εμβαδό βάσης του κάθε ποδιού 5cm^2 .

i) Πόση πίεση ασκεί το κάθε πόδι του τραπεζιού στο δάπεδο;

ii) Αν τοποθετήσουμε κιβώτιο βάρους $w_1=100\text{N}$ πόση είναι η καινούργια πίεση που ασκεί το κάθε πόδι του τραπεζιού;

19. Ένα κιβώτιο με εμβαδόν βάσης $A_1=250\text{cm}^2$ τοποθετείται σε ένα τραπέζι. Καθένα από τα πόδια του τραπεζιού έχει εμβαδόν $A_2=10\text{cm}^2$. Η μάζα του κιβωτίου είναι $m=50\text{Kg}$ ενώ το βάρος του τραπεζιού είναι $w=300\text{N}$. Να υπολογίσετε την πίεση που δέχεται:

i) το τραπέζι από το κιβώτιο,

ii) το δάπεδο στο οποίο πατάει το τραπέζι από κάθε πόδι του τραπεζιού.

Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

20. Ένα τραπέζι έχει βάρος 200N και στηρίζεται σε οριζόντιο δάπεδο με τέσσερα πόδια, που το καθένα απ' αυτά έχει εμβαδόν βάσης $A_1=4\text{cm}^2$. Αν πάνω στο τραπέζι τοποθετήσουμε τρία κιβώτια, που το καθένα έχει βάρος 100N, πόση πίεση θα ασκεί κάθε πόδι του τραπεζιού στο δάπεδο;

21. Σε μια επιφάνεια ασκείται κάθετα δύναμη $F_1=90\text{N}$. Διαπιστώνεται ότι η πίεση που προκαλείται στην επιφάνεια είναι $P_1=6\text{N/cm}^2$, Αν στην επιφάνεια αυτή ασκηθεί κάθετα, ταυτόχρονα με την πρώτη δύναμη, και μια δεύτερη δύναμη $F_2=120\text{N}$ ίδιας κατεύθυνσης, να βρείτε πόση θα είναι η πίεση που θα δέχεται τώρα η επιφάνεια.

22. Ένας ξύλινος κύβος έχει μάζα $m=200\text{g}$ και πλευρά $a=4\text{cm}$. Να βρείτε την πίεση (σε N/cm^2) που ασκεί ο κύβος, όταν τοποθετηθεί σε ένα τραπέζι. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

23. Μια δύναμη F ενεργεί κάθετα σε μια ορθογώνια επιφάνεια με πλευρές $a=5\text{cm}$ και $\beta=4\text{cm}$. Αν η πίεση που προκαλείται στην επιφάνεια είναι $P=40\text{N/m}^2$, να βρείτε το μέτρο της δύναμης F .

24. Ένα σιδερένιο κιβώτιο σχήματος ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου με διαστάσεις $\alpha=50\text{cm}$, $\beta=60\text{cm}$ και $\gamma=20\text{cm}$ είναι τοποθετημένο σε οριζόντιο δάπεδο με τη μεγαλύτερη επιφάνειά του. Η πίεση που προκαλεί είναι ίση με 600Pa .

i) Πόσο είναι το βάρος του κιβωτίου;

ii) Πόση πίεση προκαλεί το κιβώτιο στο δάπεδο, όταν τοποθετηθεί σε αυτό με τη μικρότερή του επιφάνεια;

25. Ένα σώμα έχει εμβαδό βάσης $0,3\text{m}^2$ και η πίεση που ασκεί στο έδαφος είναι 40000N/m^2 . Να υπολογίσετε το βάρος του.

ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

26. Ένα σώμα έχει εμβαδό βάσης 2m^2 και το βάρος του είναι 2000N . Πόση πίεση ασκεί στο έδαφος;

27. Ένα σώμα έχει βάρος 8000N και ασκεί πίεση στο έδαφος $10000\text{N}/\text{m}^2$. Να υπολογίσετε το εμβαδό βάσης του.

28. Ένα σώμα έχει εμβαδό βάσης $0,4\text{cm}^2$ και η πίεση που ασκεί στο έδαφος είναι $40000\text{N}/\text{m}^2$. Να υπολογίσετε το βάρος του.

29. Ένα σώμα έχει εμβαδό βάσης 2mm^2 και το βάρος του είναι $0,02\text{kN}$. Πόση πίεση ασκεί στο έδαφος;

30. Μια κυρία με ψηλοτάκουνες γόβες ζυγίζει 500N και το εμβαδόν της βάσης κάθε τακουниού της είναι $A_1=1\text{cm}^2$. Ένας ελέφαντας ζυγίζει 200000N και τα πέλματά του έχουν συνολική επιφάνεια εμβαδού $A_2=1000\text{cm}^2$. Ποιος πιέζει περισσότερο το έδαφος;

4.2. Υδροστατική πίεση

✓ **Υδροστατική πίεση**: η πίεση που ασκεί ένα υγρό το οποίο ισορροπεί σε κάθε επιφάνεια με την οποία βρίσκεται σε επαφή.

Η υδροστατική πίεση οφείλεται στη βαρύτητα.

Στο διάστημα όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g \approx 0$ δεν έχουμε υδροστατική πίεση.

✓ Την υδροστατική πίεση τη μετράμε με ειδικά όργανα, τα **μανόμετρα**.

✓ Η εξίσωση που περιγράφει το νόμο της υδροστατικής πίεσης είναι:

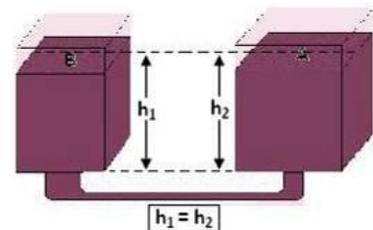
$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad (\text{νόμος της υδροστατικής πίεσης})$$

όπου ρ είναι η πυκνότητα του υγρού στο οποίο μετράμε την πίεση, g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας και h είναι το βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού στο οποίο μετράμε την πίεση.

✓ Από το νόμο της υδροστατικής πίεσης συμπεραίνουμε ότι η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη:

- της πυκνότητας ρ του υγρού στο οποίο μετράται
- της επιτάχυνσης της βαρύτητας g
- του βάθους h από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

✓ Η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη από το σχήμα του δοχείου και από τον όγκο του υγρού. Στα συγκοινωνούντα δοχεία η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.



✓ Τα υγρά ασκούν πίεση προς κάθε κατεύθυνση, δηλαδή η υδροστατική πίεση είναι ανεξάρτητη του προσανατολισμού της επιφάνειας που είναι βυθισμένη στο υγρό.

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Να υπολογίσετε την υδροστατική πίεση που δέχεται ένας δύτης σε βάθος 5m κάτω από την επιφάνεια του νερού μιας λίμνης. Δίνεται $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Λύση:

Προκειμένου να υπολογίσουμε την υδροστατική πίεση θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση του ορισμού της υδροστατικής πίεσης:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 1000 \cdot 10 \cdot 5$$

$$P = 50\,000 \text{ Pa}$$

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Τι ονομάζουμε υδροστατική πίεση και πού οφείλεται;
ii) Πως ονομάζονται τα όργανα μέτρησης της υδροστατικής πίεσης;
2. i) Ποια εξίσωση περιγράφει το νόμο της υδροστατικής πίεσης;
ii) Ποια συμπεράσματα προκύπτουν απ' αυτή;
3. i) Γιατί η δεξαμενή νερού η οποία τροφοδοτεί το δίκτυο ύδρευσης μιας πόλης τοποθετείται σε μεγάλο ύψος;
ii) Να δώσετε μια ερμηνεία για το ότι στα συγκοινωνούντα δοχεία η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.
4. i) Τι είναι τα αρτεσιανά φρέατα; Πού οφείλεται η αναπήδηση του νερού από αυτά;
ii) Τι είναι το «υδροστατικό παράδοξο»;
5. Στην πισίνα ενός ξενοδοχείου πέφτουν 20 κολυμβητές. Θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί η υδροστατική πίεση στον πυθμένα της πισίνας; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
6. Κρεμάμε ένα κέρμα από λεπτό νήμα το βυθίζουμε σ' ένα δοχείο γεμάτο με νερό. Παρατηρούμε ότι το κέρμα ισορροπεί σε κατακόρυφη διεύθυνση παρόλο που δέχεται δύναμη κάθετη στην επιφάνειά του λόγω υδροστατικής πίεσης. Πώς δικαιολογείται η ισορροπία του κέρματος;
7. Στη διπλανή εικόνα παριστάνονται τρία δοχεία διαφορετικού σχήματος τα οποία περιέχουν υγρό στο ίδιο ύψος.

i) Να συγκρίνετε τις πιέσεις στους πυθμένες των δοχείων.
ii) Να συγκρίνετε τις δυνάμεις που ασκούνται από το υγρό στους πυθμένες των δοχείων.
iii) Να συγκρίνετε τις δυνάμεις που ασκούν τα δοχεία στο τραπέζι πάνω στο οποίο ισορροπούν.
8. Από τις επόμενες προτάσεις, ποια είναι σωστή και ποια λανθασμένη; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
i) Η υδροστατική πίεση στο ίδιο βάθος του ίδιου υγρού είναι ίδια στη Γη και στη Σελήνη.
ii) Η υδροστατική πίεση στα σημεία της επιφάνειας ενός σώματος που βρίσκονται σε βάθος h από την ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού πυκνότητας ρ δίνεται από τη σχέση $p_{υδρ} = \rho \cdot g \cdot h$.
9. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;
α) Η υδροστατική πίεση οφείλεται στη βαρύτητα.
β) Τα όργανα με τα οποία μετράμε την υδροστατική πίεση ονομάζονται δυναμόμετρα.
γ) Η υδροστατική πίεση δεν εξαρτάται από τον προσανατολισμό της επιφάνειας η οποία είναι βυθισμένη στο υγρό.
δ) Η υδροστατική πίεση αυξάνεται ανάλογα με το βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.
ε) Για δοχείο που είναι γεμάτο με νερό, η υδροστατική πίεση στον πυθμένα του είναι

μικρότερη όταν το δοχείο βρίσκεται στην κορυφή του Ολύμπου απ' ό, τι όταν βρίσκεται στην παραλία του Λιτόχωρου.

στ) Όταν βουτάμε κάτω από την επιφάνεια του νερού, η πίεση που νιώθουμε στο σώμα μας οφείλεται στο βάρος του νερού που βρίσκεται από πάνω μας.

ζ) Η υδροστατική πίεση οφείλεται στις βαρυτικές δυνάμεις και μάλιστα αυξάνει με αυτές.

10. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες. Ένα παιδί θέλει να βαδίσει πάνω σε μια λασπώδη επιφάνεια και επιμένει να τοποθετήσει φαρδιές σανίδες πάνω στις οποίες να βαδίσει. Η άποψή του:

α) είναι σωστή, διότι έτσι δε θα γεμίσουν λάσπες τα παπούτσια του.

β) είναι λάθος, διότι οι σανίδες έχουν μεγάλο βάρος και έτσι θα βουλιάξει ευκολότερα στη λάσπη.

γ) είναι σωστή, διότι με αυτό τον τρόπο μειώνεται η πίεση στο έδαφος και έτσι δε θα βουλιάξει σε αυτό.

δ) είναι λάθος, διότι με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η πίεση στο έδαφος και έτσι δε θα βουλιάξει σε αυτό.

ε) τίποτα από τα παραπάνω.

11. Η υδροστατική πίεση στον οριζόντιο πυθμένα ενός δοχείου με υγρό εξαρτάται:

α) από το βάρος του υγρού

β) από το εμβαδόν του πυθμένα του δοχείου

γ) από την πυκνότητα του υγρού

δ) από το ύψος του υγρού μέσα στο δοχείο.

Ποιες από τις παραπάνω απαντήσεις είναι σωστές;

12. Σε μια πισίνα με οριζόντιο πυθμένα το ύψος του νερού είναι H . Σ' ένα σημείο A του νερού της πισίνας, που απέχει από τον πυθμένα απόσταση h , η υδροστατική πίεση είναι:

α) $P_A = \rho_v \cdot g \cdot h$ β) $P_A = \rho_v \cdot g \cdot H$ γ) $P_A = \rho_v \cdot g \cdot (H - h)$

όπου ρ_v η πυκνότητα του νερού και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

13. Από τις παρακάτω προτάσεις να επιλέξετε τη σωστή.

Ποιος είναι ο λόγος που είναι επικίνδυνο να βουτάμε απότομα σε μεγάλα βάθη;

α) Το νερό σε μεγάλα βάθη έχει χαμηλή θερμοκρασία.

β) Το οξυγόνο σε μεγάλα βάθη λιγοστεύει.

γ) Υπάρχει ο κίνδυνος να υποστούν βλάβη τα τύμπανα των αυτιών μας λόγω της υψηλής πίεσης.

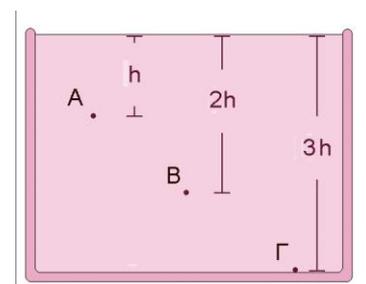
14. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Για τις υδροστατικές πιέσεις των σημείων A , B και Γ του σχήματος ισχύει:

α) $p_A = p_B = p_\Gamma$

β) $p_A = p_B/2 = p_\Gamma/3$

γ) $p_A = 2p_B = 3p_\Gamma$



15. Ένα δοχείο είναι γεμάτο με νερό πυκνότητας $\rho_{\text{νερ}}=1000\text{kg/m}^3$. Να βρεθεί η υδροστατική πίεση σε βάθος $h=20\text{cm}$ από την επιφάνεια του δοχείου.
Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

16. Η υδροστατική πίεση σε βάθος 30m από την επιφάνεια της θάλασσας μετρήθηκε και βρέθηκε $p=300\text{kPa}$. Πόση είναι η υδροστατική πίεση:

- i) Στην επιφάνεια της θάλασσας;
 - ii) Στον πυθμένα της θάλασσας που βρίσκεται σε βάθος 150m;
 - iii) Σε βάθος 10m από την επιφάνεια της θάλασσας;
- Δίνονται: $\rho_{\text{θαλ}}=1020\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$

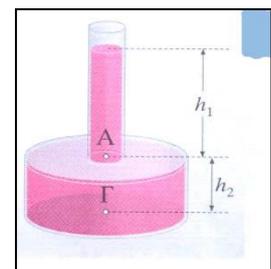
17. Τα τρία δοχεία που εικονίζονται στο σχήμα περιέχουν νερό ύψους $h=0,2\text{m}$.

- i) Πόση είναι η υδροστατική πίεση στον πυθμένα κάθε δοχείου;
- ii) Το εμβαδόν του πυθμένα του δοχείου A είναι 20cm^2 , του B 50cm^2 και του Γ 100cm^2 . Πόση είναι η δύναμη που ασκείται στον πυθμένα κάθε δοχείου λόγω της υδροστατικής πίεσης; Δίνονται: $\rho_{\text{νερ}}=10^3\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.



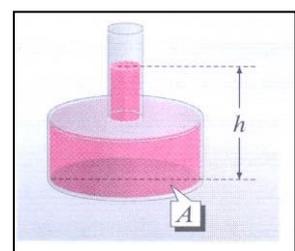
18. Το δοχείο του διπλανού σχήματος περιέχει νερό πυκνότητας $\rho=1\text{g/cm}^3$. Αν είναι $h_1=2\text{m}$ και $h_2=1\text{m}$, να βρείτε:

- i) την υδροστατική πίεση στα σημεία A και Γ,
- ii) τη δύναμη που δέχεται ο πυθμένας του δοχείου από το νερό, αν έχει εμβαδόν $A=20\text{cm}^2$. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.



19. Το δοχείο του σχήματος περιέχει νερό πυκνότητας $\rho=1\text{g/cm}^3$ με ύψος $h=2\text{m}$. Ο πυθμένας του δοχείου έχει εμβαδόν $A=20\text{cm}^2$. Αν είναι $g=10\text{m/s}^2$, να υπολογίσετε:

- i) την πυκνότητα του νερού σε kg/m^3 ,
- ii) την υδροστατική πίεση σε P_A σ' ένα σημείο του πυθμένα του δοχείου,
- iii) τη δύναμη που δέχεται ο πυθμένας του δοχείου από το νερό.



20. Να βρεθεί η υδροστατική πίεση σε βάθος $h=10\text{m}$ από την επιφάνεια της θάλασσας. Δίνεται ότι $g=10\text{m/s}^2$ και ότι η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι $\rho_{\text{θαλ}}=1020\text{kg/m}^3$.

21. Μια δεξαμενή έχει σχήμα κύβου πλευράς 3m. Η δεξαμενή είναι γεμάτη με πετρέλαιο. Αν η πυκνότητα του πετρελαίου είναι $\rho=0,85\text{g/cm}^3$ να βρείτε:

- i) την υδροστατική πίεση (σε N/m^2) που δέχεται ο πυθμένας της δεξαμενής.
- ii) τη δύναμη που δέχεται ο πυθμένας της δεξαμενής. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

22. Ένα δοχείο περιέχει κάποιο υγρό μέχρι ύψος 60cm. Αν η υδροστατική πίεση στον πυθμένα του δοχείου είναι ίση με $P=1,8\text{N/cm}^2$ να βρείτε την πυκνότητα του υγρού (σε g/cm^3). Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

23. Ένας δύτης, όταν κολυμπάει κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας σε σταθερό βάθος, δέχεται υδροστατική πίεση $P=20,8\text{N/cm}^2$. Αν η πυκνότητα του θαλασσινού νερού είναι $\rho=1,04\text{g/cm}^3$, να βρείτε:

i) Σε ποιο βάθος κολυμπάει ο δύτης;

ii) Πόση δύναμη ασκείται σε κάθε αυτί του, αν το εμβαδόν των τυμπάνων του αυτιού είναι περίπου ίσο με 1cm^2 ;

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

24. Η υδροστατική πίεση σε βάθος 10m από την επιφάνεια μιας λίμνης είναι ίση με 150.000Pa .

i) Πόση είναι η υδροστατική πίεση σε βάθος 2 m από την επιφάνεια της λίμνης;

ii) Πόση είναι η υδροστατική πίεση στον πυθμένα της λίμνης, αν το βάθος της είναι 45m;

25. Ένας σωλήνας περιέχει υδράργυρο μέχρι ύψους $h_1=20\text{cm}$. Αν αδειάσουμε το σωλήνα και τον γεμίσουμε με νερό, πόσο θα πρέπει να είναι το ύψος της στάθμης ώστε να ασκεί την ίδια πίεση στον πυθμένα του σωλήνα, με αυτή που ασκούσαν όταν αυτός περιείχε υδράργυρο; Δίνονται η πυκνότητα του νερού $\rho_{\text{νερ}}=1000\text{kg/m}^3$, η πυκνότητα του υδραργύρου $\rho_{\text{υδρ}}=13\text{gr/cm}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

26. Σε μια πισίνα με οριζόντιο πυθμένα το ύψος του νερού είναι H. Σε ένα σημείο A του νερού της πισίνας, που απέχει από τον πυθμένα απόσταση h, η υδροστατική πίεση είναι:

α) $P_A=d_v+g+h$ β) $P_A=d_vgh$ γ) $P_A=d_vg(H-h)$

27. 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

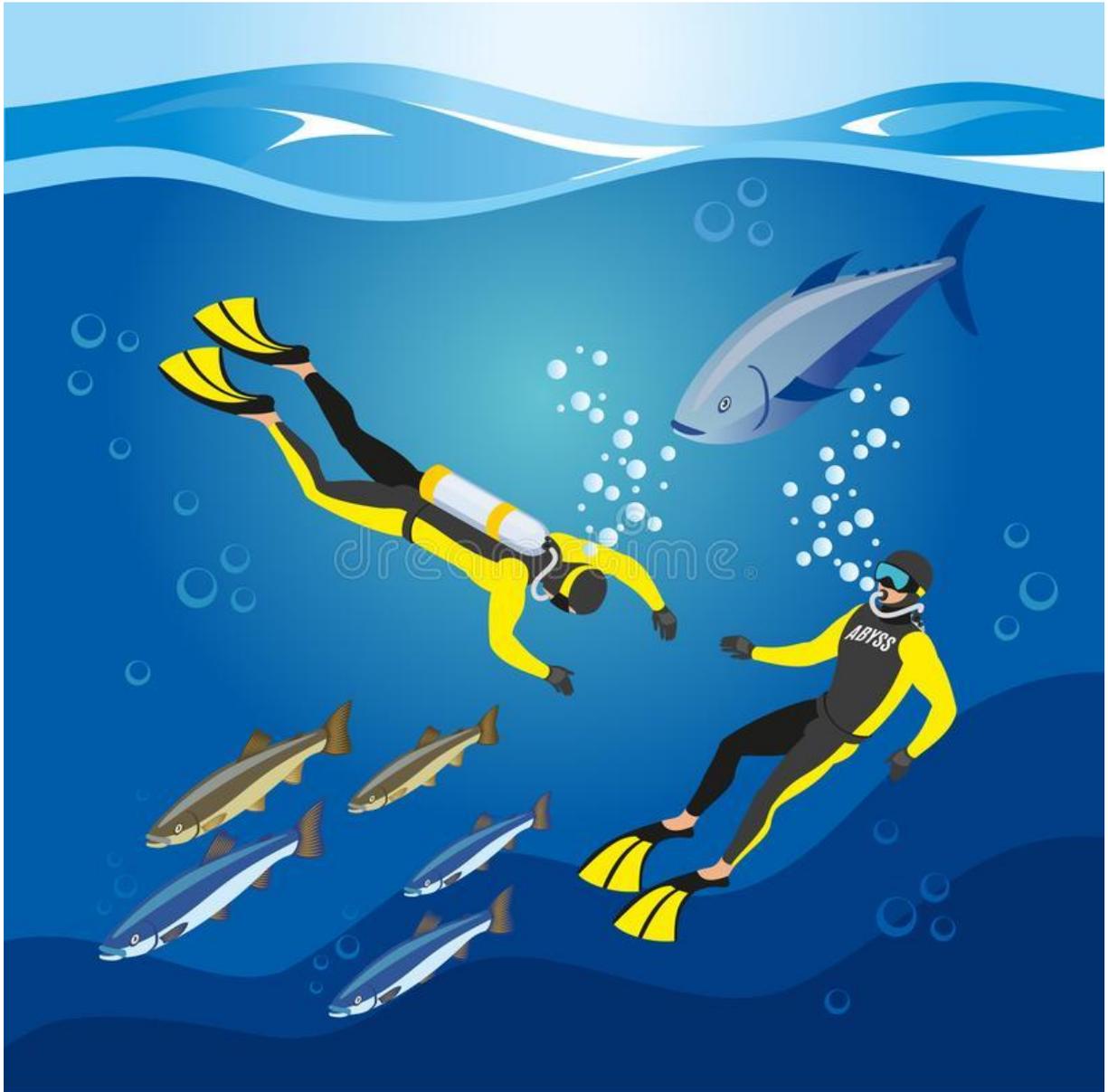
γ) στην επιφάνεια της θάλασσας

28. Πόσο ύψος πρέπει να έχει μια κατακόρυφη στήλη νερού, ώστε να προκαλεί στη βάση της ίδια υδροστατική πίεση με αυτή που προκαλεί μια κατακόρυφη στήλη υδραργύρου ύψους 1m; Δίνονται $d_v=1\text{g/cm}^3$ και $d_{\text{υδρ}}=13,6\text{g/cm}^3$.

29. Ποια είναι η υδροστατική πίεση στα 5m από τον πυθμένα μιας πισίνας συνολικού βάθους 15m. Δίνονται $d_v=1000\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

30. Πόση είναι η πυκνότητα ενός υγρού το οποίο σε βάθος 2cm έχει υδροστατική πίεση 1kPa . Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

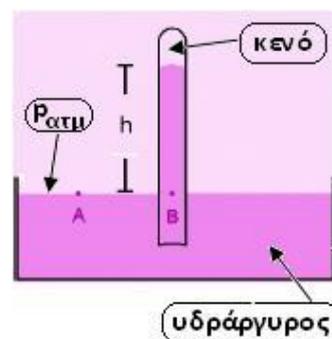
31. Σε ποιο βάθος η θάλασσα έχει υδροστατική πίεση 102000Pa. Δίνονται $d_v=1020\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.



4.3. Ατμοσφαιρική πίεση

- ✓ **Ατμοσφαιρική πίεση:** η πίεση που ασκεί ο ατμοσφαιρικός αέρας. Οφείλεται στο βάρος του ατμοσφαιρικού αέρα. Για παράδειγμα στη Σελήνη, που δεν υπάρχει ατμοσφαιρικός αέρας, δεν υπάρχει ατμοσφαιρική πίεση.
- ✓ Η ατμοσφαιρική πίεση **εξαρτάται από το υψόμετρο**. Για μεγαλύτερο υψόμετρο η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης μειώνεται.
- ✓ **Βαρόμετρα:** όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης.

✓ Ο Τορικόλι ήταν ο πρώτος που μέτρησε την ατμοσφαιρική πίεση (1643). Χρησιμοποίησε τη διάταξη του σχήματος, στην οποία ο σωλήνας και το δοχείο περιέχουν υδράργυρο. Σύμφωνα με το πείραμα αυτό, η ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στο σημείο Α της επιφάνειας του υγρού ισούται με την υδροστατική πίεση στο σημείο Β στο υγρό του σωλήνα. Άρα:



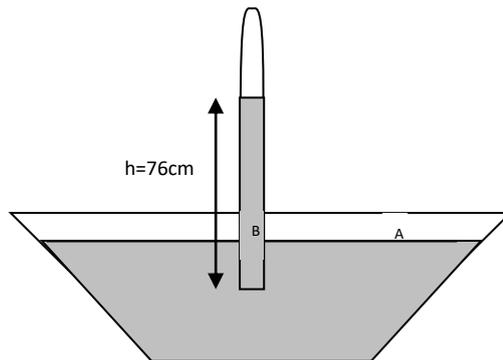
$$p_{\alpha\tau\mu} = p_{\text{υδρ}} = \rho \cdot g \cdot h$$

- ✓ Η τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης $p_{\alpha\tau\mu}$ στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ίση με μία ατμόσφαιρα ($1 \text{ atm} = 100000 \text{ Pa}$).
- ✓ 1 Torr : η υδροστατική πίεση που ασκεί στη βάση της στήλη υδραργύρου, ύψους 1 mm . Η ονομασία δόθηκε προς τιμήν του Τορικόλι και ισχύει ότι $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$.

Τι γνωρίζετε για το πείραμα του Τορικόλι;

Ο Τορικόλι γέμισε ένα δοχείο με υδράργυρο και πήρε ένα μακρύ γυάλινο σωλήνα τον οποίο γέμισε επίσης με υδράργυρο μέχρι το ανοιχτό στόμιο του σωλήνα. Στη συνέχεια έκλεισε με το δάχτυλο του το στόμιο του σωλήνα και τον αναποδογύρισε προσεκτικά μέσα στο δοχείο με τον υδράργυρο όπως φαίνεται στο σχήμα. Όταν ελευθέρωσε το στόμιο του σωλήνα απομακρύνοντας το δάχτυλο του, παρατήρησε ότι μόνο ένα μέρος από τον υδράργυρο που βρισκόταν αρχικά μέσα στο σωλήνα χύθηκε στο δοχείο και δεν χύθηκε ολόκληρη η ποσότητα του υδραργύρου όπως ίσως θα περίμενε κανένας. Τελικά διαπίστωσε ότι η στάθμη του υδραργύρου ισορρόπησε στα 76 cm πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού στο δοχείο.

Το γεγονός ότι ο υδράργυρος δεν πέφτει όλος μέσα στο δοχείο αποδεικνύει την ύπαρξη της ατμοσφαιρικής πίεσης, διότι αν δεν υπήρχε ατμοσφαιρική πίεση θα έπρεπε και στο δοχείο και στο σωλήνα ο υδράργυρος να είναι στην ίδια στάθμη σύμφωνα με την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων. **Επειδή τα σημεία Α και Β βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο δέχονται την ίδια πίεση και σύμφωνα με τον**



νόμο της υδροστατικής και άρα ισχύει

$$p_A = p_B$$

Το σημείο A βρίσκεται στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού στο δοχείο και επομένως η πίεση ασκείται από τον αέρα της ατμόσφαιρας και άρα η πίεση στο σημείο αυτό είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση δηλαδή $p_A = p_{ατμ}$.

Το σημείο B είναι μέσα στον αναποδογυρισμένο σωλήνα του υδραργύρου και επομένως δέχεται πίεση από τη στήλη του υδραργύρου που βρίσκεται πάνω από αυτό και επομένως $p_B = p_{υδρ}$. Με βάση τα παραπάνω μπορούμε να υπολογίσουμε την ατμοσφαιρική πίεση ως εξής:

$$p_A = p_B$$

$$p_{ατμ} = p_{υδρ}$$

$$p_{ατμ} = d_{Hg} \cdot g \cdot h$$

$$p_{ατμ} = 13600 \frac{Kg}{m^3} \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 0,76m$$

$$p_{ατμ} = 101.293 \frac{N}{m^2}$$

όπου d_{Hg} η πυκνότητα του υδραργύρου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και h το ύψος της στήλης του υδραργύρου πάνω από το σωλήνα. **Με το πείραμα του ο Τορικόλι όχι μόνο απέδειξε την ύπαρξη της ατμοσφαιρικής πίεσης αλλά και την υπολόγισε κιόλας.** Πρακτικά μπορούμε να θυμόμαστε ότι η ατμοσφαιρική πίεση είναι περίπου $p_{ατμ} = 100.000 \frac{N}{m^2}$.

Σημειώνουμε εδώ ότι στο χώρο πάνω από την επιφάνεια του υδραργύρου μέσα στο σωλήνα δεν υπάρχει αέρας, ο χώρος είναι κενός και επομένως η πίεση στο χώρο αυτό είναι μηδενική.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Πού οφείλεται η ατμοσφαιρική πίεση; Γιατί στη Σελήνη δεν υπάρχει ατμοσφαιρική

πίεση;

ii) Τι ονομάζουμε πίεση μίας ατμόσφαιρας ($p=1 \text{ atm}$);

2. i) Να περιγράψετε το πείραμα του Τορικόλι.

ii) Ποια πίεση ονομάζουμε 1 Torr; Ποια είναι η σχέση μεταξύ 1 atm και 1 Torr;

iii) Πώς ονομάζονται τα όργανα με τα οποία μετράμε την ατμοσφαιρική πίεση;

3. Ποιες είναι οι δύο σημαντικές ομοιότητες μεταξύ υδροστατικής και ατμοσφαιρικής πίεσης;

4. Με μια αντλία αφαιρούμε τον αέρα μέσα από ένα άδειο πλαστικό δοχείο λαδιού. Κατά την αφαίρεση του αέρα θα παραμορφωθεί το δοχείο; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

5. Μπορούμε να μετρήσουμε την ατμοσφαιρική πίεση κάνοντας το πείραμα του Τορικόλι, αλλά χρησιμοποιώντας σωλήνα ανοικτό και στα δύο άκρα του;

6. Αφού κάνουμε το πείραμα του Τορικόλι, ανοίγουμε τρύπα στο τμήμα του σωλήνα που βρίσκεται πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου του. Τι θα συμβεί;

7. Στην επιφάνεια της θάλασσας, όπου $g_T=9,8 \text{ m/s}^2$, η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p=10^5 \text{ Pa}$. Πόση είναι η ατμοσφαιρική πίεση σ' έναν πλανήτη ο οποίος δεν έχει ατμόσφαιρα και όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g_A=5,2 \text{ m/s}^2$.

8. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Οι προτάσεις αφορούν στο πείραμα του Τορικόλι.

α) Ο Τορικόλι στο πείραμά του χρησιμοποίησε ένα σωλήνα γεμάτο με νερό.

β) Ο Τορικόλι στο πείραμά του εκμεταλλεύτηκε το βασικό νόμο της υδροστατικής.

γ) Ο Τορικόλι για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένα σωλήνα που θα ήταν ανοικτός στο επάνω μέρος του.

δ) Το ύψος h στο οποίο σταθεροποιείται η στήλη του υδραργύρου θα είναι ίδιο, ανεξάρτητα από τον τόπο που γίνεται το πείραμα.

ε) Το ύψος h στο οποίο σταθεροποιείται το υγρό μέσα στο σωλήνα είναι ανεξάρτητο από το είδος του υγρού που περιέχεται στο σωλήνα του πειράματος.

9. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α) Με το γνωστό του πείραμα ο Τορικόλι απέδειξε την ύπαρξη ατμοσφαιρικής πίεσης και ταυτόχρονα την υπολόγισε.

β) Μονάδα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης στο S.I. είναι το Νιούτον (1N).

γ) Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $p_{\text{ατμ}}=76 \text{ cm}$.

δ) Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ίση με την υδροστατική πίεση που ασκεί στη βάση της μια στήλη υδραργύρου ύψους 76cm.

10. Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α) Ο αέρας, παρότι δεν είναι ορατός, έχει μάζα και βάρος.

β) Η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνει με την αύξηση του ύψους από την επιφάνεια της θάλασσας.

- γ) Όταν βρισκόμαστε στην επιφάνεια της γης και γενικά σε πολύ χαμηλά ύψη δεν αισθανόμαστε την ατμοσφαιρική πίεση πάνω μας.
δ) Όταν σε μια συσκευασία αφαιρούμε τον αέρα από το εσωτερικό της, η πίεση στο εσωτερικό της συσκευασίας παραμένει ίδια με την ατμοσφαιρική πίεση.

11. 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. Και στις τρεις περιοχές η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίδια.
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

12. Σε ποια από τις παρακάτω περιοχές το ύψος h στο οποίο σταθεροποιείται η στήλη του υδραργύρου θα είναι μικρότερο, αν πραγματοποιήσουμε το πείραμα του Τορικέλι;

- α. Στην κορυφή του Έβερεστ.
β. Στην κορυφή του Ολύμπου.
γ. Στην κορυφή της Πάρνηθας.
δ. Και στις τρεις περιοχές το ύψος h είναι ίδιο.
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

13. Μετρώντας το ύψος της στήλης του υδραργύρου, για το πείραμα του Τορικέλι, στην κορυφή ενός βουνού, το βρίσκουμε $h=60\text{cm}$. Αν $\rho_{\text{υδραργ}}=13,6\text{g/cm}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$, να βρείτε την ατμοσφαιρική πίεση στην κορυφή του βουνού σε Pa και σε atm.

14. Αν ο Τορικέλι πραγματοποιούσε το πείραμά του με νερό αντί για υδράργυρο, ποιο θα ήταν το αντίστοιχο ύψος της στήλης του νερού μέσα στον σωλήνα; Δίνεται ότι η πυκνότητα του υδραργύρου είναι $\rho_{\text{υδραργ}}=13.600\text{kg/m}^3$ και του νερού $\rho_{\text{νερ}}=1000\text{kg/m}^3$.

15. Σ' έναν τόπο όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι $p_{\text{ατμ}}=1\text{atm}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$ πραγματοποιούμε το πείραμα του Τορικέλι με νερό αντί για υδράργυρο. Αν $\rho_{\text{νερ}}=1\text{g/cm}^3$, να βρείτε το ύψος h της στήλης του νερού μέσα στον σωλήνα.

16. Η ατμοσφαιρική πίεση σ' έναν τόπο είναι ίση με $p_{\text{ατμ}}=9,52\text{N/cm}^2$. Αν πραγματοποιήσουμε στον τόπο αυτό το πείραμα του Τορικέλι, πόσο θα είναι το ύψος του υδραργύρου μέσα στον σωλήνα; Η πυκνότητα του υδραργύρου είναι $\rho_{\text{υδραργ}}=13,6\text{g/cm}^3$.
Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

17. Αφού κάνουμε το πείραμα του Τορικέλι, ανοίγουμε τρύπα στο τμήμα του σωλήνα που βρίσκεται πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του υδραργύρου του. Τι θα συμβεί;

18. Σωστό/Λάθος

- α) Με το γνωστό του πείραμα ο Τορικέλι απέδειξε την ύπαρξη ατμοσφαιρικής πίεσης και ταυτόχρονα την υπολόγισε.
β) Μονάδα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι το Νιούτον.
γ) Η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ίση με $P_{\text{ατμ}}=76\text{cm}$.

19. Με μια αντλία αφαιρούμε τον αέρα μέσα από ένα άδειο πλαστικό δοχείο λαδιού. Κατά την αφαίρεση του αέρα θα παραμορφωθεί το δοχείο;

20. Μετρώντας το ύψος της στήλης του υδραργύρου, για το πείραμα του Τορικέλι, στην κορυφή ενός βουνού, το βρίσκουμε $h=60\text{cm}$. Αν $d_{\text{υδρ}}=13,6\text{g/cm}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$, να βρείτε την ατμοσφαιρική πίεση στην κορυφή του βουνού σε Pa και σε atm.

21. Η ατμοσφαιρική πίεση σε έναν τόπο είναι ίση με $P_{\text{ατμ.}}=9,52\text{N/cm}^2$. Αν πραγματοποιήσουμε στον τόπο αυτό το πείραμα του Τορικέλι, πόσο θα είναι το ύψος του υδραργύρου μέσα στον σωλήνα; Δίνονται $d_{\text{υδρ}}=13,6\text{g/cm}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.



4.4. Μετάδοση των πιέσεων στα ρευστά

✓ **Αρχή του Πασκάλ:** Κάθε μεταβολή στην πίεση σε οποιοδήποτε σημείο ενός ρευστού που βρίσκεται σε περιορισμένο χώρο και είναι ακίνητο, προκαλεί ίση μεταβολή της πίεσης σε όλα τα σημεία του.

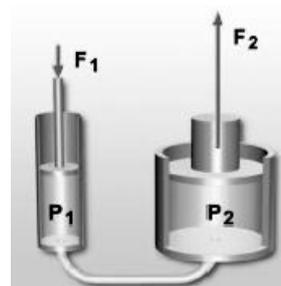
✓ Η ατμοσφαιρική πίεση που ασκείται στην ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού μεταδίδεται, σύμφωνα με την αρχή του Πασκάλ, σε όλα τα σημεία του υγρού. Η πίεση σε ένα σημείο που βρίσκεται σε βάθος h από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού θα ισούται με το άθροισμα της ατμοσφαιρικής (εξωτερικής) και της υδροστατικής πίεσης. Δηλαδή:

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

✓ Για την υδραυλική αντλία ισχύει:

$$p_1 = p_2 \quad \text{δηλαδή} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{ή} \quad F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

Η υδραυλική αντλία είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό της δύναμης που ασκούμε στο μικρό έμβολο.



Αναλυτικά:

Η υδραυλική αντλία είναι μια διάταξη με την οποία μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε την δύναμη που εφαρμόζουμε σε μια επιφάνεια. Η συσκευή αποτελείται από δύο δοχεία τα οποία συγκοινωνούν μεταξύ τους και τα οποία περιέχουν κάποιο ρευστό, συνήθως κάποιο λάδι. Τα δύο δοχεία σφραγίζονται με δύο έμβολα τα οποία μπορούν να κινούνται κατακόρυφα. Τα έμβολα έχουν διαφορετικά εμβαδά όπως φαίνεται και έστω A_1 το εμβαδόν του μικρού εμβόλου και A_2 το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου ($A_2 > A_1$). Αν στο εμβαδόν A_1 εφαρμόσουμε εξωτερικά μια δύναμη F_1 όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, τότε ασκούμε στο υγρό μια πρόσθετη εξωτερική πίεση:

$$p = \frac{F_1}{A_1}$$

Σύμφωνα με την αρχή του Pascal η πίεση αυτή μεταδίδεται αναλλοίωτη στο μεγάλο έμβολο. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται την εμφάνιση μιας δύναμης F_2 εσωτερικά η οποία ωθεί το μεγάλο έμβολο κατακόρυφα προς τα πάνω. Επομένως και στο μεγάλο έμβολο θα ασκείται η ίδια πρόσθετη πίεση και θα ισχύει:

$$p = \frac{F_2}{A_2}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω θα ισχύει

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

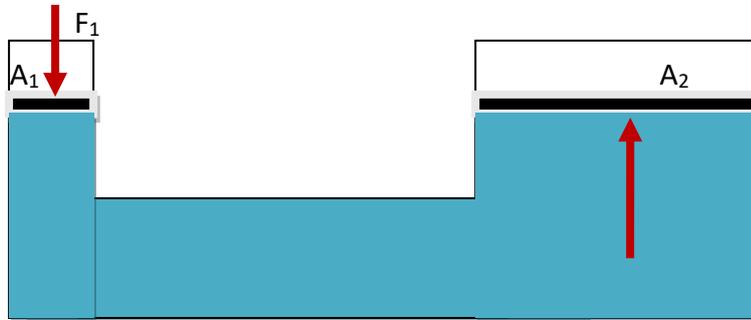
και άρα

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

αλλά επειδή ισχύει ότι

$A_2 > A_1$ θα ισχύει ότι και $F_2 > F_1$

Συνεπώς με την υδραυλική αντλία μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε τη δύναμη μας!



Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Το εμβαδόν του μικρού εμβόλου μια υδραυλικής αντλίας είναι 20cm^2 και του μεγάλου εμβόλου 1m^2 . Ποια δύναμη πρέπει να ασκήσουμε στο μικρό έμβολο για να ανυψωθεί ένα σώμα μάζας 100kg που βρίσκεται πάνω στο μεγάλο έμβολο;

Λύση:

Με βάση το παραπάνω σχήμα εφαρμόζουμε την αρχή του Πασκάλ:

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

- ✓ Η ελάχιστη δύναμη που πρέπει να ασκήσουμε στο σώμα που βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο προκειμένου να ανυψωθεί το σώμα θα είναι ίση με το βάρος του σώματος:

$$W = m \cdot g = 1000\text{N}$$

- ✓ Μετατρέπουμε όλες τις μονάδες ώστε να είναι όλες στο Διεθνές Σύστημα:
 $20\text{cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4}\text{m}^2 = 2 \cdot 10^{-3}\text{m}^2$

Αντικαθιστώντας στο νόμο του Πασκάλ:

$$\frac{F_1}{2 \cdot 10^{-3}} = \frac{1000}{1}$$

$$F_1 = 2\text{N}$$

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Να διατυπώσετε την αρχή του Πασκάλ.
ii) Όταν μεταβάλλεται η ατμοσφαιρική πίεση, η ολική πίεση στον πυθμένα μιας λίμνης μεταβάλλεται; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
2. Για τη λειτουργία του υδραυλικού πιεστηρίου να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.
α. Η δύναμη στο μεγάλο έμβολο είναι αντίθετη της δύναμης στο μικρό έμβολο.
β. Η δύναμη στο μικρό έμβολο έχει αντίθετη φορά από τη δύναμη στο μεγάλο έμβολο.
γ. Για να πολλαπλασιάσουμε τη δύναμη, θα πρέπει να ασκήσουμε μια μικρή δύναμη στο μεγάλο έμβολο.
δ. Η πίεση που δέχεται το μικρό έμβολο είναι ίση με την πίεση που δέχεται το μεγάλο έμβολο.
ε. Η λειτουργία του υδραυλικού πιεστηρίου στηρίζεται στην αρχή του Πασκάλ.
στ. Με ένα υδραυλικό πιεστήριο κερδίζουμε σε ενέργεια.
3. Για ένα αυτοκίνητο που έχει υδραυλικά φρένα να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.
α. Μεγαλύτερη πίεση προκαλείται στο πεντάλ του φρένου απ' ό,τι στους τροχούς.
β. Μεγαλύτερη δύναμη ασκείται στους τροχούς απ' ό,τι στο πεντάλ του φρένου.
γ. Η πίεση που προκαλείται στο πεντάλ του φρένου είναι ίση με την πίεση που προκαλείται στους τροχούς.
δ. Η δύναμη που ασκείται στο πεντάλ του φρένου είναι ίση με την πίεση που ασκείται στους τροχούς.
4. Αν η δύναμη F_2 στο μεγάλο έμβολο ενός υδραυλικού πιεστηρίου είναι οκταπλάσια της δύναμης F_1 που ασκείται στο μικρό έμβολο, τι από τα παρακάτω ισχύει για τα εμβαδά των δύο εμβόλων;
α. $A_1=8A_2$ β. $A_1=(1/8)A_2$ γ. $A_1=4A_2$ δ. $A_1=A_2$.
5. Αν για τα εμβαδά των εμβόλων ενός υδραυλικού πιεστηρίου είναι $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{4}$, τι από τα παρακάτω ισχύει για τις δυνάμεις F_1 και F_2 στα δύο έμβολα;
α. $F_1=F_2$ β. $F_1=4F_2$ γ. $F_1=(1/4)F_2$ δ. $F_2=(1/4)F_1$.
6. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου είναι 20 φορές μεγαλύτερο από το εμβαδόν του μικρού εμβόλου. Τι από τα παρακάτω ισχύει;
α. Η πίεση στο μεγάλο έμβολο είναι 20 φορές μεγαλύτερη από την πίεση στο μικρό έμβολο.
β. Η πίεση στο μεγάλο έμβολο είναι 20 φορές μικρότερη από την πίεση στο μικρό έμβολο.
γ. Η δύναμη στο μεγάλο έμβολο είναι 20 φορές μεγαλύτερη από τη δύναμη στο μικρό έμβολο.
δ. Η δύναμη στο μεγάλο έμβολο είναι 20 φορές μικρότερη από τη δύναμη στο μικρό έμβολο.
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

7. Σε μια υδραυλική αντλία η δύναμη εκατονταπλασιάζεται. Αν το μικρό έμβολο είναι τετράγωνο πλευράς $a_1=2\text{cm}$, πόση είναι η πλευρά του επίσης τετράγωνου μεγάλου εμβόλου;
8. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο τα δύο έμβολα έχουν σχήμα τετραγώνου. Αν η πλευρά του μικρού εμβόλου είναι $a=12\text{cm}$ και του μεγάλου εμβόλου είναι $\beta=60\text{cm}$, να βρείτε πόση είναι η δύναμη που παίρνουμε στο μεγάλο έμβολο, αν στο μικρό έμβολο ασκήσουμε δύναμη $F_1=20\text{N}$.
9. Ο λόγος των εμβαδών ενός υδραυλικού πιεστηρίου είναι $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{10}$. Αν το μέτρο της δύναμης που δέχεται το μεγάλο έμβολο είναι $F_2=800\text{N}$, να βρείτε ποιο είναι το μέτρο της δύναμης F_1 που ασκείται στο μικρό έμβολο.
10. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο το εμβαδόν του μικρού εμβόλου είναι $A_1=50\text{cm}^2$. Αν θέλουμε να οκταπλασιαστεί η δύναμη, πόσο θα πρέπει να είναι το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου;
11. Με τη βοήθεια ενός υδραυλικού πιεστηρίου θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε μια δύναμη 200 φορές. Αν το εμβαδόν του μεγάλου εμβόλου είναι 5.000cm^2 και το μικρό έμβολο έχει σχήμα τετραγώνου, να βρείτε πόση είναι η πλευρά του μικρού εμβόλου.
12. Το εμβαδόν του μεγάλου και του μικρού εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι $A_1=0,15\text{m}^2$ και $A_2=300\text{cm}^2$ αντίστοιχα. Σώμα βάρους $w=800\text{N}$ βρίσκεται πάνω στο μεγάλο έμβολο. Πόση δύναμη πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο ώστε να ανυψωθεί το σώμα;
13. Το εμβαδόν του μεγάλου και του μικρού εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι 1.500cm^2 και 300cm^2 αντίστοιχα. Μια μηχανή βάρους 800N βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Πόση δύναμη πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί η μηχανή;
14. Τα εμβαδά των εμβόλων μιας υδροστατικής αντλίας είναι $A_1=200\text{cm}^2$ και $A_2=20\text{cm}^2$. Αν στο μεγάλο έμβολο ασκήσουμε δύναμη $F_1=500\text{N}$ προς τα κάτω, πόση θα είναι η δύναμη που θα ασκηθεί στο μικρό έμβολο;
15. Το εμβαδόν του μικρού και του μεγάλου εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι $A_1=100\text{cm}^2$ και $A_2=1000\text{cm}^2$ αντίστοιχα. Ένα σώμα βάρους $w=5000\text{N}$ βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Ποια είναι η δύναμη F που πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί το σώμα;
16. Ένα δοχείο περιέχει υδράργυρο ύψους $h=50\text{cm}$. Αν $\rho_{\text{ατμ}}=10^5\text{N/m}^2$, να υπολογίσετε την ολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου. Δίνονται: $g=10\text{m/s}^2$ και $\rho_{\text{υδραργ}}=13.600\text{kg/m}^3$.
17. Έστω μια πισίνα σε σχήμα κύβου με πλευρά $a=6\text{m}$ η οποία γεμίζεται με νερό.
- Να βρεθεί η πίεση που ασκείται στον πυθμένα της.
 - Πόση είναι η δύναμη που ασκεί το νερό στον πυθμένα της πισίνας;
 - Πόση είναι η συνολική πίεση που ασκείται στον πυθμένα της πισίνας;

Δίνονται $\rho_{\text{νερού}}=1000 \text{ Kg/m}^3$, $\rho_{\text{ατμ}}=10^5 \text{ N/m}^2$ και $g=10 \text{ m/s}^2$.

18. Ένα δοχείο περιέχει κάποιο υγρό μέχρι ύψος $h=80 \text{ cm}$. Η συνολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου είναι ίση με $P_{\text{ολ}}=11,2 \text{ N/cm}^2$. Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με $P_{\text{ατμ}}=10 \text{ N/cm}^2$, να βρείτε:

i) την πυκνότητα του υγρού.

ii) τη δύναμη που δέχεται ο πυθμένας, αν το εμβαδόν του είναι ίσο με $A=25 \text{ cm}^2$.

Δίνεται $g=10 \text{ m/s}^2$.

19. Ένας κύλινδρος περιέχει οινόπνευμα. Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι $\rho_{\text{ατμ}}=10^5 \text{ Pa}$ και η συνολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου είναι $\rho_{\text{ολ}}=20 \text{ N/cm}^2$, να υπολογίσετε το ύψος του οινόπνευματος μέσα στον κύλινδρο. Δίνονται $\rho_{\text{ολ}}=800 \text{ Kg/m}^3$ και $g=10 \text{ m/s}^2$.

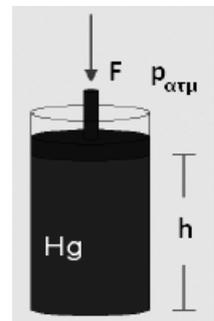
20. Μέσα σ' ένα δοχείο βάζουμε νερό και λάδι (τα οποία δεν αναμιγνύονται μεταξύ τους). Αν $h_1=8 \text{ cm}$ και $h_2=10 \text{ cm}$, πόση είναι η ολική πίεση στην επιφάνεια που διαχωρίζει τα δύο υγρά και πόση στον πυθμένα του δοχείου; Δίνονται: $\rho_1=1 \text{ g/cm}^3$, $\rho_2=0,8 \text{ g/cm}^3$, $g=10 \text{ m/s}^2$ και $\rho_{\text{ατμ}}=10^5 \text{ Pa}$.

21. Ένας δύτες βρίσκεται σε βάθος 50 m .

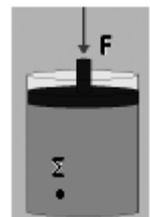
i) Να υπολογίσετε την πίεση στα τύμπανα των αυτιών του καθώς και το μέτρο της δύναμης που ασκείται από τη θάλασσα σε αυτά, αν γνωρίζετε ότι το εμβαδό της επιφάνειας των τυμπάνων είναι περίπου 1 cm^2 .

ii) Αν ο δύτες αντέχει σε συνολική πίεση 5 ατμοσφαιρών (πενταπλάσια της ατμοσφαιρικής), πόσο είναι το μέγιστο βάθος που μπορεί να κατέβει;

22. Το δοχείο του σχήματος περιέχει υδράργυρο ύψους $h=50 \text{ cm}$ και πυκνότητας $\rho=13.600 \text{ kg/m}^3$. Το δοχείο κλείνεται με αβαρές έμβολο εμβαδού $A=400 \text{ cm}^2$. Ασκούμε στο έμβολο κατακόρυφη δύναμη $F=200 \text{ N}$. Αν $\rho_{\text{ατμ}}=10^5 \text{ N/m}^2$, να υπολογίσετε την ολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου. Δίνεται: $g=10 \text{ m/s}^2$.



23. Αν σε ένα έμβολο που έχει εμβαδό $A=150 \text{ cm}^2$ ασκήσουμε δύναμη $F=200 \text{ N}$, η πίεση στο σημείο Σ από $\rho_1=2 \text{ N/cm}^2$ θα μεταβληθεί. Πόση θα είναι η καινούργια τιμή της πίεσης ρ_2 ;



24. Κυλινδρικό δοχείο περιέχει αέρα και κλείνει αεροστεγώς με κινούμενο αβαρές έμβολο. Η διάμετρος του εμβόλου είναι $\delta=20 \text{ cm}$. Βυθίζουμε το δοχείο στη θάλασσα, σε βάθος $h=50 \text{ m}$. Η πυκνότητα του νερού της θάλασσας είναι $\rho=1020 \text{ kg/m}^3$, η ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια είναι $\rho_{\text{ατμ}}=10^5 \text{ Pa}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10 \text{ m/s}^2$.

i) Πόση είναι η πίεση της θάλασσας στο έμβολο του δοχείου;

ii) Πόση είναι η ολική πίεση στο έμβολο του δοχείου;

iii) Πόση δύναμη ασκείται στην εξωτερική επιφάνεια του εμβόλου;

iv) Δεδομένου ότι το έμβολο ισορροπεί, πόση είναι η πίεση του αέρα μέσα στο δοχείο; Αν τοποθετήσουμε το δοχείο στην επιφάνεια του εδάφους, πόση είναι η μάζα του σώματος που πρέπει να τοποθετήσουμε πάνω στο έμβολο, ώστε να πετύχουμε την ίδια πίεση;

25. Κυλινδρικό δοχείο περιέχει νερό, και φράσσεται με κινούμενο έμβολο. Το εμβαδόν της κυκλικής διατομής του δοχείου είναι $A=600\text{cm}^2$ και το ύψος του νερού από τον πυθμένα $h=1\text{m}$. Πάνω στο έμβολο τοποθετούμε σώμα βάρους $w=700\text{N}$. Πόση είναι η συνολική δύναμη που ασκείται στον πυθμένα του δοχείου; Δίνονται: $\rho_{\text{νερ}}=10^3\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

26. Σε ένα υδραυλικό πιεστήριο η δύναμη εκατονταπλασιάζεται. Αν το μικρό έμβολο είναι τετράγωνο πλευράς 2cm , πόση είναι η πλευρά του επίσης τετράγωνου μεγάλου εμβόλου;

27. Ένα κυλινδρικό δοχείο περιέχει υδράργυρο πυκνότητας $d_{\text{υδρ}}=13,6\text{g/cm}^3$. Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι $P_{\text{ατμ}}=10\text{N/cm}^2$ και η ολική πίεση στον πυθμένα του δοχείου $P_{\text{ολ}}=16,8\text{N/cm}^2$, να υπολογίσετε:

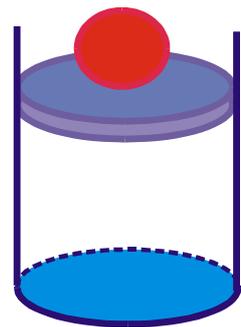
α) την $\rho_{\text{υδρ}}$

β) το ύψος h του υδραργύρου μέσα στο δοχείο. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

28. Το εμβαδόν του μικρού και του μεγάλου εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι $A_1=1000\text{cm}^2$ και $A_2=100000\text{cm}^2$ αντίστοιχα. Ένα σώμα βάρους $w=4000\text{N}$ βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Ποια είναι η δύναμη F που πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί το σώμα;

29. Το εμβαδόν του μικρού και του μεγάλου εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι $A_1=10000\text{mm}^2$ και $A_2=1000\text{cm}^2$ αντίστοιχα. Ένα σώμα βάρους $w=500\text{N}$ βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Ποια είναι η δύναμη F που πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί το σώμα;

30. Το κυλινδρικό δοχείο, που εικονίζεται στο σχήμα, περιέχει νερό και φράσσεται με κινούμενο έμβολο. Το εμβαδόν της κυλινδρικής διατομής του δοχείου είναι $A=600\text{cm}^2$ και το ύψος του νερού από τον πυθμένα 1m . Πάνω στο έμβολο τοποθετούμε σώμα βάρους $W=700\text{N}$. Πόση είναι η συνολική δύναμη που ασκείται στον πυθμένα του δοχείου; Η πυκνότητα του νερού 1000Kg/m^3 . Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$.



4.5. Άνωση

- ✓ **Άνωση:** η δύναμη που δέχεται ένα σώμα από κάποιο ρευστό όταν βρίσκεται βυθισμένο ολόκληρο ή κατά ένα μέρος μέσα στο ρευστό. Η άνωση ονομάζεται δύναμη του Αρχιμήδη.
- ✓ Η άνωση είναι η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που δέχεται το σώμα λόγω της υδροστατικής πίεσης. Η διεύθυνσή της είναι κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω.
- ✓ Είναι ανεξάρτητη από το σχήμα και το βάρος του σώματος, καθώς και από το βάθος στο οποίο βρίσκεται το σώμα, όταν αυτό είναι ολόκληρο βυθισμένο στο υγρό. Εξαρτάται όμως, από την πυκνότητα του υγρού και από τον όγκο του σώματος που είναι βυθισμένο στο υγρό.
- ✓ Η βαρυτική δύναμη (βάρος του σώματος) δε μεταβάλλεται, είτε το σώμα βρίσκεται στον αέρα είτε βρίσκεται μέσα σε υγρό.
- ✓ **Αρχή του Αρχιμήδη:** Σε κάθε σώμα που βυθίζεται μέσα σε υγρό, ασκείται από το υγρό κατακόρυφη δύναμη με φορά προς τα πάνω που ονομάζεται άνωση. Το μέτρο της άνωσης ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα. Ισχύει δηλαδή

$$A = \rho_{\text{υγρού}} \cdot g \cdot V_{\text{βυθισμένο}}$$

όπου A η άνωση την οποία μετράμε σε νιούτον αφού είναι δύναμη, $d_{\text{υγ}}$ είναι η πυκνότητα του υγρού σε $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ και $V_{\text{βυθ}}$ ο όγκος του σώματος που είναι βυθισμένος μέσα στο υγρό μετρημένος σε m^3 .

- Η άνωση είναι η συνισταμένη δύναμη όλων των δυνάμεων που δέχεται το σώμα λόγω της υδροστατικής πίεσης.
- Η άνωση έχει κατακόρυφη διεύθυνση και φορά προς τα πάνω.
- Η άνωση είναι ανεξάρτητη από το σχήμα και το βάρος του σώματος που είναι βυθισμένο αλλά και από το βάθος στο οποίο βρίσκεται το σώμα.
- Η άνωση εξαρτάται μονάχα από τα μεγέθη τα οποία εμφανίζονται στον μαθηματικό της τύπο δηλαδή από την πυκνότητα του ρευστού, την επιτάχυνση της βαρύτητας και από τον όγκο του σώματος ο οποίος είναι βυθισμένος στο ρευστό.

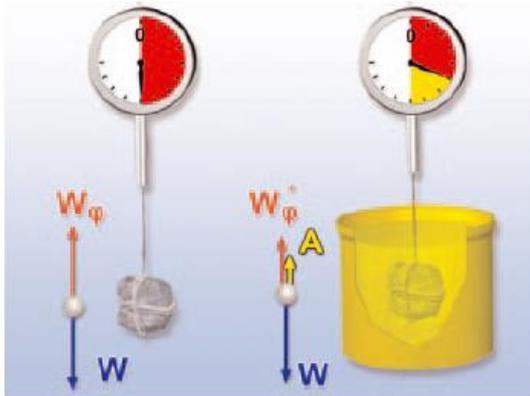
Σύμφωνα με την Αρχή του Αρχιμήδη:

Σε κάθε σώμα που βυθίζεται μέσα σε ένα υγρό, ασκείται από το υγρό κατακόρυφη δύναμη προς τα πάνω που ονομάζεται άνωση.

Το μέτρο της άνωσης ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα.

Τι είναι το φαινόμενο βάρους;

Από την προσωπική μας εμπειρία γνωρίζουμε ότι είναι πιο εύκολο να σηκώσει κανείς μια μεγάλη πέτρα όταν αυτή είναι βυθισμένη στο νερό παρά όταν η πέτρα βρίσκεται στην ξηρά. Έτσι πολλές φορές σχηματίζεται λανθασμένα η εντύπωση ότι το βάρος ενός σώματος



Εικόνα 4.22.

Η άνωση έχει κατακόρυφη διεύθυνση και φορά προς τα πάνω. Το μέτρο της είναι ίσο με: $A=W-W_{\phi}$, όπου W είναι το βάρος της πέτρας και W_{ϕ} η δύναμη που ασκεί το δυναμόμετρο στο σώμα (η ένδειξη του δυναμομέτρου), όταν η πέτρα είναι βυθισμένη στο νερό.

ελαττώνεται όταν το βυθίζουμε στο νερό.

Μάλιστα αν κρεμάσουμε το σώμα από ένα δυναμόμετρο στον αέρα και παρατηρήσουμε την ένδειξη του δυναμόμετρου όταν βυθίσουμε το σώμα στο νερό θα δούμε ότι η ένδειξη ελαττώνεται. Εδώ πρέπει να

ξεκαθαρίσουμε ότι το **βάρος του σώματος είναι το ίδιο είτε το σώμα είναι στο νερό, είτε στο έδαφος, είτε στον αέρα.** Το βάρος ενός

σώματος όπως ξέρουμε δεν είναι τίποτε άλλο παρά η ελκτική δύναμη από τη Γη στο σώμα και δεν μεταβάλλεται πρακτικά για μικρές υψομετρικές αλλαγές. Αφού όμως δεν αλλάζει

το βάρος γιατί μειώνεται η ένδειξη του δυναμόμετρου όταν βυθίζουμε το σώμα στο νερό; Η απάντηση είναι εξαιτίας της άνωσης.

Για να το κατανοήσουμε πρέπει να υπενθυμίσουμε εδώ ότι η **ένδειξη του**

δυναμόμετρου W_{ϕ} (που την ονομάζουμε φαινόμενο βάρος) **είναι ίση με το μέτρο της δύναμης που ασκεί το δυναμόμετρο στην πέτρα.** Η πέτρα και στις δύο περιπτώσεις ισορροπεί έτσι όταν βρίσκεται στον αέρα ισχύει

$$F_{ολ} = 0 \Rightarrow W = W_{\phi}$$

Και αντίστοιχα όταν το σώμα βρίσκεται στο νερό, πάλι από τη συνθήκη ισορροπίας έχουμε

$$F_{ολ} = 0$$

$$W_{\phi} + A - W = 0$$

$$W_{\phi} = W - A$$

Από όπου προκύπτει ότι η ένδειξη του δυναμόμετρου ελαττώνεται όταν το σώμα είναι βυθισμένο στο νερό εξαιτίας της ύπαρξης της άνωσης.

Συνθήκη πλεύσης

Πότε ένα σώμα επιπλέει στο νερό και πότε βυθίζεται;

Για να επιπλέει ένα σώμα, βυθισμένο ολόκληρο ή κατά ένα μέρος σε ένα ρευστό πρέπει να ισχύει:

$$A = W$$

όπου W το βάρος του σώματος και A η άνωση που δέχεται από το ρευστό.

Σύμφωνα με την συνθήκη πλεύσης αν αυξηθεί το βάρος ενός σώματος που επιπλέει θα πρέπει να αυξηθεί με κάποιο τρόπο και η άνωση ώστε να εξακολουθεί να ισχύει η ισότητα



Εικόνα 4.31.

Ίσολος γραμμή ονομάζεται η γραμμή που χαράσσεται στο σκελετό των περισσότερων πλοίων και δείχνει σε πόσο βάθος επιτρέπεται να βυθιστούν στο θαλασσινό νερό και επομένως πόσο είναι το μέγιστο βάρος του φορτίου που μπορούν να μεταφέρουν.

$A = W$. Η άνωση όμως γνωρίζουμε ότι δίνεται από τη σχέση $A = d_{\nu} g V_{\beta\upsilon\theta}$ και επομένως αν θεωρήσουμε ότι η πυκνότητα του υγρού και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι σταθερές ποσότητες τότε θα πρέπει να αυξηθεί ο όγκος του σώματος που είναι βυθισμένος στο νερό και άρα το σώμα βουλιάζει περισσότερο.

Όλα τα σώματα που έχουν μέση πυκνότητα d_{σ} μικρότερη ή ίση από την πυκνότητα του υγρού επιπλέουν σε αυτό.

Από τη συνθήκη πλεύσης $A = W$ με κάποια μαθηματική ανάλυση προκύπτει τελικά ότι όταν η πυκνότητα του ενός σώματος είναι

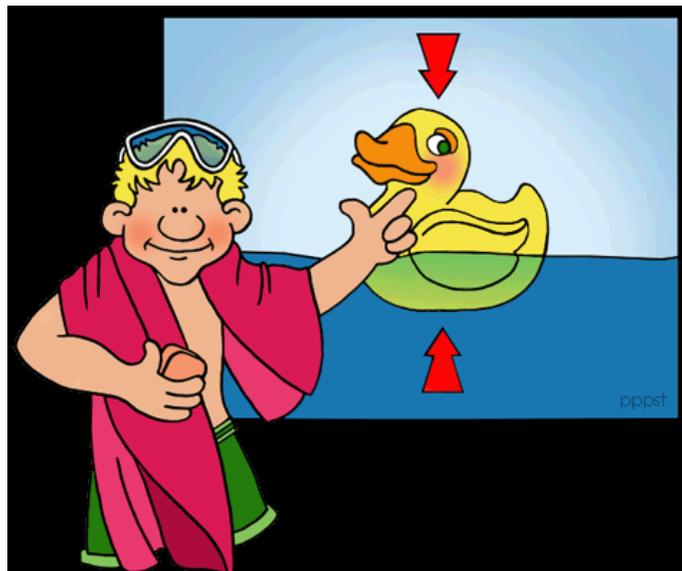
μικρότερη από τη πυκνότητα του ρευστού που το περιβάλλει δηλαδή **αν ισχύει**

$$d_{\sigma} \leq d_{\nu\gamma}$$

τότε το σώμα επιπλέει ενώ αν η πυκνότητα του σώματος είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του ρευστού που το περιβάλλει δηλαδή όταν ισχύει

$$d_{\sigma} > d_{\nu\gamma}$$

τότε το σώμα βυθίζεται στο υγρό.



Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Ένας κύβος ακμής $a=50\text{cm}$ κρατείται βυθισμένος ολόκληρος σε νερό πυκνότητας $\rho=1000\text{Kg/m}^3$. Να βρείτε:

α) Τον όγκο του υγρού που εκτοπίζει

β) Την άνωση που δέχεται.

γ) Αν η μάζα του κύβου είναι $m=40\text{kg}$ θα επιπλεύσει αν τον αφήσουμε ελεύθερο να κινηθεί;
 $g=10\text{m/s}^2$

Λύση:

α) Ο όγκος του υγρού που εκτοπίζεται από τον κύβο είναι ίσος με τον όγκο του κύβου:

$$V=a^3=(50\text{cm})^3=(50 \cdot 10^{-2}\text{m})^3=125000 \cdot 10^{-6}\text{m}^3=12,5 \cdot 10^{-2}\text{m}^3$$

β) Σύμφωνα με την εξίσωση του ορισμού της άνωσης:

$$A = \rho \cdot g \cdot V$$

$$A = 1000 \cdot 10 \cdot 12,5 \cdot 10^{-2}$$

$$A = 1250\text{N}$$

γ) Προκειμένου να βρούμε αν θα επιπλέει ο κύβος θα πρέπει να βρούμε την πυκνότητά του:

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

$$\rho = \frac{40}{12,5 \cdot 10^{-2}}$$

$$\rho = 320\text{g/m}^3$$

Σύμφωνα με τη συνθήκη πλεύσης αφού η πυκνότητα του κύβου είναι μικρότερη από την πυκνότητα του νερού θα επιπλεύσει.



Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Ποια δύναμη ονομάζουμε άνωση;
ii) Η άνωση από τι εξαρτάται;

2. i) Να διατυπώσετε την αρχή του Αρχιμήδη.
ii) Ποιος τύπος δίνει την άνωση; Στη Σελήνη τα σώματα δέχονται άνωση; Αν ναι, αυτή είναι μεγαλύτερη απ' ό τι στη Γη ή μικρότερη;

3. Ένα καράβι που ταξιδεύει στον ωκεανό περισυλλέγει 50 ναυαγούς από ένα άλλο καράβι και συνεχίζει το ταξίδι του. Η άνωση που δέχεται τώρα το καράβι (με τους ναυαγούς) σε σχέση με αυτή που δεχόταν πριν είναι:

- α) ίδια,
β) μεγαλύτερη,
γ) μικρότερη.

Ποια είναι η σωστή απάντηση;

4. Η άνωση που δέχεται μια βάρκα η οποία επιπλέει σε μια λίμνη δίνεται από τη σχέση $A = \rho \cdot g \cdot V$. Στη σχέση αυτή ρ και V είναι αντίστοιχα:

- α) η πυκνότητα του νερού της λίμνης και ο όγκος του νερού της λίμνης,
β) η πυκνότητα του νερού της λίμνης και ο όγκος της βάρκας,
γ) η πυκνότητα της βάρκας και ο όγκος του εκτοπιζόμενου νερού από τη βάρκα,
δ) η πυκνότητα του νερού της λίμνης και ο όγκος του βυθισμένου τμήματος της βάρκας μέσα στο νερό της λίμνης.

5. Η άνωση που δέχεται ένα σώμα το οποίο είναι εξ ολοκλήρου βυθισμένο μέσα στο νερό:

- α) έχει κατεύθυνση οριζόντια και η τιμή της εξαρτάται από τον όγκο του σώματος,
β) έχει κατεύθυνση αντίθετη της κατεύθυνσης του βάρους του σώματος και η τιμή της εξαρτάται από την πυκνότητα του σώματος,
γ) έχει αντίθετη κατεύθυνση από την κατεύθυνση του βάρους του σώματος και η τιμή της εξαρτάται από τον όγκο του σώματος,
δ) έχει κατεύθυνση ίδια με την κατεύθυνση του βάρους του σώματος και η τιμή της εξαρτάται από την τιμή του βάρους του σώματος.

Ποια από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή;

6. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες. Οι προτάσεις αφορούν την άνωση.

- α) Η άνωση είναι διανυσματικό μέγεθος.
β) Μονάδα μέτρησης της άνωσης στο S.I. είναι το 1N.
γ) Η άνωση οφείλεται στο βάρος ενός σώματος.
δ) Η άνωση έχει την ίδια διεύθυνση με το βάρος του σώματος.
ε) Η άνωση έχει την ίδια φορά με το βάρος του σώματος.

7. Στο ελεύθερο άκρο ενός δυναμομέτρου κρεμάμε ένα σώμα και το βυθίζουμε σε ένα υγρό. Η ένδειξη του δυναμομέτρου μας δείχνει:

- α. το βάρος του σώματος
β. την άνωση
γ. τη συνισταμένη του βάρους και της άνωσης που δέχεται το σώμα
δ. την υδροστατική πίεση που δέχεται το σώμα.

8. Σώμα βάρους 60N είναι κρεμασμένο στο άκρο ενός δυναμομέτρου. Όταν βυθίσουμε το σώμα σε ένα υγρό, η ένδειξη του δυναμομέτρου είναι 40N. Η άνωση που ασκείται στο σώμα από το υγρό είναι ίση με:

- α. 40N β. 60N γ. 100N δ. 20N

9. Μια σιδερένια σφαίρα βυθίζεται ολόκληρη διαδοχικά σε τρία δοχεία που περιέχουν νερό ($\rho_{\nu}=1\text{g/cm}^3$), λάδι ($\rho_{\lambda}=0,75\text{g/cm}^3$) και οινόπνευμα ($\rho_{\text{οιν}}=0,8\text{gcm}^3$). Σε ποιο από τα τρία δοχεία δέχεται μεγαλύτερη άνωση;

- α. Στο δοχείο που περιέχει νερό.
β. Στο δοχείο που περιέχει λάδι.
γ. Στο δοχείο που περιέχει οινόπνευμα.
δ. Και στα τρία δοχεία δέχεται την ίδια άνωση.

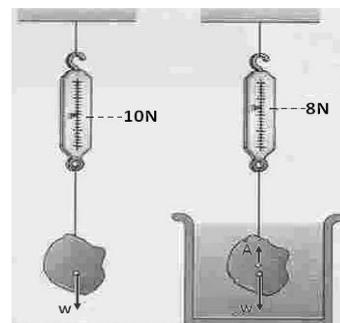
10. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις μια σιδερένια σφαίρα που βρίσκεται ολόκληρη βυθισμένη σε ένα υγρό δέχεται μικρότερη άνωση;

- α. Όταν βρίσκεται σε βάθος 2cm κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.
β. Όταν βρίσκεται σε βάθος 20cm κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.
γ. Όταν βρίσκεται σε βάθος 2m κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.
δ. Και στις τρεις περιπτώσεις η άνωση που δέχεται η σφαίρα είναι ίδια.

11. Το δυναμόμετρο του σχήματος, όταν το σώμα βρίσκεται στον αέρα, δείχνει ένδειξη 10N, ενώ όταν το σώμα είναι ολόκληρο βυθισμένο στο νερό, δείχνει ένδειξη 8N. Να υπολογίσετε:

- i) την άνωση που ασκείται στο σώμα από το νερό,
ii) τον όγκο του σώματος,
iii) την πυκνότητα του σώματος.

Δίνονται: $\rho_{\text{νερού}}=10^3\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.



12. Δένουμε στην άκρη του δυναμόμετρου μια πέτρα και την αφήνουμε να ισορροπήσει. Το δυναμόμετρο δείχνει ένδειξη 4N. Στη συνέχεια βυθίζουμε την πέτρα μέσα στο νερό. Το δυναμόμετρο πλέον δείχνει ένδειξη 3,2N. Η πυκνότητα του νερού είναι $\rho_{\nu}=1000\text{kg/m}^3$. Να υπολογίσετε:

- i) την άνωση που δέχεται η πέτρα από το νερό,
ii) τον όγκο της πέτρας,
iii) την πυκνότητα της πέτρας.

Δίνονται: $1\text{cm}^3=10^{-6}\text{m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

13. Ένα σώμα που έχει βάρος $w_0=4000\text{N}$ και όγκο $V_0=0,25\text{m}^3$ δένεται μ' ένα σύρμα και βυθίζεται στο νερό. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα και να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που του ασκεί το σύρμα. Δίνονται: $\rho_{\text{νερού}}=10^3\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

14. Ένα παιδί που επιπλέει στην επιφάνεια του νερού μιας πισίνας δέχεται άνωση μέτρου $A=400\text{N}$.

- i) Πόσος είναι ο όγκος του μέρους του σώματός του που είναι βυθισμένο στο νερό;
 - ii) Πόση δύναμη ασκεί το παιδί στο νερό;
- Δίνονται: $\rho_{\text{νερού}}=10^3\text{kg/m}^3$ και $g=10\text{m/s}^2$.

15. Ένα μεταλλικό σώμα ζυγίζει στον αέρα $2,5\text{N}$ και όταν είναι βυθισμένο εξ ολοκλήρου σε οινόπνευμα $2,1\text{N}$. Αν η πυκνότητα του οινοπνεύματος είναι $\rho_{\text{οιν}}=0,8\text{g/cm}^3$, να υπολογίσετε την πυκνότητα του σώματος. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

16. Ένα σώμα όγκου $V=200\text{cm}^3$ βρίσκεται ολόκληρο βυθισμένο σε υγρό πυκνότητας $\rho=0,8\text{g/cm}^3$. Να βρείτε:

- i) την άνωση που δέχεται το σώμα.
 - ii) το βάρος του υγρού που εκτοπίζει το σώμα.
- Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

17. Ένα σώμα που έχει σχήμα κύβου πλευράς $a=5\text{cm}$ βυθίζεται ολόκληρο σε υγρό πυκνότητας $\rho=0,6\text{g/cm}^3$. Να βρείτε:

- i) Τον όγκο του υγρού που εκτοπίζεται από το σώμα.
 - ii) Τη μάζα του υγρού που εκτοπίζεται.
 - iii) Την άνωση που δέχεται το σώμα όταν είναι βυθισμένο ολόκληρο στο υγρό.
- Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

18. Ένα σώμα που έχει σχήμα κύβου πλευράς $a=8\text{cm}$ είναι βυθισμένο κατά το μισό σε υγρό πυκνότητας $\rho=1,4\text{g/cm}^3$. Να βρείτε την άνωση που δέχεται το σώμα. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

19. Μια σφαίρα όγκου $V=100\text{cm}^3$ βυθίζεται κατά το $1/5$ σε υγρό πυκνότητας $\rho=0,8\text{g/cm}^3$. Να βρείτε την άνωση που δέχεται η σφαίρα. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

20. Ένα σώμα μάζας $m=300\text{g}$ είναι φτιαγμένο από υλικό πυκνότητας $\rho_1=6\text{g/cm}^3$. Να βρείτε την άνωση που θα δέχεται το σώμα, αν βυθιστεί κατά το μισό του σε υγρό πυκνότητας $\rho_2=1,5\text{g/cm}^3$. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

21. Να εξηγήσετε πως τα υποβρύχια μπορούν να αναδύονται και να καταδύονται στην θάλασσα.

22. Ένα σώμα βυθισμένο στο νερό πυκνότητας $d=800\text{kg/m}^3$ δέχεται δύναμη άνωσης $A=20\text{N}$. Να υπολογίσετε τον όγκο του τμήματος του σώματος που βρίσκεται μέσα στο νερό. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

23. Να διατυπώσετε την αρχή του Αρχιμήδη

24. Ένα σώμα βυθισμένο στο νερό πυκνότητας $d=800\text{kg/m}^3$ δέχεται άνωση A . Να υπολογίσετε τη δύναμη άνωσης A που δέχεται από το υγρό αν ο όγκος του σώματος που είναι βυθισμένος στο υγρό είναι $V=0,2\text{m}^3$. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

ΤΕΣΤ 14 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!

1. Τι ονομάζουμε πίεση; Ποια η μονάδα της πίεσης;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Ποιες είναι οι κυριότερες διαφορές ανάμεσα στη πίεση και τη δύναμη;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Εξηγείστε με συντομία χρησιμοποιώντας την έννοια της πίεσης τα παρακάτω:

α) Γιατί οι ελέφαντες έχουν φαρδιά πέλματα;

β) γιατί η λεπίδες του ψαλιδιού είναι τόσο μυτερές;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

4. Μια κυρία με ψηλοτάκουνες γόβες ζυγίζει 600N και το εμβαδόν της βάσης κάθε τακουνιού της είναι $A_1=1\text{cm}^2$. Ποια είναι η πίεση που ασκεί στο έδαφος η κυρία αν στηρίζεται μόνο στα τακούνια της;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

ΤΕΣΤ 15

1. Σωστό ή Λάθος:

- I) Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με το βάθος που βρίσκεται το σώμα
- II) Η υδροστατική πίεση δεν εξαρτάται από την πυκνότητα του ρευστού
- III) Η υδροστατική πίεση είναι ανάλογη με την επιτάχυνση της βαρύτητας
- IV) Η υδροστατική πίεση εξαρτάται από το σχήμα του δοχείου
- V) Η μονάδα της πίεσης είναι το N/m
- VI) Την υδροστατική πίεση τη μετράμε με όργανα τα οποία ονομάζονται μανόμετρα.
- VII) Το οινόπνευμα και το νερό παρουσιάζουν την ίδια υδροστατική πίεση στο ίδιο βάθος
- VIII) Η υδροστατική πίεση οφείλεται στο βάρος της στήλης του υγρού που βρίσκεται πάνω από ένα βυθισμένο σώμα.
- IX) Στο διάστημα που δεν υπάρχει βαρύτητα δεν υπάρχει και υδροστατική πίεση.

ΜΟΝΑΔΕΣ 9

2. Γράψτε τη μαθηματική σχέση του νόμου της υδροστατικής πίεσης και εξηγήστε τι εκφράζει το κάθε σύμβολο και ποιες είναι οι μονάδες μέτρησης του κάθε φυσικού μεγέθους που εμφανίζεται στο νόμο

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Ένας δύτες βρίσκεται σε βάθος $h=30\text{m}$. Να υπολογίσετε:

- I) Την υδροστατική πίεση που ασκείται στο δύτε.
- II) Την δύναμη που ασκείται στο κάθε αυτί του δύτε αν γνωρίζετε ότι η επιφάνεια του τυμπάνου του αυτιού του δύτε είναι $A=1\text{cm}^2$
Το νερό έχει πυκνότητας $d=1000\text{Kg/m}^3$. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$.

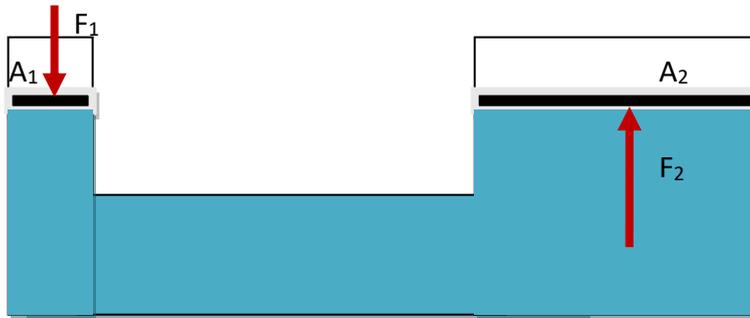
ΜΟΝΑΔΕΣ 6

ΤΕΣΤ 16

1. Να διατυπώσετε την αρχή του Πασκάλ.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Να περιγράψετε τη λειτουργία της υδραυλικής αντλίας.



ΜΟΝΑΔΕΣ 8

3. Το εμβαδόν του μικρού και του μεγάλου εμβόλου μιας υδραυλικής αντλίας είναι $A_1=1000 \text{ cm}^2$ και $A_2=100000 \text{ cm}^2$ αντίστοιχα. Ένα σώμα βάρους $w=4000 \text{ N}$ βρίσκεται στο μεγάλο έμβολο. Ποια είναι η δύναμη F που πρέπει να ασκηθεί στο μικρό έμβολο, ώστε να ανυψωθεί το σώμα;

ΜΟΝΑΔΕΣ 7

ΤΕΣΤ 17

1. Πότε ένα σώμα δέχεται άνωση από ένα υγρό; Πως δημιουργείται η άνωση, ποια είναι η κατεύθυνσή της και από ποια εξίσωση υπολογίζεται;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Διατυπώστε την αρχή του Αρχιμήδη.

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

3. Σωστό ή λάθος:

- Η άνωση είναι δύναμη που εμφανίζεται σε ένα σώμα όταν το σώμα βρίσκεται μέσα σε ένα ρευστό (υγρό ή αέριο)
- Η άνωση εξαρτάται από το βάθος που βρίσκεται το σώμα στο υγρό
- Ένα σώμα δέχεται την ίδια άνωση είτε είναι βυθισμένο στο νερό είτε σε λάδι
- Η άνωση ισούται με το βάρος του υγρού που εκτοπίζεται
- Η άνωση που δέχεται ένα σώμα εξαρτάται από το σχήμα του
- Η άνωση που δέχεται ένα σώμα στο νερό στη σελήνη έχει την ίδια τιμή με την άνωση που δέχεται το ίδιο σώμα στο νερό στη γη
- Η άνωση που δέχεται ένα σώμα σε ένα ρευστό είναι ανάλογη με τον όγκο του σώματος που είναι βυθισμένος στον νερό

ΜΟΝΑΔΕΣ 7

4. Ένα σώμα βυθισμένο στο νερό πυκνότητας $d=1200\text{kg/m}^3$ δέχεται δύναμη άνωσης $A=40\text{N}$. Να υπολογίσετε τον όγκο του τμήματος του σώματος που βρίσκεται μέσα στο νερό. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

ΜΟΝΑΔΕΣ 4



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΝΕΡΓΕΙΑ

5.1. Έργο και ενέργεια

✓ Ένα σώμα έχει **ενέργεια** όταν είναι ικανό να προκαλέσει μεταβολή στον εαυτό του ή στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Όταν η ενέργεια μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη, προκαλεί μεταβολές. Η ενέργεια εμφανίζεται με διάφορες μορφές, μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη, αλλά κατά τις μετατροπές της η συνολική ενέργεια διατηρείται.

✓ **Έργο**: η μεταφορά ή η μετατροπή της ενέργειας κατά τη δράση μιας δύναμης. Το έργο μιας σταθερής δύναμης που μετακινεί ένα σώμα στη διεύθυνσή της ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης F επί τη μετατόπιση Δx του σώματος, δηλαδή:

$$\text{έργο} = \text{δύναμη} \times \text{μετατόπιση} \quad \text{ή} \quad W = F \cdot \Delta x$$

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

Τι είναι η ενέργεια;

Αν και όπως είπαμε είναι δύσκολο να ορίσουμε την ενέργεια, μπορούμε εύκολα να πούμε τότε ένα σώμα έχει ενέργεια.

Ένα σώμα έχει ενέργεια όταν μπορεί να προκαλέσει μια μεταβολή στον εαυτό του ή στο περιβάλλον του.

Η ενέργεια δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, απλώς μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.

Συνεπώς η συνολική ενέργεια στο σύμπαν παραμένει σταθερή.

Η έννοια του έργου δύναμης:

Για να μελετήσουμε τις μετατροπές ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη αλλά και το ποσό της ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο χρησιμοποιούμε στη Φυσική την έννοια του **έργου δύναμης**. Τι εκφράζει το έργο μιας δύναμης;

Το έργο μιας δύναμης εκφράζει την ενέργεια που λόγω της δύναμης μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε μία άλλη.

Το έργο αναφέρεται πάντοτε σε μία δύναμη και μας δίνει τη δυνατότητα να προσδιορίσουμε τι μεταβολές στην ενέργεια ενός σώματος μπορεί να προκαλέσει μια δύναμη.

Πότε μια δύναμη μπορεί να παράγει έργο;

Μια δύναμη μπορεί να παράγει έργο όταν ασκείται σε ένα σώμα το οποίο μετακινείται. Το έργο μιας σταθερής δύναμης που μετακινεί ένα σώμα κατά την κατεύθυνση της ορίζεται ως το γινόμενο του μέτρου της δύναμης επί τη μετατόπιση του σώματος δηλαδή:

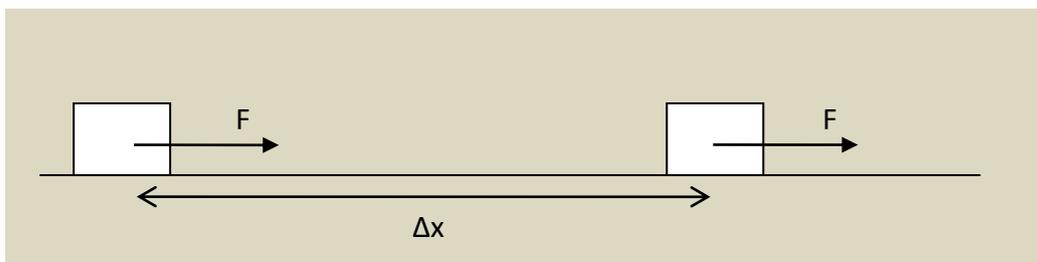
έργο δύναμης = δύναμη x μετατόπιση

$$W = F \cdot x$$

Το έργο είναι μονόμετρο μέγεθος και μονάδα του έργου είναι το 1 Joule το οποίο είναι και η μονάδα μέτρησης της ενέργειας. Το 1 Joule προκύπτει από τη μαθηματική σχέση ορισμού για το έργο $W = F \cdot x$ και ισούται με $1\text{J}=1\text{N}\cdot\text{m}$

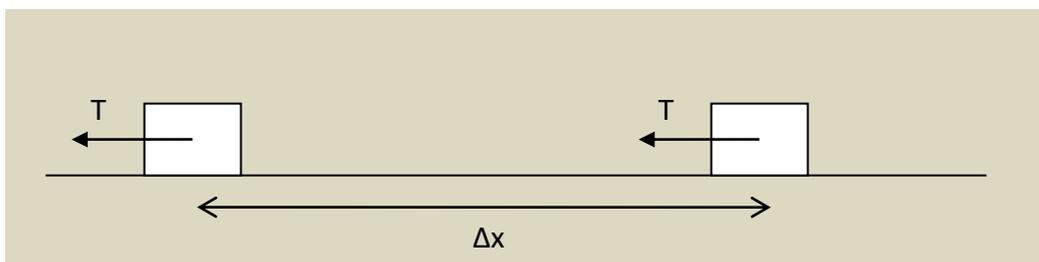
α) Θετικό έργο

Μια δύναμη λέμε ότι παράγει θετικό έργο όταν η δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση του σώματος όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί. Όταν μια δύναμη παράγει θετικό έργο πάνω σε ένα σώμα αυτό σημαίνει ότι η δύναμη προσφέρει ενέργεια στο σώμα.



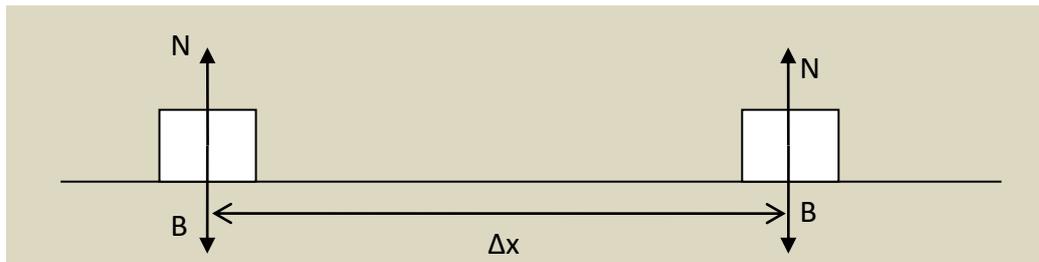
β) Αρνητικό έργο

Μια δύναμη λέμε ότι παράγει αρνητικό έργο όταν η δύναμη έχει την αντίθετη κατεύθυνση με τη μετατόπιση του σώματος όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί. Όταν μια δύναμη παράγει αρνητικό έργο πάνω σε ένα σώμα αυτό σημαίνει ότι η δύναμη αφαιρεί ενέργεια από το σώμα.



γ) Μηδενικό έργο

Μια δύναμη λέμε ότι παράγει μηδενικό έργο όταν η δύναμη είναι συνεχώς κάθετη στη μετατόπιση του σώματος όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί. Όταν μια δύναμη παράγει μηδενικό έργο πάνω σε ένα σώμα αυτό σημαίνει ότι η δύναμη ούτε προσφέρει ούτε αφαιρεί ενέργεια από το σώμα.



Στο παραπάνω σχήμα το βάρος W και η κάθετη αντίδραση από το δάπεδο N είναι δύο δυνάμεις συνεχώς κάθετες στη μετατόπιση του σώματος οπότε το έργο τους επί του σώματος είναι μηδέν.

✓ **Έργο βάρους:**

- Όταν ένα σώμα κατεβαίνει κατακόρυφα, το έργο του βάρους του w είναι θετικό, γιατί η βαρυτική δύναμη έχει την ίδια κατεύθυνση με τη μετατόπιση Δx :

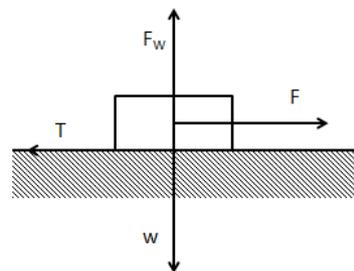
$$W_w = +w \cdot \Delta x$$

- Όταν ένα σώμα ανεβαίνει κατακόρυφα, το έργο του βάρους του w είναι αρνητικό γιατί η βαρυτική δύναμη έχει αντίθετη κατεύθυνση από τη μετατόπιση Δx :

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

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση 1: : Σώμα υπό την επίδραση των δυνάμεων του σχήματος μετατοπίζεται κατά $\Delta x = 2\text{m}$. Αν $F = 10\text{N}$, $T = 4\text{N}$, $w = 10\text{N}$ ποιο είναι το έργο κάθε δύναμης που ασκείται στο σώμα?



Λύση: Προκειμένου να υπολογίσουμε το έργο κάθε δύναμης θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν την κατεύθυνση της μετατόπισης. Δεδομένου ότι η δύναμη F είναι μεγαλύτερη από την τριβή η μετατόπιση θα είναι ομόρροπη με τη δύναμη. Άρα για το έργο κάθε δύναμης έχουμε:

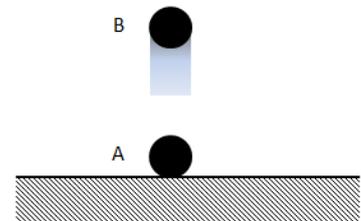
$$\begin{aligned} W_F &= F \cdot \Delta x \\ W_F &= 10 \cdot 2 \\ W_F &= 20\text{J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_T &= -T \cdot \Delta x \\ W_T &= -4 \cdot 2 \\ W_T &= -8\text{J} \end{aligned}$$

$$W_w = 0J$$

$$W_N = 0J$$

Άσκηση 2: Εκτοξεύουμε ένα σώμα από το σημείο A προς τα πάνω όπως φαίνεται στο σχήμα και φτάνει στο σημείο B και στη συνέχεια επιστρέφει στο έδαφος. Αν η μάζα του σώματος είναι $m=1\text{kg}$, $g=10\text{m/s}^2$ και $AB=1\text{m}$ να βρείτε:



- I. Το έργο του βάρους από τη στιγμή που εκτοξεύεται μέχρι να φτάσει στο σημείο B.
- II. Το έργο του βάρους από τη στιγμή που αρχίσει να κατεβαίνει μέχρι να φτάσει στο σημείο A.

Λύση:

- I. Δεδομένου ότι η κατεύθυνση του βάρους είναι προς τα κάτω και η μετατόπιση του σώματος καθώς κινείται από το A στο B είναι προς τα πάνω το έργο του βάρους για τη διαδρομή AB είναι:

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

$$W_w = -m \cdot g \cdot \Delta x$$

$$W_w = -1 \cdot 10 \cdot 1$$

$$W_w = -10J$$

- II. Κατά την κίνηση του σώματος από το σημείο B στο A το διάνυσμα του βάρους και η μετατόπιση είναι ομόρροπα άρα το έργο του βάρους θα είναι:

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

$$W_w = m \cdot g \cdot \Delta x$$

$$W_w = 1 \cdot 10 \cdot 1$$

$$W_w = 10J$$

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Πώς ορίζεται το έργο μιας σταθερής δύναμης η οποία μετακινεί ένα σώμα στην κατεύθυνσή της;

ii) Πώς ορίζεται η μονάδα έργου 1J;

2. Ένα σώμα ολισθαίνει κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου. Αν η αρχική και η τελική θέση του έχουν υψομετρική διαφορά h , να αποδείξετε ότι το έργο του βάρους του είναι $W_w=w \cdot h$.

3. Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο με σταθερή ταχύτητα. Το έργο της οριζόντιας δύναμης F που κινεί το σώμα είναι $+10J$. Πόσο είναι το έργο:

i) της τριβής;

- ii) του βάρους;
- iii) της συνισταμένης δύναμης;

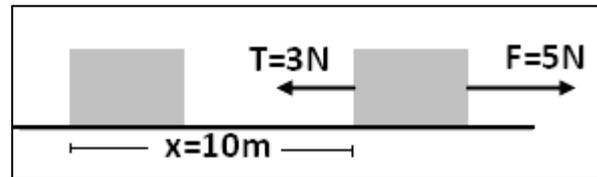
4. Δύο άνθρωποι Α και Γ με ίσες μάζες ανεβαίνουν μια σκάλα. Ο Α ανεβαίνει τη σκάλα με διπλάσια ταχύτητα από τον Γ. Το έργο του βάρους του Α θα είναι διπλάσιο από το έργο του βάρους του Γ όταν φτάσουν στην κορυφή της σκάλας; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α) Η δύναμη και το έργο μετριοούνται σε J.
- β) Το έργο είναι μονόμετρο μέγεθος.
- γ) Όταν ασκούμε μία δύναμη σε ένα σώμα και αυτό δεν κινείται, τότε το έργο της δύναμης αυτής είναι μηδέν.
- δ) Όταν μια δύναμη ασκείται στη διεύθυνση κίνησης, σε ένα σώμα, το έργο της δύναμης είναι διάφορο του μηδενός.

6. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Αν ένα σώμα έχει βάρος $w=20\text{N}$ και μετατοπίζεται κατά $x=10\text{m}$ τότε:

- α) Το έργο της δύναμης F είναι 50J.
- β) Το έργο της δύναμης T είναι -10J.
- γ) Το έργο του βάρους w είναι 200J.



7. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

- α) Το έργο μιας δύναμης είναι είτε θετικό, είτε αρνητικό.
- β) Το έργο μιας δύναμης εξαρτάται από τη δύναμη που ασκείται στο σώμα, αλλά όχι από τη μετατόπιση του σώματος αυτού.
- γ) Το έργο μιας δύναμης εκφράζει μεταφορά ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο.
- δ) Το έργο μιας δύναμης εκφράζει για το ίδιο σώμα μετατροπή ενέργειας από μια μορφή σε μία άλλη.

8. Το έργο της βαρυτικής δύναμης κατά την πτώση ενός αλεξιπτωτιστή με σταθερή ταχύτητα είναι:

- α) θετικό
 - β) αρνητικό
 - γ) μηδέν
 - δ) θετικό ή αρνητικό ανάλογα με τη θετική φορά που πήραμε στον κατακόρυφο άξονα.
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

9. Ένας εργάτης μετατοπίζει ένα κιβώτιο σε οριζόντιο επίπεδο ασκώντας σταθερή οριζόντια δύναμη F κατά Δx , Αν ο εργάτης μετατοπίσει το κιβώτιο ασκώντας την ίδια δύναμη κατά απόσταση $2\Delta x$, τότε το έργο της δύναμης θα είναι:

- α. το μισό του αρχικού
- β. το διπλάσιο του αρχικού
- γ. το ίδιο, γιατί η δύναμη που ασκεί είναι η ίδια
- δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε, αν δεν ξέρουμε πόση είναι η μετατόπιση Δx .

19. Ένας άνθρωπος ασκώντας σταθερή οριζόντια δύναμη F σε ένα σώμα που βρίσκεται σε οριζόντιο δάπεδο, το μετακινεί κατά $x=4\text{m}$. Αν ο άνθρωπος μεταβίβασε στο σώμα ενέργεια $E=20\text{J}$, πόση είναι η δύναμη F που άσκησε στο σώμα;

20. Ένας άνθρωπος ασκεί σε ένα κιβώτιο δύναμη F έτσι ώστε αυτό να κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=2\text{m/s}$. Αν η δύναμη της τριβής που δέχεται το κιβώτιο είναι $T=100\text{N}$ και η μάζα του κιβωτίου είναι $m=5\text{kg}$, να υπολογιστούν:

- Οι δυνάμεις που ασκούνται στο κιβώτιο.
- Τα έργα των δυνάμεων αυτών για χρονικό διάστημα $\Delta t=10\text{s}$.
Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

21. Μία βάλιτσα κινείται ευθύγραμμα ομαλά με ταχύτητα $v=2\text{m/s}$, υπό την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης $F=200\text{N}$.

- Να βρεθεί η δύναμη της τριβής που ανθίσταται στην κίνηση της βάλιτσας.
- Πόσο είναι το συνολικό έργο που παράγει η δύναμη F , για χρονικό διάστημα $t=20\text{s}$;

22. Ένα σώμα μάζας $m=10\text{kg}$ εκτοξεύεται από το έδαφος και φτάνει σε ύψος $h_{\max}=15\text{m}$.

- Ποια είναι η μόνη δύναμη που ασκείται στο σώμα κατά τη διάρκεια της κίνησης;
- Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης αυτής. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

23. Να υπολογιστεί πόσο είναι το έργο όταν:

- δύναμη 6N μετατοπίζει κατά 2m και κατά την κατεύθυνσή της ένα σώμα,
- δύναμη 12N μετατοπίζει κατά $0,1\text{m}$ και κατά την κατεύθυνσή της ένα σώμα,
- δύναμη 10N μετατοπίζει κατά 12mm και κατά την κατεύθυνσή της ένα σώμα.

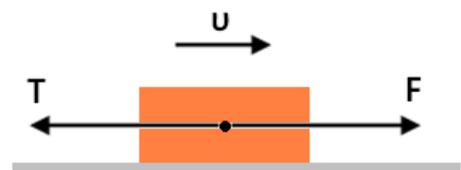
24. Σώμα ηρεμεί πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Στο σώμα αρχίζει να ασκείται σταθερή οριζόντια δύναμη $F=20\text{N}$. Να βρείτε το έργο της δύναμης F για μετατόπιση του σώματος κατά $\Delta x=10\text{m}$.

25. Ένα κιβώτιο κινείται οριζόντια με σταθερή ταχύτητα $v=1\text{m/s}$ υπό την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης $F=100\text{N}$.

- Πόση δύναμη τριβής αντιστέκεται στην κίνηση του κιβωτίου;
- Αν η δύναμη F ασκείται στο κιβώτιο για χρονικό διάστημα $\Delta t=15\text{s}$, πόσο είναι το συνολικό της έργο;

26. Το σώμα του σχήματος κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=4\text{m/s}$ κατά μήκος οριζόντιου επιπέδου με την επίδραση σταθερής δύναμης μέτρου $F=30\text{N}$. Να υπολογίσετε:

- το μέτρο της τριβής T
- τη μετατόπιση του σώματος για το χρονικό διάστημα $\Delta t=10\text{s}$.
- το έργο της δύναμης F για το παραπάνω χρονικό διάστημα.



27. Ένα σώμα, βάρους $w=20\text{N}$, ηρεμεί πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Κάποια στιγμή αρχίζει να ασκείται στο σώμα οριζόντια δύναμη $F=10\text{N}$.

- Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

ii) Για μετατόπιση του σώματος κατά $\Delta x=2\text{m}$ να βρείτε το έργο της δύναμης F και το έργο του βάρους w .

28. Σώμα βάρους $w=20\text{N}$ το ρίχνουμε κατακόρυφα προς τα πάνω. Το σώμα φτάνει σε ύψος $h=10\text{m}$ και στη συνέχεια πέφτει στο έδαφος. Αν η αντίσταση του αέρα θεωρηθεί αμελητέα:

i) να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα κατά την άνοδό του, τη στιγμή που φτάνει στο μέγιστο ύψος και κατά την κάθοδό του,

ii) να βρείτε το έργο του βάρους σε όλη την άνοδο και σε όλη την κάθοδο του σώματος.

29. Σε σώμα, βάρους $w=50\text{N}$, ασκείται οριζόντια δύναμη $F=20\text{N}$ μέσω ενός σχοινιού. Το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα πάνω στο οριζόντιο επίπεδο.

i) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

ii) Για μετατόπιση του σώματος κατά $\Delta x=0,5\text{m}$ να βρείτε το έργο:

α) της δύναμης F

β) της τριβής T

γ) του βάρους w

δ) της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σώμα.

30. Σώμα, βάρους $w=15\text{N}$, κινείται με σταθερή ταχύτητα στο οριζόντιο επίπεδο. Μέσω ενός σχοινιού ασκείται στο σώμα οριζόντια δύναμη $F=20\text{N}$.

i) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

ii) Για μετατόπιση του σώματος κατά $\Delta x=5\text{m}$ να υπολογίσετε το έργο:

α) της δύναμης F

β) του βάρους w

γ) της τριβής T

δ) της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σώμα.

31. Με το χέρι μας πετάμε κατακόρυφα προς τα πάνω, από το έδαφος, μια πέτρα βάρους $w=10\text{N}$. Η πέτρα φτάνει σε ύψος $h=5\text{m}$ και στη συνέχεια πέφτει στο έδαφος. Αν αγνοήσουμε την αντίσταση του αέρα:

i) ποιες δυνάμεις ασκούνται στην πέτρα όταν αυτή ανεβαίνει, όταν κατεβαίνει και τη στιγμή που βρίσκεται σε ύψος $h=5\text{m}$;

ii) πόσο είναι το έργο του βάρους της πέτρας στη διαδρομή καθώς αυτή ανεβαίνει και πόσο στη διαδρομή καθώς η πέτρα κατεβαίνει;

32. Το πάτωμα του τετάρτου ορόφου ενός σπιτιού βρίσκεται σε ύψος 12m από το έδαφος. Θέλουμε να ανεβάσουμε σε αυτόν με τη βοήθεια γερανού ένα ψυγείο μάζας 150kg . Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που ασκεί το σκοινί του γερανού στο ψυγείο, όταν το ανεβάζει με σταθερή ταχύτητα στον τέταρτο όροφο.

33. Ένας ορειβάτης, όταν ανεβαίνει ένα βράχο ύψους 4m , παράγει έργο 2800J . Να υπολογίσετε τη μάζα του ορειβάτη.

34. Ένας εργάτης ανυψώνει ένα κιβώτιο βάρους $w=120\text{N}$ σε ύψος $h=1,5\text{m}$ με σταθερή ταχύτητα. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που άσκησε ο εργάτης και το έργο του βάρους για τη μετακίνηση αυτή.

35. Ένα βιβλίο είναι αρχικά ακίνητο πάνω σε οριζόντιο τραπέζι και το σπρώχνουμε με μια οριζόντια δύναμη, οπότε το βιβλίο αρχίζει να ολισθαίνει. Το μέτρο της οριζόντιας δύναμης είναι $F=50\text{N}$, της τριβής $T=30\text{N}$, του βάρους του κιβωτίου $B=100\text{N}$ και της δύναμης που ασκεί το τραπέζι στο βιβλίο $F_N=100\text{N}$.

i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που δέχεται το βιβλίο και να υπολογίσετε το έργο καθεμιάς, για μετατόπιση $\Delta x=5\text{m}$.

ii) Να υπολογίσετε το συνολικό τους έργο.

36. Ένα σώμα βάρους $w=20\text{N}$ κινείται με σταθερή ταχύτητα πάνω σε οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση οριζόντιας δύναμης $F=10\text{N}$.

i) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα.

ii) Να υπολογίσετε το έργο κάθε δύναμης για μετατόπιση του σώματος κατά $\Delta x=20\text{m}$.

37. Αθλητής της άρσης βαρών ανυψώνει 230kg σε ύψος 2m . Πόσο είναι το έργο της δύναμης που ασκεί ο αθλητής στην μπάρα όταν:

i) ανυψώνει την μπάρα με σταθερή ταχύτητα;

ii) κρατάει την μπάρα πάνω από το κεφάλι του;

iii) κατεβάζει αργά την μπάρα με σταθερή ταχύτητα στο έδαφος;

Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

38. Σώμα κινείται σε οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα υπό την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης F . Η τριβή ολίσθησης μεταξύ σώματος και δαπέδου είναι $T=4\text{N}$. Να βρείτε το έργο της δύναμης F και το έργο της τριβής ολίσθησης T για μετατόπιση του σώματος κατά $\Delta x=10\text{m}$.

39. Δώστε παραδείγματα όπου να φαίνεται ότι το έργο του βάρους ενός σώματος είναι θετικό, αρνητικό και μηδέν.

40. Σώμα μάζας $m=5\text{kg}$ ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο. Στο σώμα αρχίζει να ασκείται κάποια στιγμή σταθερή οριζόντια δύναμη $F=100\text{N}$. Αν η δύναμη της τριβής μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι $T=40\text{N}$, και το σώμα μετατοπίζεται κατά $\Delta x=20\text{m}$ να βρείτε:

α) Το έργο της δύναμης F

β) Το έργο της τριβής T

γ) τα έργα του βάρους και της κάθετης αντίδρασης

41. Να υπολογιστεί πόσο είναι το έργο όταν:

α) δύναμη 6N μετατοπίζει κατά 2m ένα σώμα κατά την κατεύθυνση της

β) δύναμη 12N μετατοπίζει κατά $0,1\text{m}$ και ένα σώμα κατά την κατεύθυνση της

42. Σώμα μάζας $m=5\text{kg}$ ηρεμεί πάνω σε οριζόντιο επίπεδο. Στο σώμα αρχίζει να ασκείται κάποια στιγμή οριζόντια δύναμη $F=20\text{N}$. Αν η δύναμη της τριβής είναι $T=5\text{N}$, και το σώμα μετατοπίζεται κατά $\Delta x=5\text{m}$ κατά την κατεύθυνση της δύναμης F να βρείτε:

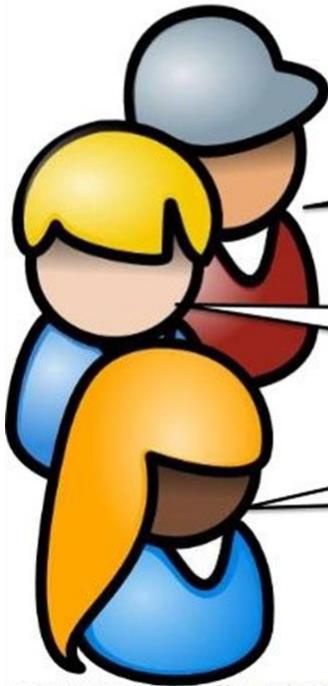
α) Το έργο της δύναμης F

β) Το έργο της τριβής T

γ) τα έργα του βάρους και της κάθετης αντίδρασης

43. Ένας αθλητής της άρσης βαρών ανυψώνει την μπάρα που έχει βάρος 2000N από το έδαφος σε ύψος 2m . Πόσο έργο παρήγαγε ο αθλητής; Πόσο είναι το έργο του βάρους της μπάρας;

Εσύ τι νομίζεις;



Όταν τρέχεις για 1km παράγεις περισσότερο έργο από το να περπατήσεις την ίδια απόσταση επειδή το τρέξιμο είναι πιο δύσκολο από το περπάτημα

Και στις δύο περιπτώσεις παράγεται το ίδιο έργο

Το περπάτημα διαρκεί περισσότερη ώρα από το τρέξιμο άρα παράγεται περισσότερο έργο



5.2. Δυναμική και κινητική ενέργεια

Δύο βασικές μορφές ενέργειας

Η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές. Στην παράγραφο αυτή θα μελετήσουμε δύο πολύ σημαντικές μορφές ενέργειας την **κινητική** και την **δυναμική** ενέργεια.

✓ Η **βαρυτική δυναμική ενέργεια** ενός σώματος, βάρους w , το οποίο βρίσκεται σε κάποιο ύψος είναι ίση με το έργο της δύναμης που το ανύψωσε.

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

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

✓ **Ελαστική παραμόρφωση:** όταν τα σώματα επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση όταν πάψει να ασκείται η δύναμη που τα παραμόρφωσε. Για παράδειγμα, ελαστική παραμόρφωση παθαίνει το ελατήριο, το λάστιχο, το μπαλόνι, η μπάλα ποδοσφαίρου κλπ. Όταν ένα σώμα είναι ελαστικά παραμορφωμένο, έχει **δυναμική ενέργεια ελαστικής παραμόρφωσης**.

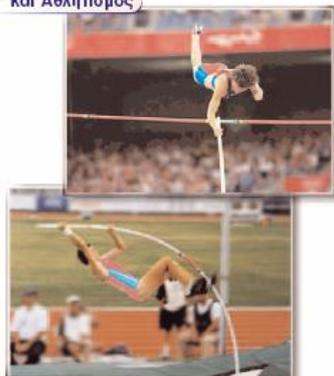
Τι γνωρίζετε για την ελαστική δυναμική ενέργεια: Εκτός από την βαρυτική



Εικόνα 5.15.

Το έργο της δύναμης που τεντώνει τα λάστιχα της σφεντάνας ισούται με τη δυναμική ενέργεια που αυτά αποκτούν.

Φυσική
και Αθλητισμός



Εικόνα 5.16.

Η αθλήτρια έχει δυναμική ενέργεια, επειδή βρίσκεται σε κάποιο ύψος από το έδαφος. Το κοντάρι έχει δυναμική ενέργεια, επειδή είναι παραμορφωμένο.

δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται σε ένα σώμα όταν το ανυψώνουμε υπερνικώντας την δύναμη του βάρους του, υπάρχουν και άλλα είδη δυναμικής ενέργειας όπως π.χ. η **ελαστική δυναμική ενέργεια που σχετίζεται με τις ελαστικές παραμορφώσεις των σωμάτων**.

Ένα σώμα λέμε ότι έχει παραμορφωθεί ελαστικά, εφόσον το σώμα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση όταν παύει να επιδρά πάνω του η δύναμη που το παραμορφώνει (π.χ. ένα σφουγγάρι). Έτσι όταν ασκούμε μία δύναμη για να τεντώσουμε και κατά συνέπεια να παραμορφώσουμε ελαστικά τη χορδή ενός τόξου, τότε δαπανάμε ενέργεια η οποία μέσω του έργου της δύναμης που ασκούμε στη χορδή αποθηκεύεται στην χορδή με τη μορφή ελαστικής δυναμικής ενέργειας. Η δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα είτε είναι βαρυτική δυναμική είτε ελαστική δυναμική, μπορεί να μετασχηματιστεί σε κάποια άλλη μορφή ενέργειας ή να μεταφερθεί σε κάποιο άλλο σώμα με άλλη μορφή.

Η **δυναμική ενέργεια** που έχει ένα σώμα εξαρτάται:

- από το μέγεθος της δύναμης
- από την κατάσταση ή τη θέση του σώματος. Η δυναμική ενέργεια δεν εξαρτάται από τη διαδρομή που ακολούθησε το σώμα για να φτάσει στην κατάσταση ή στη θέση στην οποία βρίσκεται.

✓ **Κινητική ενέργεια**: Κάθε σώμα που κινείται έχει κινητική ενέργεια. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από την ταχύτητα και τη μάζα του κινούμενου σώματος.

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

όπου m η μάζα του κινούμενου σώματος και v η ταχύτητά του.

✓ Αν σε ένα σώμα ασκήσουμε δύναμη F που το μετατοπίζει κατά Δx , η κινητική ενέργεια που απέκτησε το σώμα αυτό στο τέλος της συγκεκριμένης μετατόπισης, θα ισούται με το έργο W της δύναμης. Έτσι:

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

✓ **Μονάδα ενέργειας** (κινητικής, δυναμικής κλπ.) στο S.I. είναι το 1Joule (ίδια με τη μονάδα του έργου δύναμης).

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση 1: Σώμα μάζας 2kg αφήνεται να πέσει από ύψος 40m από το έδαφος. Αν το επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας είναι το έδαφος τότε ποια είναι η δυναμική ενέργεια του σώματος:

- I. Στην αρχική του θέση A
- II. Στη θέση B όπου έχει κατέλθει κατά 10m
- III. Στη θέση Γ όπου απέχει από το έδαφος 10m
- IV. Στη θέση Δ όπου έχει φτάσει στο έδαφος.
- V. Ποια η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας από τη θέση A στη θέση B?

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$

Λύση:

III. Η δυναμική ενέργεια στη θέση A θα δίνεται από την εξίσωση:

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

$$U = 2 \cdot 10 \cdot 40$$

$$U = 800\text{J}$$

- IV. Στη θέση Β το σώμα έχει κατέλθει κατά 10 m άρα βρίσκεται σε ύψος 30m από το έδαφος. Άρα η δυναμική του ενέργεια θα είναι:

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

$$U = 2 \cdot 10 \cdot 30$$

$$U = 600J$$

- V. Η δυναμική ενέργεια στη θέση Γ θα είναι:

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

$$U = 2 \cdot 10 \cdot 10$$

$$U = 200J$$

- VI. Στη θέση Δ το ύψος του σώματος είναι 0 άρα η δυναμική του ενέργεια θα είναι:

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

$$U = 0J$$

- VII. Η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας από τη θέση Α στη θέση Β θα είναι:

$$\Delta U = U_B - U_A$$

$$\Delta U = 600 - 800$$

$$\Delta U = -200J$$

Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η δυναμική ενέργεια μειώθηκε.

Άσκηση 2: Ένας άνθρωπος 80kg κινείται με ταχύτητα 2m/s. Ένα βλήμα μάζας 2g κινείται με ταχύτητα 100m/s. Ο άνθρωπος ή το βλήμα έχουν μεγαλύτερη κινητική ενέργεια;

Λύση:

Η κινητική ενέργεια του ανθρώπου υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K_{ανθ} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$K_{ανθ} = \frac{1}{2} 80 \cdot 2^2$$

$$K_{ανθ} = 160J$$

Για τη κινητική ενέργεια του βλήματος θα μετατρέψουμε πρώτα τη μάζα στη μονάδα μέτρησης του Διεθνούς Συστήματος:

$$M=1g = 0,001kg$$

Η κινητική ενέργεια του βλήματος είναι:

$$K_{βλ} = \frac{1}{2} mv^2$$
$$K_{βλ} = \frac{1}{2} 0,001 100^2$$
$$K_{βλ} = 5J$$

Άρα ο άνθρωπος έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια από το βλήμα.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. i) Ποιοι τύποι δίνουν τη βαρυτική δυναμική ενέργεια και την κινητική ενέργεια ενός σώματος;

ii) Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ενέργειας στο S.I.;

2. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

Μια ξύλινη και μια μεταλλική σφαίρα έχουν το ίδιο βάρος και βρίσκονται στο ίδιο ύψος. Μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια έχει:

α) Η μεταλλική σφαίρα.

β) Και οι δύο σφαίρες έχουν την ίδια δυναμική ενέργεια.

γ) Η ξύλινη σφαίρα.

3. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Δύο σώματα με μάζες m_1 και m_2 έχουν ταχύτητες u_1 και u_2 αντίστοιχα. Αν τα δύο σώματα έχουν ίσες κινητικές ενέργειες τότε:

α) Αν $m_1 > m_2$, τότε $u_1 > u_2$.

β) Αν $m_1 < m_2$, τότε $u_1 < u_2$.

γ) Αν $m_1 = m_2$, τότε $u_1 = u_2$.

δ) Αν $m_1 > m_2$, τότε $u_1 < u_2$.

4. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 που βρίσκονται στον ίδιο τόπο έχουν βάρη w_1 και $w_2 = 2w_1$ αντίστοιχα. Τι θα πρέπει να ισχύει για να έχουν τα δύο σώματα την ίδια βαρυτική δυναμική ενέργεια (ως προς το έδαφος);

α. Να βρίσκονται στο ίδιο ύψος.

β. Το σώμα Σ_1 να βρίσκεται σε διπλάσιο ύψος σε σχέση με το σώμα Σ_2 .

γ. Το σώμα Σ_2 να βρίσκεται σε διπλάσιο ύψος σε σχέση με το σώμα Σ_1 .

δ. Να κινούνται με τις ίδιες ταχύτητες και στο ίδιο ύψος.

5. Όταν διπλασιάζεται η ταχύτητα ενός σώματος, η κινητική του ενέργεια:

α. διπλασιάζεται

β. τριπλασιάζεται

γ. τετραπλασιάζεται δ. δεν αλλάζει.

6. Η κινητική ενέργεια ενός αυτοκινήτου που κινείται με ταχύτητα μέτρου u είναι ίση με $E_{κιν.}$. Αν η ταχύτητα του αυτοκινήτου υποδιπλασιαστεί, η κινητική του ενέργεια:

- α. υποδιπλασιάζεται β. υποτετραπλασιάζεται
γ. διπλασιάζεται δ. τετραπλασιάζεται.

7. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α) Η κινητική ενέργεια ενός σώματος που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση παραμένει σταθερή.
β) Η δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω της θέσης του δεν εξαρτάται από τη θέση, στην οποία θεωρούμε ότι το σώμα έχει δυναμική ενέργεια μηδέν.
γ) Η μονάδα μέτρησης όλων των μορφών ενέργειας στο S.I. είναι το 1J (Joule).
δ) Αν τετραπλασιαστεί το μέτρο της ταχύτητας ενός σώματος, τετραπλασιάζεται και η κινητική του ενέργεια.
ε) Όταν από κάποιο ύψος αφήσουμε να πέσει ένα σώμα, η κινητική του ενέργεια αυξάνεται γιατί το βάρος του σώματος παράγει έργο.

8. Μια μοτοσυκλέτα που κινείται, από απροσεξία του οδηγού, πέφτει πάνω σε σταματημένο αυτοκίνητο. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται το μέγεθος της παραμόρφωσης που θα υποστεί το αυτοκίνητο;

9. Μια κούνια αιωρείται. Σε ποια θέση η κούνια έχει μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια; Σε ποια θέση έχει μεγαλύτερη ταχύτητα; Γιατί τελικά η κούνια σταματά;

10. Ένα βιβλίο με μάζα 2kg ανυψώνεται από το πάτωμα σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος 2m από το πάτωμα. Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του βιβλίου;

i) Σε σχέση με το πάτωμα.

ii) Σε σχέση με το κεφάλι ενός παιδιού που έχει ύψος 1,60m;

11. Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα 1000kg. Να βρεθεί η κινητική του ενέργεια όταν κινείται με ταχύτητα: i) 72 km/h, ii) 144km/h.

12. Αυτοκίνητο μάζας m έχει κινητική ενέργεια 72KJ, όταν κινείται με ταχύτητα 36Km/h. Να υπολογίσετε τη μάζα του.

13. Το παγκόσμιο ρεκόρ κολύμβησης στα 50m αντιστοιχεί σε μια μέση ταχύτητα για τον κολυμβητή 2,29m/s. Να υπολογίσετε την κινητική ενεργεία του κολυμβητή, αν γνωρίζεις ότι η μάζα του είναι 75kg.

14. Ένας ορειβάτης, μάζας $m=80\text{kg}$, ανεβαίνει από την επιφάνεια της θάλασσας στην κορυφή του Ολύμπου, ύψους $h=2700\text{m}$. Η επιτάχυνση της βαρύτητας θεωρείται σταθερή και ίση με $g=10\text{m/s}^2$.

i) Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του ορειβάτη στην κορυφή του Ολύμπου ως προς την επιφάνεια της θάλασσας;

ii) Εξαρτάται η βαρυτική δυναμική ενέργεια από τη διαδρομή που ακολούθησε ο ορειβάτης;

15. Σώμα μάζας $m=2\text{kg}$, που βρίσκεται πάνω σε τραπέζι, το ανεβάζουμε με σταθερή ταχύτητα σε ύψος $h_2=1,2\text{m}$ πάνω από το τραπέζι. Αν το τραπέζι έχει ύψος $h_1=0,8\text{m}$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$, να υπολογίσετε:

- i) το έργο της δύναμης που ασκούμε στο σώμα και το έργο του βάρους στη διαδρομή ΑΓ,
- ii) τη βαρυτική δυναμική ενέργεια που έχει το σώμα στη θέση Γ:
 - α) ως προς το τραπέζι
 - β) ως προς το δάπεδο.

16. Αφήνουμε ένα σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ να πέσει από ύψος $h=10\text{m}$ από το έδαφος. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{m/s}^2$.

- i) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα κατά την πτώση του.
- ii) Πόσο είναι το έργο του βάρους από τη θέση όπου αφήσαμε το σώμα μέχρι αυτό να φτάσει στο έδαφος;
- iii) Πόση βαρυτική δυναμική ενέργεια έχει το σώμα σε ύψος $h=10\text{m}$ ως προς το έδαφος;

17. Ένα όχημα μάζας $m=500\text{kg}$ κινείται με ταχύτητα $u_1=72\text{km/h}$. Ο οδηγός του πατάει το γκάζι και η ταχύτητα του οχήματος γίνεται $u_2=108\text{km/h}$. Να βρείτε την αρχική και την τελική κινητική ενέργεια του οχήματος. Πόσο αυξήθηκε η κινητική ενέργεια του οχήματος κατά την επιταχυνόμενη κίνησή του;

18. Η ταχύτητα ενός μετεωρίτη μάζας $m=10\text{kg}$ ελαττώνεται από $u_1=500\text{m/s}$ σε $u_2=100\text{m/s}$ κατά την είσοδό του στην ατμόσφαιρα της Γης. Κατά πόσο μειώθηκε η κινητική του ενέργεια;

19. Σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ το κρατάμε σε μια θέση Α, η οποία βρίσκεται σε ύψος $h=3\text{m}$ από το έδαφος.

- i) Πόση βαρυτική δυναμική ενέργεια έχει το σώμα στη θέση Α;
- ii) Αν αφήσουμε το σώμα να πέσει, να βρείτε το έργο του βάρους του για τη διαδρομή από τη θέση Α μέχρι το έδαφος.

20. Ένα όχημα μάζας $m=1000\text{kg}$ κινείται σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα $u_0=72\text{km/h}$. Κάποια στιγμή ο οδηγός του βλέπει μπροστά του σε απόσταση 28m ένα εμπόδιο, οπότε πατά το φρένο, με αποτέλεσμα το όχημα να σταματήσει μπροστά στο εμπόδιο. Ο χρόνος αντίδρασης του οδηγού είναι $0,4\text{s}$.

- i) Πόση κινητική ενέργεια έχει το όχημα τη στιγμή που ο οδηγός αντιλαμβάνεται το εμπόδιο;
- ii) Πόσο διάστημα διέτρεξε το όχημα από τη στιγμή που ο οδηγός του αντιλήφθηκε το εμπόδιο μέχρι να πατήσει το φρένο;
- iii) Αν το όχημα δέχεται σταθερή τριβή Τ από το έδαφος κατά το φρενάρισμα, μπορείτε να την υπολογίσετε;

21. Ένα παιδί πετάει κατακόρυφα προς τα πάνω ένα σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ από ύψος $h_1=1\text{m}$ με αρχική ταχύτητα $u_0=10\text{m/s}$. Το σώμα φτάνει σε ύψος $h_2=6\text{m}$. Αν είναι $g=10\text{m/s}^2$, να υπολογίσετε:

- i) την κινητική και τη βαρυτική δυναμική ενέργεια (ως προς το έδαφος) του σώματος τη στιγμή που το πετάει το παιδί,
- ii) το έργο του βάρους κατά την άνοδο του σώματος,

iii) τις βαρυτικές δυναμικές ενέργειες του σώματος στις θέσεις Α και Γ:

α) ως προς το έδαφος β) ως προς το σημείο Α.

Η μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας είναι ίδια. Γιατί; Τι σχέση έχει με το έργο του βάρους;

22. Ένα ποδήλατο και ένα φορτωμένο φορτηγό κινούνται στον ίδιο δρόμο με ίσες ταχύτητες.

i) Ποιο από τα δύο αυτά σώματα έχει μεγαλύτερη κινητική ενέργεια;

ii) Αν η κινητική ενέργεια του ποδηλάτου είναι $E_{κ(Π)}=6000J$ και αν για τις μάζες του ποδηλάτου ($m_{Π}$) και του φορτηγού ($m_{Φ}$) ισχύει $(m_{Φ}/m_{Π})=200$, να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του φορτηγού.

23. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της δυναμικής ενέργειας; Από τι εξαρτάται;

24. Μπορεί ένα σώμα να έχει άλλης μορφής δυναμική ενέργεια εκτός από βαρυτική δυναμική ενέργεια; Αν ναι ποια τα χαρακτηριστικά της;

25. Πότε λέμε ότι ένα σώμα έχει κινητική ενέργεια; Ποιος είναι ο μαθηματικός τύπος υπολογισμού της κινητικής ενέργειας; Από τι εξαρτάται;

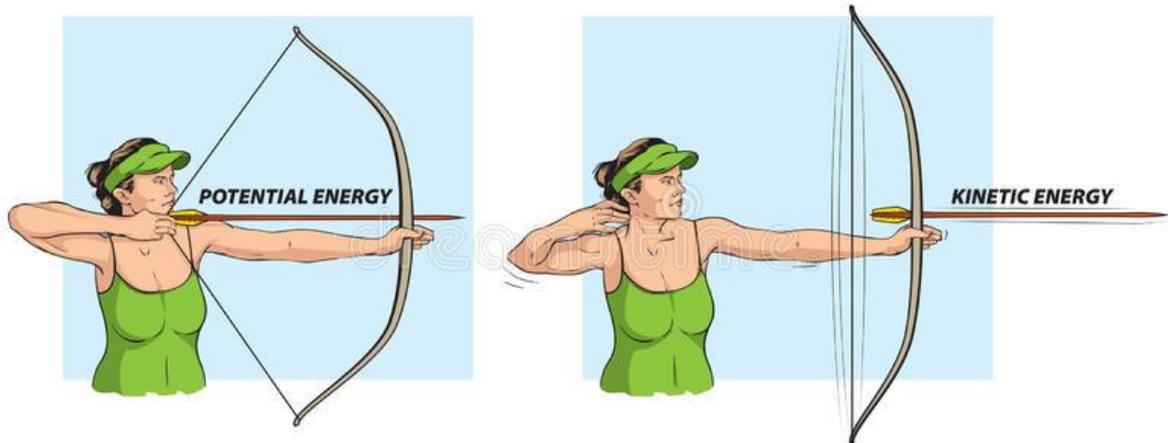
26. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια ενός δρομέα όταν τρέχει α) με ταχύτητα $u = 10 \frac{m}{s}$

και β) όταν βαδίζει με ταχύτητα $u = 5 \frac{Km}{h}$. Δίνεται ότι η μάζα του δρομέα είναι $m = 70kg$.

27. Ένα βιβλίο με μάζα $4kg$ ανυψώνεται από το πάτωμα σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος $h = 2m$ 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 $h = 1,60m$;

28. Η Μαρία ανεβάζει ένα βιβλίο με μάζα $1,2kg$ από το τραπέζι, που βρίσκεται $75cm$ πάνω από το πάτωμα, σ' ένα ράφι που βρίσκεται σε ύψος $2,25m$ πάνω από το πάτωμα. Ποια είναι η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του βιβλίου;

5.3. Η μηχανική ενέργεια και η διατήρησή της



- ✓ Το έργο μπορεί να μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε δυναμική και το αντίστροφο έτσι ώστε η μηχανική ενέργεια να παραμένει σταθερή.
- ✓ **Μηχανική ενέργεια $E_{μηχ}$** ενός σώματος ονομάζουμε το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας που έχει το σώμα αυτό κάθε στιγμή, δηλαδή:

$$E_{μηχ} = U + E_k$$

- ✓ **Θεώρημα διατήρησης της μηχανικής ενέργειας:**

Όταν σ' ένα σώμα ή σύστημα ασκούνται μόνο βαρυτικές ή ηλεκτρικές δυνάμεις ή δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης, η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή.

$$E_{μηχ} = \text{σταθερή}$$

Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας

Μια από τις πιο σημαντικές αρχές της Φυσικής είναι η αρχή της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, η οποία διατυπώνεται ως εξής:

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

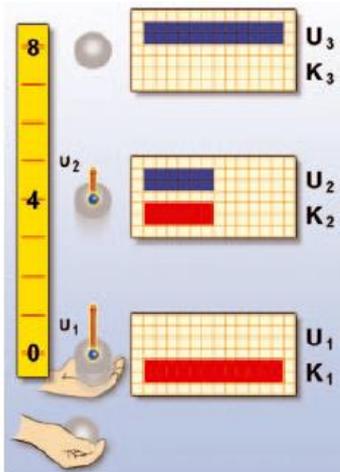
Η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας μας επιτρέπει να μελετάμε ενεργειακά διάφορα φαινόμενα ακόμη και αρκετά περίπλοκες κινήσεις. Όσον αφορά τη Φυσική της Β Γυμνασίου που έχουμε μελετήσει μόνο τη βαρυτική, δύναμη θα μπορούσαμε να απλοποιήσουμε τη έκφραση της αρχής ώστε να μπορούμε να κατανοούμε καλύτερα πότε μπορούμε να τη χρησιμοποιούμε στις ασκήσεις. Έτσι μια απλοποιημένη διατύπωση της αρχής διατήρησης της μηχανικής ενέργειας είναι αυτή που ακολουθεί:

Όταν ένα σώμα κινείται χωρίς τριβές και αντιστάσεις, μόνο με την επίδραση του βάρους του, τότε η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή.

Τη χρησιμότητα της παραπάνω πρότασης θα την αντιληφθούμε κυρίως κατά την επίλυση των προβλημάτων του σχολικού βιβλίου.

Πως μετατρέπεται η βαρυτική δυναμική ενέργεια σε κινητική και αντίστροφα;

Ας θεωρήσουμε την περίπτωση που εκτοξεύουμε ένα σώμα κατακόρυφα προς τα πάνω με



Εικόνα 5.19.

Καθώς η μπάλα ανεβαίνει, η κινητική της ενέργεια μειώνεται και η δυναμική της αυξάνεται. Όταν η μπάλα κατεβαίνει, η κινητική της ενέργεια αυξάνεται και η δυναμική της ενέργεια μειώνεται.

κάποια ταχύτητα. Αρχικά λοιπόν το σώμα έχει μονάχα κινητική ενέργεια, στη συνέχεια όμως καθώς ανεβαίνει η ταχύτητα του ελαττώνεται και συνεπώς μειώνεται η κινητική του ενέργεια ενώ παράλληλα αυξάνεται το ύψος του σώματος από το σημείο εκτόξευσης (π.χ. το έδαφος) και άρα αυξάνεται και η δυναμική ενέργεια του σώματος. Όταν το σώμα φθάσει στο ανώτερο σημείο η ταχύτητα του στιγμιαία μηδενίζεται και άρα δεν έχει κινητική ενέργεια ενώ ταυτόχρονα η δυναμική του ενέργεια παίρνει τη μέγιστη της τιμή αφού το σώμα φτάνει στο μέγιστο ύψος.

Στη συνέχεια το σώμα αρχίζει να πέφτει κατακόρυφα προς τα κάτω και η δυναμική του ενέργεια ελαττώνεται καθώς χάνει ύψος, ενώ η κινητική ενέργεια του σώματος αυξάνεται. Στο τέλος όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος, έχει μόνο

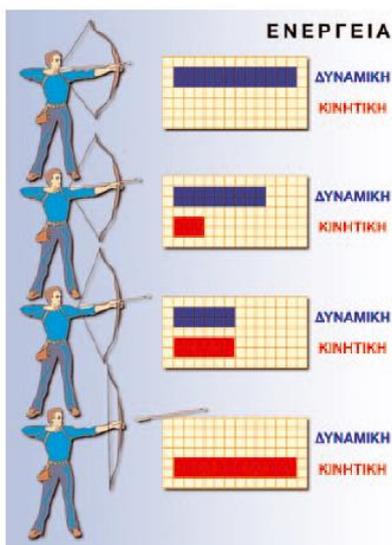
κινητική ενέργεια και η δυναμική του ενέργεια είναι μηδέν και πάλι. Αν θεωρήσουμε ότι το σώμα κινείται μόνο με την επίδραση του βάρους του η μηχανική του ενέργεια παραμένει σταθερή δηλαδή σε κάθε σημείο από το οποίο διέρχεται το σώμα κατά την κίνηση του ισχύει ότι το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας του σώματος παραμένει σταθερό.

$$E_{\text{μηχ}} = K + U = \text{σταθερο}$$

Όπως θα δούμε και στις ασκήσεις αποδεικνύεται ότι η αρχική κινητική ενέργεια που είχε το σώμα όταν εκτοξεύθηκε είναι ίση με την τιμή της δυναμικής ενέργειας που αποκτά το σώμα το μέγιστο ύψος στο οποίο φτάνει τελικά. Επίσης αποδεικνύεται ότι το σώμα φτάνει ξανά στο έδαφος με την ίδια ταχύτητα και άρα κινητική ενέργεια με την οποία είχε εκτοξευθεί αρχικά. **Δηλαδή αυτό που συμβαίνει είναι η σταδιακή μετατροπή της αρχικής κινητικής ενέργειας του σώματος εξολοκλήρου σε δυναμική κατά την άνοδο και η μετατροπή της δυναμικής ενέργειας σε εξολοκλήρου σε κινητική κατά την κάθοδο του σώματος.** Η μετατροπή της βαρυτική δυναμικής ενέργειας σε κινητική σώματος και το αντίστροφο γίνεται όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενη παράγραφο μέσω του έργου του βάρους του σώματος.

Πως μετατρέπεται η ελαστική δυναμική ενέργεια σε κινητική και αντίστροφα;

Ας θεωρήσουμε την τεντωμένη χορδή ενός τόξου, όπως έχουμε πει και αλλού στην χορδή



έχει αποθηκευτεί ελαστική δυναμική ενέργεια λόγω παραμόρφωσης η οποία ισούται με το έργο της δύναμης που άσκησε ο τοξότης για να τεντώσει τη χορδή. Αν στη συνέχεια ο τοξότης αφήσει ελεύθερη τη χορδή να κινηθεί σταδιακά η ελαστική δυναμική ενέργεια της χορδής μετατρέπεται σε κινητική της χορδής και στη συνέχεια του βέλους. Από τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας (αφού στη χορδή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ασκούνται μόνο δυνάμεις ελαστικής παραμόρφωσης) συμπεραίνουμε ότι η ελαστική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια της χορδής και στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια του βέλους.

Εικόνα 5.21.

Διαδοχικά στιγμιότυπα κατά την εκτόξευση του βέλους από το τόξο. Καθώς μειώνεται η παραμόρφωση της χορδής, μειώνεται η δυναμική της ενέργεια. Η ταχύτητα του βέλους αυξάνεται. Η δυναμική ενέργεια της χορδής μετατρέπεται σε κινητική του βέλους. Σε κάθε στιγμή το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας είναι σταθερό. Η μηχανική ενέργεια του συστήματος «χορδή-βέλος» διατηρείται.

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ εκτοξεύεται από το έδαφος προς τα πάνω με ταχύτητα 20m/s .

Σε ποιο ύψος θα φτάσει το σώμα? Τι ταχύτητα έχει το σώμα σε ύψος 15m από το έδαφος?

Λύση:

Η μηχανική ενέργεια του σώματος στο έδαφος όπου η δυναμική ενέργεια $U=0\text{J}$ είναι:

$$\begin{aligned} E_{\mu\eta\chi} &= K + U \\ E_{\mu\eta\chi} &= K \\ E_{\mu\eta\chi} &= \frac{1}{2}mv^2 \\ E_{\mu\eta\chi} &= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 20^2 \\ E_{\mu\eta\chi} &= 400\text{J} \end{aligned}$$

Στο μέγιστο ύψος που θα φτάσει το σώμα η ταχύτητά του θα είναι ίση με 0, διότι στιγμιαία σταματά. Άρα η μηχανική ενέργεια του σώματος στο μέγιστο ύψος θα είναι:

$$\begin{aligned} E_{\mu\eta\chi} &= K + U \\ E_{\mu\eta\chi} &= U \\ E_{\mu\eta\chi} &= m g h \\ E_{\mu\eta\chi} &= 2 \cdot 10 \cdot h \end{aligned}$$

$$E_{μηχ} = 20h$$

Από την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας η μηχανική ενέργεια στο έδαφος θα είναι ίση με τη μηχανική ενέργεια στο μέγιστο ύψος άρα:

$$400 = 20h$$
$$h = 20J$$

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. Μαθητής κλωτσάει μια μπάλα που έχει μάζα $m=250g$. Όταν η μπάλα βρίσκεται σε ύψος $h=2m$ από το έδαφος έχει ταχύτητα $v=30m/s$. Να βρεθούν η κινητική, η δυναμική και η μηχανική ενέργεια της μπάλας σε εκείνη τη θέση. Δίνεται $g=10m/s^2$.
2. Από το δεύτερο όροφο ενός κτιρίου που βρίσκεται σε ύψος $h=5m$ από το έδαφος αφήνεται να πέσει μία μικρή σφαίρα. Να βρεθεί σε ποιο σημείο της τροχιάς, η κινητική ενέργεια της σφαίρας θα είναι τριπλάσια από τη δυναμική της.
3. Αερόστατο μάζας $m=50kg$ ανεβαίνει κατακόρυφα προς τα πάνω με σταθερή ταχύτητα $v=5m/s$. Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια του αερόστατου όταν αυτό έχει φτάσει σε ύψος $h=100m$ από το έδαφος.
4. Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια ενός αεροπλάνου Μπόινγκ 737 βάρους $2,22 \cdot 10^6 N$ το οποίο πετάει σε ύψος $10km$ με ταχύτητα $800m/s$.
5. Μια πέτρα έχει μάζα $m=0,1kg$ και κοντά στη Γη βάρους $w=1N$. Πετάμε ψηλά την πέτρα και όταν βρίσκεται σε ύψος $h=3m$, έχει ταχύτητα $v=10m/s$. Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια της πέτρας.
6. Πέτρα, μάζας $1kg$, έχει κοντά στη Γη βάρους $10N$. Αν η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα, να υπολογίσετε με τι ταχύτητα θα φθάσει στη Γη, αν την αφήσουμε να πέσει από ύψος $h=3,2m$.
7. Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος βάρους $40N$ που βρίσκεται στην ταράτσα ενός κτιρίου είναι $800J$. Να υπολογίσετε:
 - i) το ύψος του κτιρίου
 - ii) την κινητική ενέργεια που θα έχει το σώμα, εάν κάνει ελεύθερη πτώση, στο μέσο της διαδρομής του.
8. Ένα πουλί μάζας $m=2kg$ πετάει σε ύψος $h=5m$ από το έδαφος με σταθερή ταχύτητα $v=8m/s$. Να υπολογιστούν:
 - i) Η δυναμική ενέργεια ως προς το έδαφος.
 - ii) Η κινητική ενέργεια του πουλιού.

iii) Η μηχανική ενέργεια του πουλιού.
Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

9. Σώμα μάζας $m=10\text{kg}$ βρίσκεται σε ύψος $h=50\text{m}$ και κινείται ευθύγραμμα ομαλά, διανύοντας σε χρόνο $t=2\text{min}$ απόσταση $\Delta x=1200\text{m}$. Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια του σώματος.

10. Μπάλα μάζας $m=10\text{kg}$ βρίσκεται ακίνητη σε ύψος $h=40\text{m}$, από όπου την αφήνουμε να πέσει. Να υπολογιστεί η μηχανική ενέργεια στα ύψη:

i) $h_A=40\text{m}$, ii) $h_B=20\text{m}$, iii) $h_C=0\text{m}$.

Να συγκριθούν οι ενέργειες. Δεχόμαστε ότι δεν υπάρχουν τριβές. Δίνεται ότι $g=10\text{m/s}^2$.

11. Μια μαϊμού που έχει μάζα 30kg πιάνεται από την άκρη μιας περικοκλάδας που έχει μήκος 20m και πηδάει από το κλαδί ενός δέντρου στο έδαφος. Αν το κλαδί βρίσκεται σε ύψος 4m από το έδαφος:

i) με πόση ταχύτητα κινείται η μαϊμού όταν φτάνει στο έδαφος;

ii) αν πίσω ακριβώς από τη μαϊμού πηδάει το μικρό της με μάζα 5kg , με πόση ταχύτητα θα φτάσει στο έδαφος; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

iii) Αν η περικοκλάδα είναι κατακόρυφη, το αποτέλεσμα θα είναι διαφορετικό;

12. Βράχος μάζας 20kg βρίσκεται στην άκρη ενός γκρεμού βάθους 100m . Στο βάθος του γκρεμού κυλάει ένα ποταμάκι.

i) Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του βράχου σε σχέση με το ποτάμι;

ii) Ο βράχος πέφτει από τον γκρεμό. Πόση είναι η κινητική του ενέργεια όταν φτάνει στην επιφάνεια του ποταμού;

13. Ένας σκιέρ που έχει μάζα 70kg ξεκινάει από την ηρεμία στην κορυφή ενός λόφου, που βρίσκεται σε ύψος 45m από μια κοιλάδα. Να υπολογίσετε:

i) τη δυναμική του ενέργεια στο ύψος αυτό

ii) την κινητική του ενέργεια όταν φτάσει στην κοιλάδα

iii) την ταχύτητα που θα έχει όταν φτάσει στην κοιλάδα.

14. Σώμα αφήνεται από ύψος $h=20\text{m}$ πάνω από το έδαφος να πέσει ελεύθερα. Να βρείτε την ταχύτητα του σώματος σε ύψος $h_1=10\text{m}$ και την ταχύτητά του όταν φτάνει στο έδαφος. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

15. Από σημείο Α, που απέχει από το έδαφος απόσταση $h=20\text{m}$, αφήνουμε ελεύθερη μια πέτρα βάρους $w=1\text{N}$.

i) Πόση βαρυτική δυναμική ενέργεια και πόση μηχανική ενέργεια έχει η πέτρα στη θέση Α;

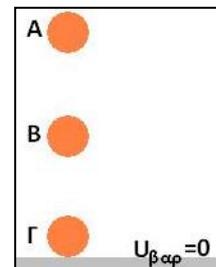
ii) Αν στη θέση Γ η πέτρα έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια ίση με $U_{(Γ)}=15\text{J}$, πόση είναι η κινητική της και πόση η μηχανική της ενέργεια στη θέση αυτή;

iii) Με πόση κινητική ενέργεια φτάνει η πέτρα στη θέση Δ (έδαφος);

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

16. Σώμα μάζας m ρίχνεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα $u_0=40\text{m/s}$. Σε ποιο ύψος το μέτρο της ταχύτητας του σώματος γίνεται $u=20\text{m/s}$ και σε ποιο ύψος μηδενίζεται; Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

17. Πετάμε μια μικρή πέτρα κατακόρυφα προς τα κάτω, με αρχική ταχύτητα $u_0=10\text{m/s}$, από τον τρίτο όροφο πολυκατοικίας, που απέχει από το πεζοδρόμιο απόσταση $h=15\text{m}$. Να βρείτε με ποια ταχύτητα θα χτυπήσει η πέτρα στο πεζοδρόμιο. Δίνεται ότι $g=10\text{m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.



18. Για το σώμα του σχήματος, το οποίο δέχεται μόνο τη δύναμη βαρύτητας, γνωρίζουμε ότι είναι $U_{(A)}=100\text{J}$, $E_{κ,(Γ)}=110\text{J}$ και $E_{κ,(B)}=60\text{J}$. Να βρείτε τη $U_{(B)}$, την $E_{κ,(A)}$ και τη μηχανική ενέργεια του σώματος.

19. Από ύψος $h=20\text{m}$ αφήνουμε ένα σώμα μάζας $m=1\text{kg}$. Αν η αντίσταση του αέρα θεωρηθεί αμελητέα και αν $g=10\text{m/s}^2$, να βρείτε:

- την αρχική και την τελική μηχανική ενέργεια του σώματος
- την ταχύτητα με την οποία φτάνει το σώμα στο έδαφος.

20. Σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ αφήνεται να πέσει από ύψος $H=80\text{m}$. Να υπολογίσετε:

- την κινητική του ενέργεια σε ύψος $h=50\text{m}$ από το έδαφος
- την ταχύτητά του όταν φτάνει στο έδαφος.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

21. Σώμα ρίχνεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα $u_0=20\text{m/s}$. Να υπολογίσετε:

- το μέγιστο ύψος H στο οποίο θα φτάσει το σώμα,
- την ταχύτητα u του σώματος στο μισό του μέγιστου ύψους. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$.

22. Από ένα σημείο Α ρίχνουμε κατακόρυφα προς τα πάνω σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ με ταχύτητα $u_0=30\text{m/s}$. Να βρείτε σε ποιο ύψος:

- η δυναμική ενέργεια του σώματος είναι διπλάσια της αντίστοιχης κινητικής του ενέργειας,
- η κινητική ενέργεια του σώματος είναι διπλάσια της αντίστοιχης δυναμικής του ενέργειας.

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

23. Ένας αθλητής κάνει άλμα επί κοντώ.

- Ποια μορφή ενέργειας έχει ο αθλητής τη στιγμή που αφήνει το έδαφος, ποια όταν βρίσκεται στη μέση του άλματος και ποια τη στιγμή που περνά τον πήχη;
- Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του αθλητή καθώς υπερπηδά τον πήχη, ο οποίος βρίσκεται σε ύψος $h=5,75\text{m}$, όταν η μάζα του σώματός του είναι $m=68\text{kg}$; Δίνεται ότι $g=10\text{m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα αμελητέα.

24. Από την ταρατσα ενός σπιτιού που βρίσκεται σε ύψος $h=5\text{m}$ από το έδαφος πετάμε ένα σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ με αρχική ταχύτητα $u_0=10\text{m/s}$.

- Πόση μηχανική ενέργεια έχει το σώμα τη στιγμή που το πετάμε;

ii) Πόσο είναι το έργο του βάρους από τη στιγμή που πετάμε το σώμα μέχρι αυτό να φτάσει στο έδαφος;

iii) Με πόση ταχύτητα χτυπάει το σώμα στο έδαφος;

Δίνεται: $g=10\text{m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

25. Σώμα μάζας $m=2\text{kg}$ ρίχνεται κατακόρυφα προς τα πάνω από το έδαφος με ταχύτητα $u_0=20\text{m/s}$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και $g=10\text{m/s}^2$.

i) Να σχεδιάσετε και να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα κατά την άνοδο, στο μέγιστο ύψος και κατά την κάθοδό του.

ii) Ποιο είναι το μέγιστο ύψος στο οποίο θα φτάσει το σώμα;

iii) Σε ποιο ύψος η δυναμική ενέργεια του σώματος θα είναι ίση με την κινητική του ενέργεια;

26. Αφήνουμε ένα σώμα να πέσει ελεύθερα από ύψος $H=20\text{m}$ από το δάπεδο.

i) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα κατά την πτώση του.

ii) Με τι ταχύτητα θα χτυπήσει το σώμα στο δάπεδο;

iii) Σε ποιο ύψος η δυναμική ενέργεια του σώματος θα είναι ίση με την κινητική του ενέργεια;

Θεωρούμε την αντίσταση του αέρα αμελητέα, $g=10\text{m/s}^2$ και ότι $U_{\text{βαρ.}(δαπ)}=0$.

27. Σφαίρα μάζας $m=5\text{kg}$ αφήνεται να πέσει από ύψος $h_1=60\text{m}$. Να βρεθούν:

i) Η κινητική ενέργεια της σφαίρας όταν βρίσκεται σε ύψος $h_2=30\text{m}$ από το έδαφος.

ii) Η ταχύτητα της σφαίρας όταν φθάνει στο έδαφος.

Δίνεται ότι $g=10\text{ m/s}^2$ και ότι οι αντιστάσεις του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

28. Ένα σώμα ρίχνεται προς τα πάνω με ταχύτητα $u_0=10\text{m/s}$. Σε ποιο ύψος το σώμα αποκτά δυναμική ίση με τη μισή της μέγιστης τιμής αυτής; Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$. Οι αντιστάσεις του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

29. Εκτοξεύουμε μια μικρή σφαίρα μάζας $m=0,2\text{kg}$ κατακόρυφα προς τα κάτω, με ταχύτητα $u_0=5\text{m/s}$, από τον 4° όροφο πολυκατοικίας, που βρίσκεται σε ύψος $h=20\text{m}$ από την επιφάνεια του εδάφους. Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία θα χτυπήσει η σφαίρα στο έδαφος. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

30. Σώμα ρίχνεται κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα $u=10\text{m/s}$. Σε ποιο ύψος αποκτά τη μέγιστη δυναμική του ενέργεια; Αντίσταση αέρα αμελητέα και $g=10\text{m/s}^2$.

31. 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 προσέφερε 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;

32. 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 φθάνει στο έδαφος; Δίνεται $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$; Αν η

μάζα του σώματος ήταν $m = 1000\text{Kg}$ το αποτέλεσμα θα ήταν διαφορετικό; Τι συμπεράσματα βγάξετε;

33. 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.

34. 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:

- τη μάζα του σώματος
- Την δυναμική και την κινητική ενέργεια όταν το σώμα βρίσκεται σε ύψος $h = 30\text{m}$
- Την δυναμική και την κινητική ενέργεια όταν το σώμα φτάνει στο έδαφος
- Την ταχύτητα με την οποία φτάνει στο έδαφος

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

35. Να συμπληρώσετε τον πίνακα για ένα σώμα που πέφτει ελεύθερα από κάποιο ύψος:

$E_{\text{μηχ}}$	$E_{\text{κ}}$	U
	0	3200 J
	800 J	
		1200 J
	2900 J	
		100 J
	3200 J	

Αν το σώμα αφέθηκε από ύψος $h = 80\text{m}$ να βρείτε:

- Τη μάζα του
- Την ταχύτητα με την οποία φτάνει στο έδαφος

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



5.4. Μορφές και μετατροπές ενέργειας- Διατήρηση της ενέργειας



- ✓ Η **μεταβολή** της κινητικής ή της δυναμικής **ενέργειας ενός σώματος** μπορεί να εκφραστεί **μέσω του έργου των δυνάμεων** που ασκούνται σ' αυτό.
- ✓ **Χημική ενέργεια:** Τα μόρια ορισμένων χημικών ενώσεων (π.χ. της γλυκόζης) έχουν αποθηκευμένη ενέργεια, η οποία οφείλεται στις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των ατόμων που σχηματίζουν τα μόρια, είναι δηλαδή δυναμική ενέργεια. Την ενέργεια αυτή την ονομάζουμε χημική ενέργεια. Παράδειγμα αποτελεί η χημική ενέργεια του ανθρώπου. Ο άνθρωπος προσλαμβάνει ενέργεια μέσω των τροφών. Η ενέργεια αυτή είναι αποθηκευμένη στα μόρια χημικών ενώσεων (π.χ. γλυκόζη). Με την καύση της γλυκόζης, η αποθηκευμένη χημική ενέργεια μεταφέρεται στους μυς, μετατρέπεται σε κινητική και γίνεται η κίνηση των μυών.
- ✓ **Μετατροπές ενέργειας:** Με τη βοήθεια συσκευών ή μηχανών ο άνθρωπος κατάφερε να μετατρέπει μια μορφή ενέργειας σε άλλη μορφή με ελεγχόμενο τρόπο. Για παράδειγμα ο κινητήρας των αυτοκινήτων μετατρέπει τη χημική ενέργεια των καυσίμων αρχικά σε θερμική και στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια.

Αναφέρετε παραδείγματα μετατροπής ενέργειας από μια μορφή σε άλλη:

Αυτοκίνητο: Στο αυτοκίνητο η **χημική ενέργεια** των καυσίμων, μετατρέπεται σε **θερμική ενέργεια** των καυσαερίων και στη συνέχεια σε **κινητική ενέργεια** του αυτοκινήτου.

Θερμοηλεκτρικά εργοστάσια: Στα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο καύσιμο υλικό (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) με την καύση μετατρέπεται σε **θερμική ενέργεια** και τελικά σε **ηλεκτρική ενέργεια**.

Ηλεκτρικός λαμπτήρας: Στον ηλεκτρικό λαμπτήρα η ηλεκτρική ενέργεια που απορροφά ο λαμπτήρας μετατρέπεται σε **φωτεινή ενέργεια** και σε **θερμική ενέργεια**.

Ποιες είναι οι θεμελιώδεις μορφές ενέργειας:

Παραπάνω αναφερθήκαμε στις διαφορετικές μορφές ενέργειας που υπάρχουν στη φύση και στις μετατροπές της ενέργειας από μια μορφή σε μια άλλη. Μιλήσαμε για ηλιακή ενέργεια, ηλεκτρική, αιολική, χημική, πυρηνική, θερμική κτλ. Φαίνεται δηλαδή να υπάρχει

μια ποικιλία μορφών ενέργειας στη φύση. Η ενέργεια με τις διάφορες μορφές της περιέχεται και εκπορεύεται από την ύλη. Η ύλη όπως γνωρίζουμε αποτελείται από άτομα, μόρια, ηλεκτρόνια, πρωτόνια, νετρόνια τα οποία βρίσκονται σε κίνηση και άρα έχουν κινητική ενέργεια και αλληλοεπιδρούν (ασκούν δυνάμεις) μεταξύ τους και επομένως έχουν δυναμική ενέργεια. Έτσι με μια πιο προσεκτική σε βάθος ανάλυση, παρατηρούμε ότι όλες οι μορφές ενέργειας ανάγονται τελικά σε **δύο θεμελιώδεις μορφές ενέργειας την κινητική και τη δυναμική**. Για παράδειγμα η θερμική ενέργεια είναι κινητική ενέργεια που οφείλεται στην κίνηση των μορίων και όπως έχει ήδη αναφερθεί η χημική ενέργεια οφείλεται ουσιαστικά στην κινητική και στην δυναμική ενέργεια των ατόμων και των μορίων των χημικών ουσιών.

✓ **Διατήρηση της ενέργειας:** Η ενέργεια ποτέ δεν παράγεται από το μηδέν και ποτέ δεν εξαφανίζεται. Μπορεί να μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη ή να μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο.

Αν σπρώξουμε μια κούνια αυτή θα αρχίσει να κινείται και να κάνει ταλάντωση άρα αποκτά κινητική ενέργεια. Από πού προήλθε η ενέργεια που απέκτησε η κούνια; Προφανώς από εμάς που την ωθήσαμε και έτσι ένα μέρος της χημικής μας ενέργειας μετατράπηκε σε κινητική της κούνιας. Μετά από μερικές αιωρήσεις η κούνια θα ακινητοποιηθεί. Τι απέγινε η ενέργεια που είχε η κούνια; Χάθηκε; Η απάντηση είναι πως όχι όπως έχουμε πει και στην αρχή του κεφαλαίου η **ενέργεια δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, απλώς μεταφέρεται από ένα σώμα σε ένα άλλο ή μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη**. Η κινητική ενέργεια της κούνιας λόγω τριβών μεταξύ των μηχανικών της μερών και της αντίστασης του αέρα τελικά μετατράπηκε σε θερμική ενέργεια της κούνιας και του περιβάλλοντος. Μπορείτε να αναφέρετε και άλλα παραδείγματα διατήρησης της ενέργειας;

Πηγές ενέργειας

Αναφέρετε μερικές πηγές ενέργειας που υπάρχουν στη φύση;

Ο Ήλιος: Η κύρια πηγή ενέργειας του πλανήτη μας είναι ο Ήλιος ο οποίος στέλνει συνεχώς ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (ηλιακή ενέργεια) στη Γη. Η ενέργεια του Ήλιου προέρχεται από πυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό του.

Η Βιομάζα: Η βιομάζα αποτελεί (το ξύλο, το ξυλοκάρβουνο και τα φυτικά υπολείμματα) μια πηγή ενέργειας που οφείλεται στην φωτοσύνθεση των φυτών.

Πυρηνική ενέργεια: Η ενέργεια που απελευθερώνεται από τη διάσπαση των πυρήνων. Πρόκειται για πολύ σημαντική πηγή ενέργειας αλλά και αρκετά καταστρεπτική όταν χρησιμοποιείται για πολεμικούς σκοπούς.

Πετρέλαιο-Φυσικό αέριο: Αποτελεί μια από τις βασικότερες πηγές ενέργειας για την ανθρωπότητα σήμερα, η οποία κατασπαταλάται ως καύσιμο για να καλύψει τις ανάγκες μας για μετακίνηση με οχήματα, πλοία και αεροπλάνα αλλά και για την λειτουργία των μεγάλων εργοστασίων και βιομηχανιών. Αποτελεί **μη ανανεώσιμη πηγή** ενέργειας κάτι που σημαίνει ότι τα αποθέματα κάποτε θα εξαντληθούν και για αυτό θα πρέπει να είμαστε

πάρα πολύ προσεκτική στη χρήση του μιας και το πετρέλαιο αποτελεί εξαιρετική πρώτη ύλη για την παρασκευή και την σύνθεση νέων υλικών.

Αιολική ενέργεια: Η ενέργεια του ανέμου

Υδραυλική ενέργεια: Η ενέργεια που μας παρέχει το νερό με την κίνηση του και την αξιοποιούμε στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια

Γεωθερμική ενέργεια: πρόκειται για τη θερμική ενέργεια των υπόγειων πετρωμάτων και των υπόγειων νερών. Αξιοποιείται τόσο για τη θέρμανση κτιρίων όσο και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σκεφτείτε ποιες από τις παραπάνω πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες δηλαδή είναι πρακτικά ανεξάντλητες;

Απόδοση μιας μηχανής

Πως ορίζεται η απόδοση μιας μηχανής;

Οι μηχανές που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή είναι συσκευές που μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε κάποια άλλη μορφή που είναι χρήσιμη για εμάς. Κατά τη μετατροπή της ενέργειας από μια μορφή σε μια άλλη ενώ η συνολική ενέργεια διατηρείται, η **χρήσιμη (ωφέλιμη) ενέργεια η οποία αξιοποιείται για τις δραστηριότητες μας είναι πάντοτε μικρότερη της ενέργειας που προσφέρεται αρχικά στη μηχανή για να λειτουργήσει. Πάντοτε κατά τη λειτουργία μιας μηχανής ένα μέρος της ενέργειας χάνεται με τη μορφή θερμικής ενέργειας με αποτέλεσμα να θερμαίνεται η τόσο η μηχανή όσο και το περιβάλλον. Συνήθως μάλιστα το μεγαλύτερο μέρος της προσφερόμενης ενέργειας χάνεται ενώ η ωφέλιμη ενέργεια είναι πολύ μικρό ποσοστό της προσφερόμενης. Για παράδειγμα σε ένα λαμπτήρα πυράκτωσης το 95% της προσφερόμενης ενέργειας γίνεται θερμική και μόλις το 5% μετατρέπεται σε ωφέλιμη φωτεινή ενέργεια. Για το λόγο αυτό είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε την **απόδοση** μιας μηχανής που μας δείχνει κατά πόσο η προσφερόμενη ενέργεια γίνεται ωφέλιμη. Η απόδοση μιας μηχανής ορίζεται ως:**

$$\eta = \frac{E_{\omega\phi\acute{\epsilon}\lambda\iota\mu\eta}}{E_{\pi\rho\sigma\phi\epsilon\rho\acute{o}\mu\epsilon\nu\eta}}$$

Το η ονομάζεται και συντελεστής απόδοσης και είναι πάντα μικρότερος της μονάδας αφού πάντοτε ο παρονομαστής είναι μεγαλύτερος από τον αριθμητή όπως προαναφέρθηκε.

Συχνά ο συντελεστής απόδοσης η πολλαπλασιάζεται με 100% και εκφράζεται ως ποσοστό % το οποίο φυσικά είναι πάντοτε μικρότερο του 100%.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. Συνδέουμε ένα λαμπτήρα μέσω καλωδίων με μια μπαταρία. Ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε άλλη μορφή (ή άλλες μορφές) ενέργειας;

i) στην μπαταρία;

ii) στο λαμπάκι;

Ένας εργάτης σπρώχνει προς τα πάνω ένα κιβώτιο, σε ένα κεκλιμένο επίπεδο, έτσι ώστε να αυξάνει συνεχώς την ταχύτητα αυτού. Η χημική ενέργεια που καταναλώνει ο εργάτης μετατρέπεται σε:

- α) θερμική ενέργεια
- β) δυναμική ενέργεια του κιβωτίου
- γ) κινητική ενέργεια του κιβωτίου
- δ) κινητική και δυναμική και θερμική ενέργεια στο κιβώτιο αλλά και θερμική ενέργεια στο περιβάλλον.

12. Στο παραπάνω ερώτημα, σε τι μορφές θα μετατρέπεται η χημική ενέργεια που καταναλώνει ο εργάτης, αν το κεκλιμένο επίπεδο ήταν λείο;

- α) κινητική
- β) βαρυτική δυναμική ενέργεια
- γ) κινητική και βαρυτική δυναμική ενέργεια.

13. Ένα παιδί δαπάνησε χημική ενέργεια $E_{χημ}=4J$ για να σπρώξει από ένα σημείο Α, οριζόντια και πάνω στο δάπεδο μια καρέκλα. Αν σε ένα άλλο σημείο Γ η καρέκλα έχει κινητική ενέργεια $E_k=0,5J$ και αν μέχρι το σημείο αυτό εμφανίστηκε και ηχητική ενέργεια $E_{ηχ}=0,1J$, πόση θερμότητα Q εμφανίστηκε κατά τη διαδρομή ΑΓ της καρέκλας;

14. Ένας πρωταθλητής της άρσης βαρών σε μία επιτυχημένη προσπάθειά του σηκώνει μπάρα μάζας $m=280kg$ σε ύψος $2m$.

- i) Να υπολογίσετε τη χημική ενέργεια του αθλητή που μετατράπηκε σε βαρυτική δυναμική ενέργεια.
- ii) Αφού ο αθλητής αφήσει την μπάρα, πόση κινητική ενέργεια θα έχει αυτή όταν φτάσει στο έδαφος; Δίνεται $g=10m/s^2$.

15. Σώμα μάζας $m=200g$ εκτοξεύεται από το έδαφος κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα $u_0=20m/s$. Να βρείτε το ύψος που θα φτάσει το σώμα αν χάσει ενέργεια $E=10J$ λόγω της αντίστασης του αέρα. Δίνεται $g=10m/s^2$.

16. Όχημα μάζας $m=1000kg$ κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με ταχύτητα $u=72km/h$. Κάποια στιγμή ο οδηγός του πατάει το φρένο, με αποτέλεσμα οι τροχοί να μην στρέφονται, αλλά να ολισθαίνουν. Μεταξύ των τροχών και του δρόμου εμφανίζεται τριβή ολίσθησης $T=5000N$.

- i) Πόση κινητική ενέργεια είχε το όχημα τη στιγμή που άρχισε να επιβραδύνεται;
- ii) Τι εκφράζει το έργο της τριβής;
- iii) Πόσο διάστημα θα διατρέξει το όχημα μέχρι να σταματήσει;

17. Μπάλα μάζας $m=100g$ αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα από την ταράτσα ενός ουρανοξύστη ύψους $h=125m$ και χτυπά στο έδαφος με ταχύτητα $u=40m/s$.

- i) Να αποδείξετε ότι κατά την κίνησή της η μπάλα έχασε μηχανική ενέργεια.
- ii) Κατά πόσο % μειώθηκε η μηχανική ενέργεια της μπάλας κατά την πτώση της;
- iii) Δέχθηκε η μπάλα δύναμη από τον αέρα κατά την πτώση της; Αν ναι, να υπολογίσετε το μέτρο αυτής της δύναμης θεωρώντας τη σταθερή.
Δίνεται: $g=10m/s^2$.

18. Ένα αυτοκίνητο μάζας $m=500kg$ κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα $u=40m/s$. Κάποια στιγμή ο οδηγός αναγκάζεται να πατήσει πολύ δυνατά το φρένο. οπότε το

αυτοκίνητο ουσιαστικά σέρνεται πάνω στον δρόμο και τελικά σταματά. Κατά το φρενάρισμα το αυτοκίνητο δέχεται σταθερή δύναμη τριβής $T=2000\text{N}$. Πόση απόσταση διέτρεξε το αυτοκίνητο από τη στιγμή που ο οδηγός πάτησε το φρένο μέχρι τη στιγμή που η ταχύτητα του αυτοκινήτου:

- i) μειώθηκε στο μισό της αρχικής;
- ii) μηδενίστηκε;

19. Αφήνουμε μια πέτρα μάζας $m=500\text{g}$ να πέσει από ύψος $h=100\text{m}$ και βρίσκουμε ότι φτάνει στο έδαφος με ταχύτητα $v=40\text{m/s}$.

- i) Να βρείτε αν ισχύει η αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.
- ii) Να υπολογιστούν οι επί τοις εκατό (%) απώλειες της μηχανικής ενέργειας της πέτρας.
- iii) Να βρεθεί σε ποια δύναμη οφείλονται οι απώλειες και να υπολογιστεί το μέτρο της, αν θεωρηθεί ότι η δύναμη αυτή είναι σταθερή. Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

20. Ένας αθλητής καταδύσεων μάζας $m=65\text{kg}$ επιχειρεί κατάδυση από βατήρα ύψους 10m .

- i) Ποια μορφή ενέργειας έχει ο αθλητής τη στιγμή που ετοιμάζεται για το άλμα, ποια όταν βρίσκεται στη μέση του άλματος και ποια όταν εισέρχεται στο νερό;
- ii) Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του αθλητή στην κορυφή του βατήρα;
- iii) Πόση είναι η βαρυτική δυναμική ενέργεια του αθλητή όταν απέχει απόσταση 2m από την επιφάνεια του νερού; Τι περιμένετε για την τιμή της κινητικής του ενέργειας στο ίδιο ύψος; Δίδεται $g=10\text{m/s}^2$ και ότι η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

21. Ένα αυτοκίνητο μάζας 900kg κινείται με ταχύτητα 20m/s . Ξαφνικά ο οδηγός πατάει φρένο και το αυτοκίνητο ολισθαίνει. Μεταξύ των τροχών του αυτοκινήτου και του οδοστρώματος αναπτύσσεται δύναμη τριβής, το μέτρο της οποίας ισούται με 9000N .

- i) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου πριν από το φρενάρισμα.
- ii) Σε ποια μορφή ενέργειας μετατρέπεται η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου; Το έργο ποιας δύναμης εκφράζει αυτή η μετατροπή.
- iii) Πόσο θα ολισθήσει το αυτοκίνητο μέχρι να σταματήσει;

22. Ένα αυτοκίνητο με μάζα 700kg κινείται με ταχύτητα 30m/s . Ξαφνικά το αυτοκίνητο πέφτει σε μια κολόνα ηλεκτροφωτισμού. Η κολόνα παραμένει ακίνητη και το αυτοκίνητο σταματάει.

- i) Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου πριν από τη σύγκρουση. Να περιγράψετε τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης.
- ii) Πόσο έργο παράχθηκε από τη δύναμη που ασκεί η κολόνα στο αυτοκίνητο;
- iii) Αν δεχθούμε ότι κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης, η κολόνα ασκεί στο αυτοκίνητο σταθερή δύναμη και το μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου μετατοπίστηκε (βούλιαξε) κατά 40cm , να υπολογίσετε το μέτρο της.

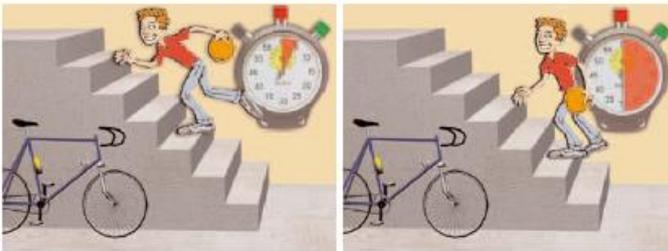
23. Ποιες βασικές ενεργειακές μεταβολές συμβαίνουν α) σε ένα αυτοκίνητο; β) σε ένα θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο; γ) σε ένα τρόλεϊ;

24. Γράψτε έξι τουλάχιστον μορφές ενέργειας.

25. Τι μορφές ενέργειας έχει ένα μήλο:
- α) όταν βρίσκεται στο κλαδί της μηλιάς
 - β) καθώς πέφτει από την μηλιά
 - γ) ως τρόφιμο μόνο

5.5. Ισχύς

Πολλές φορές δεν μας ενδιαφέρει τόσο πολύ το πόσο έργο μπορεί να παράγει μια μηχανή όσο το πόσο γρήγορα μπορεί να την παράγει. Επίσης πολύ συχνά δεν μας ενδιαφέρει μόνο το πόση ενέργεια καταναλώνεται σε μία δραστηριότητα αλλά μας ενδιαφέρει και το πόσο γρήγορα καταναλώνεται αυτή η ενέργεια. Για παράδειγμα ας θεωρήσουμε ότι κάποιος ανεβαίνει μια σκάλα. Για να ανέβει τα σκαλιά αργά με σταθερή ταχύτητα, θα πρέπει να ασκεί μια δύναμη η οποία εξουδετερώνει συνεχώς το βάρος του και τελικά η ενέργεια που δαπανά είναι ίση με τη μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας. Αφού ο άνθρωπος, όταν έχει πια ανέβει τα σκαλιά, θα βρεθεί σε μεγαλύτερο υψόμετρο, θα έχει αυξηθεί η δυναμική του ενέργεια. Η αύξηση της δυναμικής του ενέργειας είναι αριθμητικά ίση με το έργο της δύναμης που ανύψωσε το σώμα στο σημείο αυτό και άρα $W_F = \Delta U = mgh$. Επομένως για δεδομένο υψόμετρο h και μάζα m του σώματος η ενέργεια που καταναλώνουμε για να ανεβούμε στο ύψος h είναι συγκεκριμένη και ίση με $W_F = mgh$. Διαπιστώνουμε όμως ότι όταν ανεβούμε τα σκαλιά **πιο γρήγορα** και βρεθούμε στο ίδιο ύψος **τότε θα κουραστούμε περισσότερο σε σχέση με όταν ανεβούμε αργά τα σκαλιά.**



Εικόνα 5.36.

Στην πρώτη εικόνα ανεβαίνεις τη σκάλα σε χρόνο 5 s (τρέχοντας), ενώ στη δεύτερη σε χρόνο 30 s (περπατώντας). Και στις δύο περιπτώσεις η δύναμη που ασκείς είναι ίση με το βάρος σου (καίσαι με σταθερή ταχύτητα). Εφόσον ανεβαίνεις στο ίδιο ύψος, ισχύει για το έργο της δύναμης: $W = w \cdot h$. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι σε όσο μικρότερο χρονικό διάστημα παράγουμε κάποιο έργο, τόσο περισσότερο κουραζόμαστε.

Είναι φανερό ότι στην προκειμένη περίπτωση, δηλαδή για το πόσο θα κουραστούμε, δεν παίζει ρόλο μόνο το πόση ενέργεια καταναλώνουμε αλλά και το πόσο γρήγορα καταναλώνουμε αυτό το ποσό ενέργειας.

✓ **Ισχύς (P):** μέγεθος που δείχνει πόσο γρήγορα παράγεται κάποιο έργο ή μετασχηματίζεται κάποια μορφή ενέργειας. Ορίζεται ως το πηλίκο του έργου (W) που παράγεται ή της ενέργειας (E) που μετασχηματίζεται διά το αντίστοιχο χρονικό διάστημα t .

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

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

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

$$1W = \frac{1J}{1s}$$

Ισχύ 1W έχει μια μηχανή η οποία παράγει έργο 1J σε χρόνο 1s.

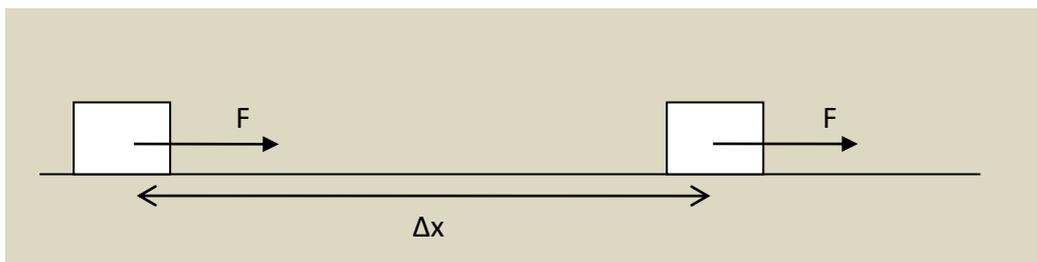
Πολλαπλάσια του Watt είναι το $1kW=1000W=10^3W$ και το $1MW=1000000W=10^6W$.

✓ **Κιλοβατώρα (1kWh)**: Μονάδα ενέργειας. 1kWh είναι η ενέργεια που αποδίδεται (ή καταναλώνεται) από μηχανή ισχύος 1kW όταν αυτή λειτουργεί για μία ώρα (1h). Ισχύει:

$$1kWh=1kW \cdot 1h=10^3W \cdot 3600s \quad \text{ή} \quad 1kWh=36 \cdot 10^5J$$

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

Έστω ένα σώμα το οποίο μετατοπίζεται προς τα δεξιά υπό την επίδραση μεταξύ άλλων και μιας σταθερής δύναμης F και έστω ότι το σώμα κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.



Τότε για το σώμα ισχύει $\Delta x = u \cdot \Delta t$ ενώ για το έργο το οποίο προσφέρει η δύναμη στο σώμα ισχύει $W_F = F \Delta x$. Οπότε για την ισχύ που προσφέρεται στο σώμα από την δύναμη F μπορούμε να γράψουμε:

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

από όπου τελικά προκύπτει

$$P = F \cdot u$$

Λυμένες Ασκήσεις:

Άσκηση: Η μηχανή Α παράγει έργο ίσο με $W_A=600\text{J}$ σε χρόνο $\Delta t_A=2\text{s}$ ενώ η μηχανή Β παράγει έργο $W_B=12\text{KJ}$ σε χρόνο $\Delta t_B=5\text{min}$. Ποια από τις δυο μηχανές έχει μεγαλύτερη ισχύ?

Λύση:

Η ισχύς της μηχανής Α είναι:

$$P_A = \frac{W_A}{\Delta t_A}$$
$$P_A = \frac{600}{2}$$
$$P_A = 300\text{W}$$

Για να υπολογίσουμε την ισχύ της μηχανής Β θα πρέπει να μετατρέψουμε το έργο και το χρόνο σε μονάδες του Διεθνούς Συστήματος:

$$W_B=12\text{KJ} = 12000\text{J}$$

$$\Delta t_B=5\text{min}=300\text{s}$$

Άρα η ισχύς της μηχανής Β είναι:

$$P_B = \frac{W_B}{\Delta t_B}$$
$$P_B = \frac{12000}{300}$$
$$P_B = 40\text{W}$$

Άρα η μηχανή Α έχει μεγαλύτερη ισχύ από τη μηχανή Β.

Ερωτήσεις-Ασκήσεις:

1. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α) Αν δύο μηχανές παράγουν το ίδιο έργο θα έχουν και την ίδια ισχύ.

β) Μια μηχανή μπορεί να παράγει έργο 100kWh .

γ) Σε όσο μικρότερο χρόνο παράγουμε συγκεκριμένο έργο, τόσο περισσότερο κουραζόμαστε.

δ) Η ισχύς που μας δίνει μια μηχανή είναι η ίδια με την ισχύ με την οποία την τροφοδοτούμε.

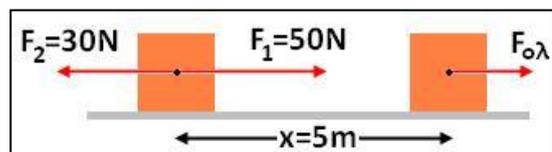
ε) Η ισχύς που προσφέρεται από μία δύναμη σε ένα σώμα είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται στο σώμα.

στ) Μονάδα μέτρησης ισχύος είναι και το J/s^2 .

2. Μια μηχανή Α έχει μεγαλύτερη ισχύ από μια μηχανή Β.

- i) Ποια από τις δύο παράγει περισσότερο έργο στον ίδιο χρόνο;
ii) Αν παράγουν το ίδιο έργο, ποια χρειάζεται μικρότερο χρόνο για να το παραγάγει;
3. Μια μηχανή M_1 παράγει έργο 2.000J και μια μηχανή M_2 παράγει έργο 200J. Ποια από τις δύο μηχανές είναι ισχυρότερη;
α. Η μηχανή M_1 .
β. Η μηχανή M_2 .
γ. Και οι δύο μηχανές έχουν την ίδια ισχύ.
δ. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε την ισχύ των δύο μηχανών.
4. Μια μηχανή M_1 παράγει έργο 2.000J σε χρόνο 2s, ενώ μια άλλη μηχανή M_2 παράγει έργο 9.000J σε χρόνο 3min. Ποια από τις δύο μηχανές είναι λιγότερο ισχυρή;
α. Η μηχανή M_1 .
β. Η μηχανή M_2 .
γ. Και οι δύο μηχανές έχουν την ίδια ισχύ.
δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.
5. Μια μηχανή M_1 παράγει έργο W σε χρόνο t . Μια μηχανή M_2 παράγει στο μισό χρόνο διπλάσιο έργο. Τι από τα παρακάτω ισχύει;
α. Οι δύο μηχανές έχουν την ίδια ισχύ.
β. Η ισχύς της μηχανής M_2 είναι διπλάσια της ισχύος της μηχανής M_1 .
γ. Η ισχύς της μηχανής M_2 είναι τετραπλάσια της ισχύος της μηχανής M_1 .
δ. Η ισχύς της μηχανής M_1 είναι τετραπλάσια της ισχύος της μηχανής M_2
6. Η ισχύς μιας μηχανής M_1 είναι τριπλάσια της ισχύος μιας μηχανής M_2 . Σε χρόνο t η μηχανή M_1 παράγει έργο W . Πόσο έργο θα παραγάγει η μηχανή M_2 , αν λειτουργήσει για τριπλάσιο χρόνο ($3t$);
α. W β. $9W$ γ. $3W$ δ. $W/9$.
7. Ένας λαμπτήρας με ισχύ 100W φωτοβολεί για 10 λεπτά και εκπέμπει φωτεινή ενέργεια 12.000 J. Πόση ηλεκτρική ενέργεια απαιτείται για τη λειτουργία του λαμπτήρα; Τι συμβαίνει με τη διατήρηση της ενέργειας;
8. Να υπολογισθεί η ισχύς μηχανής που παράγει έργο $W=100J$ σε χρόνο $t=2s$.
9. Να υπολογισθεί το έργο μηχανής που έχει ισχύ $P=30W$ και λειτουργεί για χρόνο $t=10min$.

10. Να βρεθεί το έργο W και η ισχύς του σώματος στο σχήμα σε χρόνο $t=10s$.



11. Ένας εργάτης ασκεί οριζόντια δύναμη $F=250N$ σε ένα κιβώτιο και το μετατοπίζει κατά $\Delta x=6m$ σε χρόνο $t=10s$. Να βρεθεί:
i) Το έργο της δύναμης που ασκεί ο εργάτης.
ii) Η ισχύς της δύναμης του εργάτη.

12. Κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος γυμναστικής ένας μαθητής μάζας 60kg αναρριχάται σε μία κατακόρυφη δοκό μήκους 3m σε 4s. Πόση είναι η μέση ισχύς του μαθητή στη διάρκεια της άσκησης;

13. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ασκεί 100000N σε έναν ανελκυστήρα και τον ανυψώνει κατά 15m σε 30s. Πόση είναι η ισχύς του κινητήρα; Εάν ο ανελκυστήρας ανέβαινε σε 20s θα άλλαζε το έργο; Θα άλλαζε η ισχύς του κινητήρα; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

14. Να βρεθεί το έργο που παράγει μια μηχανή, η οποία έχει ισχύ $P=2\text{kW}$, αν λειτουργεί για χρονικό διάστημα $t=10\text{min}$.

15. Σηκώνουμε μία βαλίτσα και την τοποθετούμε στο χώρο αποσκευών του αυτοκινήτου που βρίσκεται σε ύψος $h=1\text{m}$ από το έδαφος. Αν για την πράξη μας αυτή παράγουμε έργο $W=400\text{J}$, πόση δύναμη ασκήσαμε στη βαλίτσα και πόση είναι η ισχύς μας, αν για να σηκώσουμε τη βαλίτσα χρειαστήκαμε χρόνο $t=3\text{s}$;

16. Μία μηχανή Α παράγει έργο $W_1=36000\text{J}$ σε χρόνο $t_1=0,5\text{min}$, ενώ μια μηχανή Β παράγει έργο $W_2=25\text{kJ}$ σε χρόνο $t_2=20\text{s}$. Ποια από τις δύο μηχανές παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ισχύ;

17. Η ισχύς μιας μηχανής είναι $P=2\text{kW}$. Να υπολογίσετε το έργο που παράγει η μηχανή αυτή αν λειτουργήσει για χρονικό διάστημα $t=15\text{min}$.

18. Καλούμε τον άδειο ανελκυστήρα της πολυκατοικίας μας από το ισόγειο στον 6^ο όροφο, ο οποίος απέχει από το ισόγειο $h=30\text{m}$, και ο ανελκυστήρας έρχεται σε χρόνο $t=0,5\text{min}$. Αν η δύναμη που ο κινητήρας του ανελκυστήρα άσκησε, μέσω των συρματόσχοινων, στον ανελκυστήρα στη διαδρομή αυτή είναι $F=6000\text{N}$, να υπολογίσετε:

i) το έργο της δύναμης F

ii) την ισχύ του κινητήρα.

19. Η ισχύς μιας μηχανής είναι $P=2\text{kW}$. Να υπολογίσετε σε J το έργο που παράγει η μηχανή αυτή αν λειτουργήσει για $t=15\text{min}$.

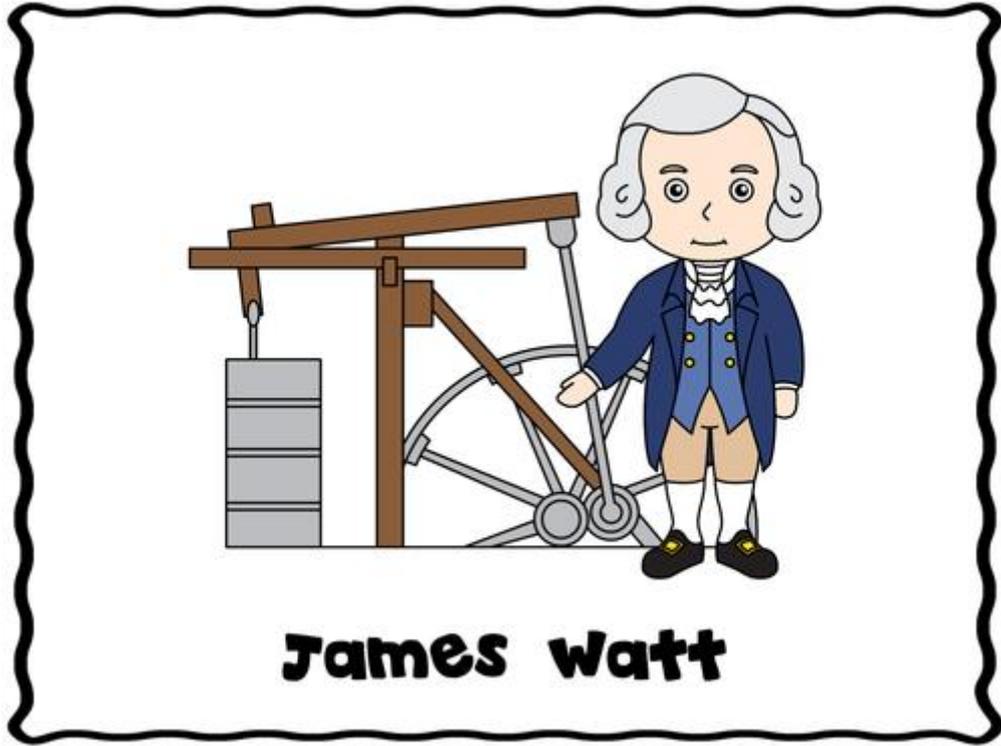
20. Μια μηχανή Α παράγει έργο $w_1=48000\text{J}$ σε $t_1=0,4\text{min}$ ενώ μια μηχανή Β παράγει έργο $w_2=43,2\text{kJ}$ σε $t_2=36\text{s}$. Ποια είναι ισχυρότερη;

21. Ένα σώμα κινείται σε οριζόντιο επίπεδο υπό την επίδραση της δύναμης $F=30\text{N}$ με σταθερή ταχύτητα $v=10\text{m/s}$.

α) Πόση είναι η τριβή;

β) Σε $t=5\text{s}$ πόση απόσταση θα έχει διανύσει;

γ) Ποιο είναι το έργο και ποια η ισχύς της δύναμης F ;



ΤΕΣΤ 19 ΕΛΕΓΧΩ ΤΙΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΜΟΥ!!!

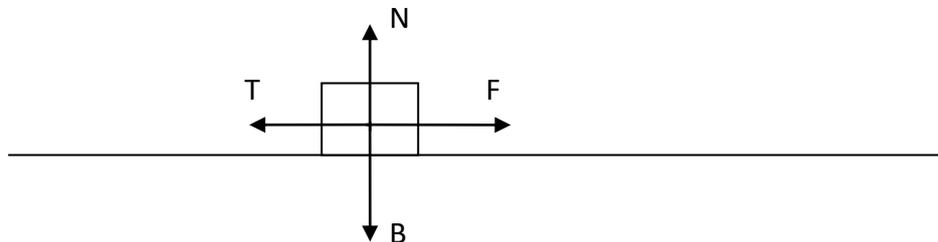
1. Πότε ένα σώμα έχει ενέργεια;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2. Πως ορίζεται και τι εκφράζει το έργο μιας δύναμης;

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης $F=120\text{N}$, της τριβής $T=50\text{N}$, του βάρους του σώματος $B=20\text{N}$ και της κάθετης αντίδρασης από το δάπεδο $N=20\text{N}$, για το σώμα του παρακάτω σχήματος το οποίο μετατοπίζεται κατά $\Delta x=10\text{m}$ προς τα δεξιά



ΜΟΝΑΔΕΣ 10

ΤΕΣΤ 20

4. Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα $m=1000\text{kg}$ και ταχύτητα 108km/h . Να υπολογίσετε την κινητική του ενέργεια.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2.

- Την ενέργεια που έχει ένα σώμα επειδή κινείται την ονομάζουμε.....
ενέργεια και την συμβολίζουμε με E_k και δίνεται από.....

• Γενικά, ένα σώμα που έχει βάρος και βρίσκεται σε ύψος h από κάποιο οριζόντιο επίπεδο λέμε ότι έχει.....ενέργεια ίση με:.....

- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα σε κάποιο ύψος ισούται με το.....της δύναμης που το ανύψωσε.
- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια που έχει ένα σώμα σε κάποιο ύψος είναι..... από τη διαδρομή που ακολούθησε για να βρεθεί στο ύψος αυτό.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Ένα ελικόπτερο έχει μάζα $m = 1000\text{kg}$ και ταχύτητα $u = 72\frac{\text{km}}{\text{h}}$ και αιωρείται σε ύψος $h = 150\text{m}$. Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Να υπολογίσετε:

- α) την κινητική του ενέργεια.
β) την δυναμική του ενέργεια

ΜΟΝΑΔΕΣ 10

ΤΕΣΤ 21

1. Να διατυπώσετε την αρχή της διατήρησης της μηχανικής ενέργειας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

2.Α. Μια μπάλα αφήνεται να πέσει από την οροφή ενός δωματίου από τον οποίο έχει αφαιρεθεί ο αέρας. Κατά την πτώση της μπάλας: (σωστό/λάθος)

- α) η μηχανική της ενέργεια μειώνεται και η κινητική της αυξάνεται
- β) η κινητική της ενέργεια αυξάνεται και η βαρυτική δυναμική της ενέργεια μειώνεται
- γ) η μηχανική της ενέργεια παραμένει σταθερή
- δ) η μηχανική της ενέργεια μειώνεται και η βαρυτική δυναμική της ενέργεια επίσης μειώνεται

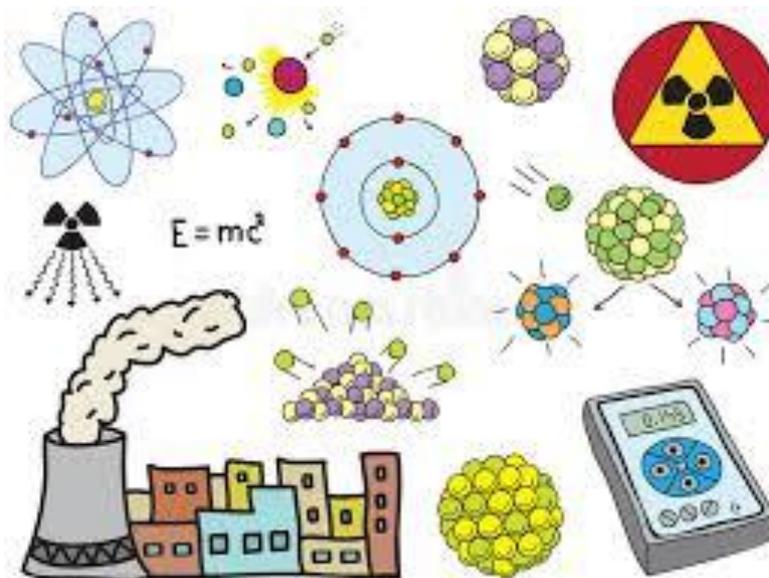
Β. Η μηχανική ενέργεια ενός σώματος ισούται με το της και της.....ενέργειας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 5

3. Ένα σώμα έχει μάζα $m = 1kg$ εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα

$u = 10 \frac{m}{s}$ να βρεθεί το μέγιστο ύψος στο οποίο θα φτάσει το σώμα.

ΜΟΝΑΔΕΣ 10



ΤΕΣΤ 22

1. Να διατυπώσετε τον ορισμό της ισχύος. Τι εκφράζει η ισχύς; Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ισχύος στο S.I.; Είναι μονόμετρο ή διανυσματικό μέγεθος;

ΜΟΝΑΔΕΣ 8

2. Ένας άνθρωπος ασκώντας σταθερή δύναμη F για χρονικό διάστημα $\Delta t=1\text{min}$ σηκώνει ένα σώμα σε ύψος, παράγοντας έργο $w=1500\text{J}$. Να υπολογίσετε την ισχύ του ανθρώπου.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6

3. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας ανυψώνει με σταθερή ταχύτητα ένα κιβώτιο που έχει βάρος 5000N σε ύψος 10m σε χρόνο 10s . Πόση είναι η ισχύς του κινητήρα;

ΜΟΝΑΔΕΣ 6