

Κώστας Θ. Ζαμπέλης - Νίκος Μπέσας
Μαρίζα Μπέσα

ΦΥΣΙΚΗ - Ο ΤΡΟΠΟΣ ΣΚΕΨΗΣ

για τη Β' Γυμνασίου

ΣΕΙΡΑ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ (αρ. σειράς 228)

Τίτλος: Φυσική - Ο τρόπος σκέψης για τη Β' Γυμνασίου

Συγγραφείς: Κώστας Θ. Ζαμπέλης, Νίκος Μπέσας, Μαρίζα Μπέσα

Φιλολογική επιμέλεια: Μαρία Ζουμπουρλή

Τόπος και Χρονολογία Α' έκδοσης: Αθήνα, Ιανουάριος 2022

Σελίδες: 446

Διάσταση σελίδας: 17x24 cm

Γραμματοσειρά: Calibri

Χαρτί: Γραφής 100gr

ISBN: 978-6182-013-458

Εκδόσεις: 24γράμματα / Γιώργος Δαμιανός

Διεύθυνση / Κεντρική Διάθεση:

Λεωφόρος Πεντέλης 77, Χαλάνδρι 152 34

Τηλ.: +30 210 612 70 74

Email: info@24grammata.com

Web site / e-shop: www.24grammata.com

Copyright © 2022 24γράμματα

Η γραφιστική επεξεργασία

έγινε στο ατελιέ γραφικών τεχνών

των εκδόσεων 24γράμματα

(Λεωφ. Πεντέλης 77, Χαλάνδρι, τηλ. 210 612.70.74)

Ψηφιακή σελιδοποίηση: Κώστας Θ. Ζαμπέλης, Νίκος Μπέσας,

Κατερίνα Μηνογιάννη

Δημιουργία εξωφύλλου: Yonas Design

Φωτογραφία εξωφύλλου: photocreoyonasdesign

sites εικόνων: freepik.com, chemix.org

Κώστας Θ. Ζαμπέλης - Νίκος Μπέσας
Μαρίζα Μπέσα

ΦΥΣΙΚΗ - Ο ΤΡΟΠΟΣ ΣΚΕΨΗΣ

για τη Β' Γυμνασίου

*Αφιερωμένο στους διαχρονικούς δασκάλους μας,
τα μικρά παιδιά*

Περιεχόμενα

Πρόλογος	11
A. Εισαγωγή	15
A.1. Τι πρέπει να κάνω στην τάξη και στο σπίτι	17
A.2. Ανάγνωση εκφωνήσεων	21
A.3. Πώς διατυπώνω τις απαντήσεις μου	24
A.4. Σχεδιασμός σχήματος	26
B. Μηχανική	
B.1. Εισαγωγικές έννοιες	29
B.2. Κινήσεις	65
B.3. Δυνάμεις	147
B.4. Πίεση	241
B.5. Ενέργεια	321
Γ. Θερμότητα	
Γ.1. Θερμότητα	407

Πρόλογος

Φίλε μαθητή,

Η Β΄ Γυμνασίου αποτελεί τη βασικότερη ίσως τάξη από όλα τα μαθητικά σου χρόνια για το μάθημα της Φυσικής. Εδώ, θα συναντήσεις έννοιες και μεγέθη που γνώρισες στην Α΄ Γυμνασίου ή, ακόμα, και στο Δημοτικό, καθώς και πολλά νέα. Οι έννοιες, πλέον, θα περιγράφονται και με μαθηματικές σχέσεις, που θα πλαισιώνουν και θα αναδεικνύουν το φυσικό τους περιεχόμενο. Το ταξίδι της Φυσικής τώρα αρχίζει για σένα και για αυτό το ταξίδι, που θα είναι μακρύ και ενδιαφέρον, πρέπει να έχεις μαζί σου τα απαραίτητα εφόδια.

Το βιβλίο που κρατάς στα χέρια σου δεν είναι ένα ακόμα βιβλίο ασκήσεων. Είναι η προσπάθειά μας να μνηθείς στους μηχανισμούς λειτουργίας της Φύσης. Να μάθεις πώς πρέπει να προσεγγίζεις και να αντιμετωπίζεις ένα ζήτημα Φυσικής. Αυτό θα γίνει με την αναλυτική παρουσίαση και περιγραφή των εννοιών και την ακόμα πιο αναλυτική επεξήγηση και εμβάθυνση στις λύσεις που συνοδεύουν όλες τις ασκήσεις. Η εμπειρία μάς έχει διδάξει πού κατά κανόνα δυσκολεύονται οι μαθητές και ποια είναι εκείνα τα σημεία που δεν τους είναι αρκούτως κατανοητά ή παρανοούνται. Οι ασκήσεις που θα βρεις σε τούτο το βιβλίο είναι απόλυτα προσαρμοσμένες στο ύφος και τη φιλοσοφία αυτή. Να σε διδάξουν τον τρόπο σκέψης.

Όπως έλεγε και ο μεγάλος Richard Feynman, φαντάσου το παιδικό σου δωμάτιο, πριν και μετά το παιχνίδι. Πριν το παιχνίδι, όλα είναι τακτοποιημένα και τοποθετημένα στη θέση τους, ενώ μετά από αυτό υπάρχει έντονη ακαταστασία. Εμείς από τη μεριά μας προσπαθήσαμε, μέσα από αυτές τις σελίδες, να σε μάθουμε να τακτοποιείς μόνος τη γνώση σου, όπως κάνεις με τα παιχνίδια σου, ώστε, μόλις σου ζητηθεί κάτι, αμέσως να μπορέσεις να ανακαλέσεις τη συγκεκριμένη πληροφορία από τη μνήμη σου και να τη χρησιμοποιήσεις.

Σκοπός, λοιπόν, του συγκεκριμένου βιβλίου είναι να παρουσιάσει με κάθε λεπτομέρεια τις έννοιες, τη λογική και τις τεχνικές, πάνω στα ζητήματα που πραγματεύεται το σχολικό σου βιβλίο. Είναι, θα λέγαμε, «η φωνή του δασκάλου» που θα σε συντροφεύει τις ώρες του διαβάσματός σου. Όραμά μας είναι το βιβλίο αυτό να γίνει το αλφαβητάρι σου, καταφέροντας να σε κάνει να αγαπήσεις τη Φυσική μέσα από τις σελίδες του και να αντιληφθείς μέσα από

έναν σημαντικό αριθμό παραδειγμάτων πόσο καθημερινή και ζωντανή είναι αυτή η Επιστήμη.

Σου ευχόμαστε να δεις όλους σου τους στόχους, μικρούς και μεγάλους, να εκπληρώνονται. Καλή μελέτη!

Κώστας Θ. Ζαμπέλης

Νίκος Μπέσας

Μαρίζα Μπέσα

Χαρακτηριστικά του κειμένου και συμβολισμοί

Στο σημείο αυτό, παρουσιάζεται πώς είναι δομημένη και αναπτυγμένη η φιλοσοφία του βιβλίου και πώς θα κάνεις το διάβασμά σου ξεκούραστο και άνετο. Στην πορεία των σελίδων, θα παρατηρήσεις πως εκατέρωθεν των γραμμών του υπάρχουν κάποιοι χρωματισμοί.

Όποια παράγραφος περιβάλλεται από το πράσινο πλαίσιο, όπως η συγκεκριμένη, αυτή αναφέρεται στο κομμάτι της θεωρίας. Είναι τα σημεία που πρέπει να γνωρίζεις καλά, ώστε να περάσεις ύστερα στο κομμάτι των ασκήσεων.

Αν βρίσκεται σε κόκκινο πλαίσιο, τότε αυτό περιλαμβάνει μια παρατήρηση ή ένα κλασικό λάθος, το οποίο οι μαθητές κάνουν συνήθως και το οποίο είχε ενδεχομένως διαφύγει της προσοχής σου. Είναι τα σημεία που αποσαφηνίζουν πλήρως το κομμάτι της θεωρίας. Θα τα συναντήσεις τόσο στη θεωρία, όσο και στο κομμάτι των ασκήσεων.

Σε μπλε πλαίσιο, θα βρίσκονται όλες οι ασκήσεις που θα συναντήσεις. Σε κάθε παράγραφο υπάρχουν, με αναλυτικό και επεξηγηματικό τρόπο, οι λύσεις των προβλημάτων που παρατίθενται, με σκοπό να εμπεδώσεις τη θεωρία και τις παρατηρήσεις στην πράξη.

Εισαγωγή



ΦΥΣΙΚΗ
ο τρόπος σκέψης

Τι πρέπει να κάνω στην τάξη και στο σπίτι

Εδώ, θα πρέπει να συζητήσουμε ποιες υποχρεώσεις έχει κάποιος όταν βρίσκεται στην τάξη, αλλά και ποιες όταν βρίσκεται στο γραφείο μελέτης, στο σπίτι του. Ασφαλώς, η πηγή γνώσης είναι το σχολείο σου και θα πρέπει να ακολουθείς τις συμβουλές του καθηγητή σου.

Τι πρέπει να κάνω στην τάξη

Είναι άδικο για εσένα να έχεις απορίες και να μην σηκώνεις το χέρι στην τάξη! Μη σε απασχολεί τι θα πούνε οι άλλοι για σένα, ενώ πρέπει να είσαι σχεδόν βέβαιος πως δεν ξέρουν, απαραίτητα, περισσότερα από όσα εσύ γνωρίζεις. Επιπλέον, την ώρα της παράδοσης του μαθήματος, δε θα πρέπει να τηρείς μια παθητική στάση. Προσπάθησε, συνέχεια, να αναρωτιέσαι όχι μόνο αν κατάλαβες τι λέει ο καθηγητής, αλλά αν εσύ μπορείς να το εφαρμόσεις. Οι πιο πολλοί μαθητές έχουν βασιστεί και επαναπαυθεί στο αν ο καθηγητής είναι κατανοητός. Σχεδόν πάντα νομίζεις πως κατάλαβες αυτό που λέει επειδή, απλά είναι μεταδοτικός και γνώστης του αντικειμένου. Εσύ; Αν σε ρωτήσει κάτι πάνω σε αυτό που μόλις είπε, μπορείς να απαντήσεις; Σκέψου το εξής παράδειγμα, που εξάλλου αποτελεί και κάτι που εμείς εφαρμόζουμε συχνά στην τάξη. Σηκώνει το χέρι η Μαίρη, επειδή έχει μια απορία. Ζητάμε από τον Κώστα να λύσει την απορία της Μαίρης και τελικά και ο Κώστας διαπιστώνει πως δεν μπορεί! Όχι, δεν τίθεται θέμα για το αν και ο Κώστας είχε την απορία και δε ρώτησε. Απλά, νόμιζε πως το είχε καταλάβει και μπαίνοντας στη διαδικασία να το εξηγήσει διαπίστωσε την αδυναμία που είχε και ο ίδιος. Πρέπει, λοιπόν, να αποκτήσεις μια άλλη στάση μέσα στην τάξη. Είναι προφανές πως δεν πρέπει να φύγεις με απορίες από το μάθημα. Σίγουρα, η πλήρης κατανόηση του μαθήματος θα επιτευχθεί στο σπίτι, αλλά μη φύγεις έχοντας συγκεκριμένες απορίες.

Τι πρέπει να κάνω στο σπίτι

Προσπάθησε να έχεις φτιάξει ένα καλό πρόγραμμα, ώστε να μπορείς να μελετήσεις στο σπίτι σου το συγκεκριμένο μάθημα, μετά από μία ή δύο μέρες το πολύ. Σκέψου πως από το μάθημα έχεις φύγει με κάποια σημεία που δεν κατάλαβες, χωρίς απαραίτητα να το έχεις συνειδητοποιήσει. Αν ασχοληθείς μετά από τέσσερις μέρες, για παράδειγμα, καταλαβαίνεις πως θα θυμάσαι ακόμα λιγότερα. Μετά θα είναι πολύ δύσκολο να καλύψεις αυτά τα μικρά αλλά σημαντικά κενά.

Θα έχεις ακούσει πολλές συμβουλές για το σωστό διάβασμα. Αρκετές ώρες διαβάσματος και πολλές ασκήσεις σε κάθε ενότητα. Σαφώς και ακολουθώντας την αντίθετη πορεία δε θα δεις αποτέλεσμα, αλλά εδώ θα συζητήσουμε κυρίως για το θέμα της ποιότητας του διαβάσματος σου.

Θα έχεις πει κι εσύ πολλές φορές πως «στη θεωρία είμαι καλός, αλλά ασκήσεις δεν μπορώ να λύσω». Σου απαντάμε, λοιπόν, με σιγουριά, πως αυτό δεν μπορεί να ισχύει. Δυστυχώς για εσένα, το «γνωρίζω τη θεωρία», σημαίνει απλά έχω μάθει απ' έξω τα έντονα γράμματα του βιβλίου, έχω μάθει τους τύπους μόνο και μέχρι εκεί. Ότι, δηλαδή, σου έμαθαν να κάνεις στο Δημοτικό. Αυτά τα λόγια, τα λόγια στη θεωρία, που σου φαίνονται βαρετά, κρύβουν όλο το νόημα. Θα παρατηρήσεις πως, πριν προκύψει ένας τύπος, υπάρχει μια θεωρία, μια αναφορά σε ένα πείραμα, ίσως και μια πλήρης απόδειξη. Και ο τύπος που νομίζεις πως έμαθες; Έχεις καταλάβει τι κρύβεται πίσω από αυτόν; Μπορείς να ερμηνεύσεις το φυσικό περιεχόμενο του αποτελέσματος που υπολόγισες ή, απλά, έφτασες στη λύση της άσκησης και ουσιαστικά ολοκληρώθηκε; Είναι το αποτέλεσμα λογικό; Θα πρέπει οι τιμές, που θα μάθεις να υπολογίζεις, να έχουν και πραγματικό χαρακτήρα. Εδώ, θα πρέπει να καλλιεργήσεις την κριτική σου σκέψη. Σου ζητείται, για παράδειγμα, να υπολογίσεις το εμβαδό της τάξης σου. Σου ακούγεται λογικό αυτό να είναι 1.000 m^2 ; Πέρυσι υπολόγισες την περίοδο ταλάντωσης ενός εκκρεμούς, στο φύλλο εργασίας του χρόνου. Ένα αποτέλεσμα της τάξης των 50 s στέκει στην πραγματικότητα; Είναι, λοιπόν, απαραίτητο να συνδυάσει κανείς τη λογική με το αποτέλεσμα.

Από την άλλη, αποστηθίζοντας απλώς τους τύπους, θα μάθεις να υπολογίζεις νούμερα. Ουσιαστικό είναι να μάθεις πώς θα συνδυάζεις τις γνώσεις σου και τι πληροφορία πρέπει να ανακαλέσεις από τη μνήμη σου, ώστε όταν προκύψει κάτι πιο σύνθετο, να μπορέσεις να ανταποκριθείς. Προσπάθησε, λοιπόν, στο εξής να κατανοήσεις σε βάθος τις έννοιες και τι κρύβεται πίσω από ένα αποτέλεσμα ή έναν απλό τύπο.

Και τότε τελειώνει η μελέτη της θεωρίας; Συνήθως, βάζεις ένα χρονικό όριο. «Θα διαβάσω μία ώρα», λες. Κι όταν σε πίεσαν οι γονείς και διάβασες δύο ώρες, τότε λες πως διάβασες πολύ. Και τι άραγε σημαίνει πολύ και λίγο; Τα πράγματα είναι απλά. Διαβάζεις, μέχρι τη στιγμή που θα νιώσεις πως μπορείς να εξηγήσεις αυτό που διάβασες σε ένα φίλο σου ή στη συμμαθήτριά σου. Είναι κανόνας και πρέπει να τον πιστέψεις. Δηλαδή, αν μπορείς να εξηγήσεις κάτι σε κάποιον και να είσαι κατανοητός και σαφής, τότε ναι, το έχεις καταλάβει. Και όταν τελειώσει η σωστή μελέτη της θεωρίας, αρχίζεις το διάβασμα των ασκήσεων. Εδώ γίνεται, ίσως, το μεγαλύτερο λάθος. Τις διαβάζεις και αυτό νομίζεις πως αρκεί. Δε διαβάζουμε ποτέ τις ασκήσεις. Τις έχουν λύσει άλλοι και σκοπός μας είναι να δοκιμάσουμε κι εμείς αν μπορούμε να τις λύσουμε. Ναι, είναι κουραστική, ακόμα και βαρετή, αυτή η διαδικασία, αλλά έτσι θα προκύψει η απόλυτη κατανόηση της θεωρίας και των μεθοδολογιών. Το «νομίζω πως κατάλαβα πώς λύθηκε» με το «μπορώ να τη λύσω κι εγώ αυτή την άσκηση», δυστυχώς απέχει πολύ. Οι μόνοι μαθητές, οι οποίοι είδαν μεγάλη βελτίωση στην απόδοσή τους, είναι αυτοί που έπιασαν το χαρτί και το μολύβι και έλυσαν πάλι την άσκηση από την αρχή. Το να διαβάζεις τη

λυμένη άσκηση είναι απλά σαν ξεφύλλισμα εφημερίδας. Άρα, μελέτησε τις λυμένες ασκήσεις και προσπάθησε να καταλάβεις τι ακριβώς εφαρμόζεται κάθε φορά και γιατί. Ποιες σχέσεις έχει χρησιμοποιήσει; Ποια μεγέθη διατηρούνται και γιατί; Εδώ, ίσως προκύψει κι ένα άλλο λάθος. Λες «ναι, θα λύσω εγώ τώρα την άσκηση» και κλείνεις το τετράδιο και όντως η άσκηση λύθηκε! Μα, έτσι λύθηκε, καθώς την είχες φωτογραφίσει στη μνήμη σου! Όχι, λοιπόν. Μελέτησε προσεκτικά τις ασκήσεις και άφησε να περάσει κάποιο χρονικό διάστημα. Από τις 3 ασκήσεις που μελέτησες, επέλεξε στην τύχη μία από αυτές και προσπάθησε να τη λύσεις, από την αρχή μέχρι το τέλος, χωρίς να γίνει το παραμικρό λάθος! Είναι δεδομένο και σίγουρο πως θα δυσκολευτείς. Πήγαινε στη λύση, μόνο όταν έχεις παλέψει αρκετή ώρα και δεν μπορείς να προχωρήσεις. Με την παραμικρή δυσκολία, μην ανατρέξεις στη λύση της άσκησης. Ξέρεις, πολλές φορές, τα παιδιά συμβουλευονται τη λύση της άσκησης, έναν τύπο που ξέχασαν ή ακόμα και την απάντηση που βλέπουν από κάτω και, τελικά, η άσκηση βγαίνει και νιώθουν και οι ίδιοι οι μαθητές την ικανοποίηση πως έλυσαν την άσκηση! Μα, σε μία εξέταση, δεν υπάρχει ούτε λύση να συμβουλευτείς, ούτε αποτέλεσμα να σιγουρευτείς, ούτε τυπολόγιο στο οποίο κρύβεται ο τύπος που ψάχνεις. Και τελικά, έρχεται το γνωστό «στο σπίτι όλα μου βγαίνουν, αλλά στο διαγώνισμα μπλοκάρω». Συνεπώς, μπροστά σου θα έχεις μόνο την εκφώνηση της άσκησης και ένα λευκό χαρτί. Και πρόσεξε, πρέπει να ετοιμαστείς για το θέμα της πίεσης του χρόνου. Αν μια άσκηση σου πάρει αρκετό χρόνο, για να λυθεί, αυτό πρέπει να σε προβληματίσει. Πρέπει να μάθεις να κάνεις καλή και σωστή διαχείριση του χρόνου σου. Σε μία γραπτή δοκιμασία, ο χρόνος είναι περιορισμένος. Δες, λοιπόν, με το ρολόι σου πόση ώρα χρειάζεσαι. Θεωρούμε πως οι ασκήσεις που έχουν τα βιβλία, ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας τους, δε θα πρέπει να χρειάζονται περισσότερο από 20 λεπτά. Και φυσικά, θα πρέπει να αποφύγεις τη χρήση του μολυβιού. Στις εξετάσεις θα γράφεις με στυλό και δε θα νιώθεις την ασφάλεια που προσφέρει το μολύβι και η γόμα, που δεν αφήνουν μουτζούρες και λάθη στο χαρτί σου. Στην πορεία της χρονιάς, θα συναντήσεις ασκήσεις, άλλοτε εύκολες κι άλλοτε πιο δύσκολες. Είναι σημαντικό, από την αρχή, να σημειώνεις με ένα αστεράκι την άσκηση που σου φάνηκε εύκολη. Με δύο αστέρια σημείωσε την άσκηση που σε δυσκόλεψε λίγο, αλλά με τρία αστέρια πρέπει να σημειώνεις την άσκηση στην οποία δυσκολεύτηκες πολύ ή, ενδεχομένως, να μην κατάφερες να λύσεις. Αυτό θα σε βοηθήσει στη φάση των επαναλήψεων, ώστε να ασχοληθείς κυρίως με τις ασκήσεις που έχουν σημειωθεί με δύο ή τρία αστέρια.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να συζητήσουμε και τι προσόντα έχει ένας μαθητής που ξεχωρίζει. Δεν έχει να κάνει με κάποιο μαθητή – φαινόμενο, ούτε έχει κάνει κάτι μαγικό.

1. Κάνει το διάβασμα που αναφέραμε παραπάνω. Άρα, δε μαθαίνει τους τύπους σαν μια σειρά από γράμματα, δε μαθαίνει ασκήσεις απ' έξω με την ελπίδα πως

θα πέσει μία ίδια και γνωρίζει το νόημα που κρύβεται πίσω από τις έννοιες και τους ορισμούς.

2. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό πως δεν έχει αφήσει κενά στα Μαθηματικά του.

3. Μπορεί να πειθαρχήσει. Όσο δύσκολο και να είναι τώρα, στην περίοδο της εφηβείας, έχει φτιάξει συγκεκριμένο πρόγραμμα το οποίο τηρεί και δεν ξεφεύγει εύκολα, επειδή χτύπησε το κινητό ή ο φίλος του πρότεινε μια βόλτα στην κοντινή πλατεία. Επειδή είναι πειθαρχημένος, μπορεί να είναι και σταθερός. Η σταθερή πορεία εξασφαλίζεται από την αρχή. Όλα τα κεφάλαια είναι εξίσου σημαντικά κι έτσι πρέπει να επιδείξεις την ίδια σοβαρότητα στην αντιμετώπισή τους.

4. Είναι αυστηρός, όσο και όπως πρέπει. Δε λέει συχνά «δεν έχω απορίες, απλά βιάστηκα», δε χρεώνει την πιθανή αποτυχία σε κάποια εξέταση μονίμως στον καθηγητή και δε φταίνε συνέχεια τα βιβλία, που έχουν ασάφειες και λάθη. Όταν παίρνει στα χέρια του ένα διαγώνισμα με ένα μέτριο ή κακό βαθμό, δεν το βάζει απλά στο συρτάρι ή στο ράφι. Λύνει ξανά το διαγώνισμα, μελετά σε βάθος τις λύσεις που του έχουν δοθεί.

Ανάγνωση εκφωνήσεων

Συχνά, παρατηρούμε απαντήσεις τις οποίες ο μαθητής δίνει και αντιστοιχούν σε ερώτηση άλλη από αυτή που στην πραγματικότητα τέθηκε. Ο μαθητής, μάλιστα, θεωρεί πως ήταν βιαστικός ή απρόσεκτος κι έτσι δικαιολογεί τον εαυτό του, χωρίς να γνωρίζει πως το ζήτημα δεν είναι τόσο απλό.

Για να κάνουμε ένα τεστ!

Μπορείς να διαβάσεις την παρακάτω παράγραφο;

**S3 SOM4 MAZ4S M
4SK3ITAI DYN4MI F
TO SOM4 KIN3ITAI SE
L3IO EDAΦO5 KAI
ΔΙΑΝΥ3Ι ΔΙ4ΣΤΗΜΑ S**

Είναι εντυπωσιακό, ε; Φαίνεται, λοιπόν, πως ο εγκέφαλός μας έχει «αποθηκεύσει» κάποιες εκατοντάδες ίσως λέξεις και βλέποντας μια παρόμοια την ανακαλεί και τη χρησιμοποιεί. Θα λέγαμε πως φανταζόμαστε το νόημα που υπάρχει στην παραπάνω παράγραφο και, ίσως, πού αυτό θα οδηγήσει. Δυστυχώς, το ίδιο γίνεται και με τα μαθήματα, τους μαθητές, και βέβαια, και τη Φυσική.

Και πόσες φορές δεν έχουμε ζητήσει σε κάποια άσκηση να υπολογιστεί το συνολικό μήκος της διαδρομής, δηλαδή η ποσότητα S , κι ο μαθητής υπολογίζει τη μετατόπιση Δx . Στην προτροπή μας μάλιστα να ξαναδιαβάσει την εκφώνηση, ο μαθητής επιμένει πως ζητείται η μετατόπιση, συγχέοντάς τη με το μέγεθος του διαστήματος. Άλλες πάλι φορές ζητάμε τον όγκο του σώματος και, τελικά, ο μαθητής αναζητά τη μάζα του σώματος.

Συμπέρασμα; Έχουμε συνηθίσει να απαντάμε σε αυτό που **εμείς** θεωρούμε πως λέει η εκφώνηση. Αυτό δεν είναι τυχαίο και σχεδόν πάντα η απάντηση που δίνουμε αναφέρεται τελικά στην ερώτηση που υποσυνείδητα νιώθουμε ότι ξέρουμε καλύτερα την απάντησή της.

Σε ένα διαγώνισμα είχαμε βάλει το παρακάτω θέμα. Ας το δούμε μαζί:

Σώμα που κινείται στην ευθεία $x'x$ μετακινήθηκε από ένα αρχικό σημείο Α σε ένα άλλο σημείο Β, των οποίων οι θέσεις είναι $x_1 = +2 \text{ m}$ και $x_2 = -12 \text{ m}$, αντίστοιχα. Το διάστημα που διήνυσε το σώμα είναι:

α) +10 m, **β)** +14 m, **γ)** -10 m, **δ)** -14 m

Πιστέψτε μας, ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών έδωσε ως σωστή την απάντηση την **δ**. Ναι, διάβασαν την εκφώνηση σαν να έλεγε, «Η μετατόπιση του σώματος».

Και πράγματι, η μετατόπιση του σώματος, όπως θα δούμε, υπολογίζει την απόσταση μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης, αλλά και την κατεύθυνση κίνησης του σώματος, που δηλώνεται με το αντίστοιχο πρόσημο. Έτσι, στην άσκηση που δόθηκε στους μαθητές, η απάντηση για τη μετατόπιση είναι πράγματι - 14 m, αφού το σώμα κινείται προς τα αρνητικά. Όμως, το ερώτημα της άσκησης δεν αφορά τη μετατόπιση, αλλά το διάστημα του σώματος, δηλαδή το μέγεθος που υπολογίζει το μήκος της τροχιάς του σώματος, ανεξάρτητα από τη φορά κίνησής του. Επομένως, το ζητούμενο αποτέλεσμα είναι + 14 m. Γι' αυτό και, τελικά, η σωστή απάντηση είναι η **β**.

Ας μην αφήσουμε το μυαλό μας, λοιπόν, να μας στήσει τέτοιες παγίδες. Υπάρχει λύση!

Καταρχάς, πρέπει να διαβάζεις την εκφώνηση πολλές φορές. Λίγες και σύντομες αναγνώσεις είναι ένας κακός σύμβουλος. Επίσης, μην ξεχνάς πως οι καθηγητές, που βάζουν τα θέματα, συχνά θα φροντίσουν να υπάρχουν τέτοιες παγίδες. Προσπάθησε, λοιπόν, να τις βρεις στην πρότασή σου, χωρίς να θεωρείς πως είναι προφανές τι ακριβώς ζητείται. Μα, το βασικότερο είναι το εξής: Χρησιμοποίησε ακόμα και το μολύβι σου, υπογράμμισε ή κύκλωσε τις λέξεις, ή ακόμα και διάβαζε την εκφώνηση δείχνοντας με το δάχτυλό σου. Φαίνεται περιττό ή ακόμα και παιδικό, αλλά δε φαντάζεσαι πόσα παιδιά έπεσαν σε ανάλογες παγίδες.

Όπως θα διαβάζεις την εκφώνηση μιας ερώτησης ή μιας άσκησης, θα συναντήσεις ένα ιδιαίτερο λεξιλόγιο, κάθε λέξη του οποίου έχει και συγκεκριμένο νόημα. Βάλε, λοιπόν, στον νου σου πως κάθε λέξη που χρησιμοποιείται έχει σημασία και κρύβει πίσω της πολύτιμες πληροφορίες. Οι θεματοδότες, ως επί το πλείστον, φροντίζουν να δίνουν τις ελάχιστες δυνατές πληροφορίες που απαιτούνται, για να βρεθεί το ζητούμενο. Οι πληροφορίες αυτές δεν είναι μόνο αριθμητικές τιμές, εύκολα αναγνωρίσιμες, όπως για παράδειγμα πως η μάζα ενός σώματος είναι $m = 2 \text{ kg}$, αλλά και λέξεις ή και φράσεις – κλειδιά, που πρέπει ο ίδιος να αναγνωρίσεις και να γνωρίζεις το νόημά τους. Βλέπεις, η γλώσσα της Φυσικής χρησιμοποιεί εκφράσεις της

καθημερινότητάς μας, που στις ασκήσεις αποτελούν βασικό άξονα για τη λύση τους, υπονοώντας ένα ολόκληρο φυσικό περιεχόμενο. Ενδεικτικά τέτοιες εκφράσεις που θα πρέπει να εξασκηθείς να αλιεύεις από τις εκφωνήσεις είναι οι παρακάτω: «σώμα **αφήνεται**», «σώμα **βάλλεται**», «σώμα κινείται σε **λείο** επίπεδο», «σώμα κινείται με **σταθερή** ταχύτητα» και πολλές άλλες, που στην πορεία θα έρθεις σε επαφή μαζί τους.

Πώς διατυπώνω τις απαντήσεις μου

Στο σημείο αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί ο τρόπος με τον οποίο καλούμαστε να απαντήσουμε σε ένα θέμα. Εδώ είναι και η σημαντική διαφορά μεταξύ των επιστημών της Φυσικής και των Μαθηματικών. Ασφαλώς, κάθε μία έχει τη δική της γοητεία. Στην περίπτωση όμως της Φυσικής, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τα Μαθηματικά ως εργαλείο, εκφράζοντας διάφορα φαινόμενα με την κωδικοποιημένη γλώσσα των Μαθηματικών.

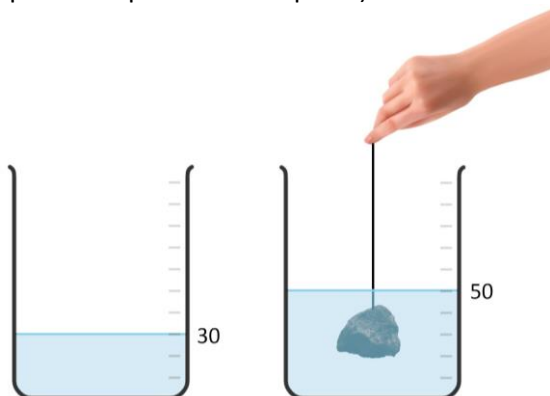
Έτσι, πίσω από κάθε μία εξίσωση της Φυσικής, κρύβεται ένα ολόκληρο φυσικό περιεχόμενο. Αυτό ακριβώς το περιεχόμενο θα πρέπει να συμπεριλάβεις στις απαντήσεις σου. Οι λύσεις, επομένως, των ασκήσεων δεν θα πρέπει να είναι μονολεκτικές, αλλά επεξηγηματικές. Το κείμενό σου θα πρέπει να έχει τη μορφή συνεχούς λόγου. Θα πρέπει να δώσεις στον καθηγητή την εικόνα της πλήρους κατανόησης της άσκησης.

Κερδίζει την πρώτη εντύπωση ένα γραπτό με καθαρά και ευανάγνωστα γράμματα, ένα γραπτό χωρίς παραπομπές και αστερίσκους, ένα γραπτό που η σκέψη του εξεταζόμενου έχει ειρμό.

Αυτό σημαίνει πως, κάθε φορά που στο φαινόμενο που περιγράφεται στην άσκηση χρησιμοποιείς κάποια αρχή της Φυσικής, κάποιο νόμο ή κάποια σχέση της, θα πρέπει να τεκμηριώνεται η επιλογή τους.

Το παράδειγμα που χρησιμοποιούμε παρακάτω το έχει συναντήσει στην περσινή σου ύλη. Πρόκειται για ένα πρόβλημα υπολογισμού του όγκου.

Ένας ογκομετρικός σωλήνας του σχολικού σου εργαστηρίου είναι γεμάτος με νερό, με την ένδειξή του να είναι στα 30 ml . Ένας συμμαθητής σου βυθίζοντας μέσα στο νερό ένα σώμα, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, παρατηρεί πως η στάθμη του νερού ανέβηκε στην ένδειξη 50 ml . Με βάση τα παραπάνω, υπολόγισε τον όγκο V του σώματος.



Σίγουρα, αμέσως θα βιαστείς να αφαιρέσεις τις ποσότητες που σου δίνονται.

Η απάντησή σου θα ήταν, όπως την αναφέρουμε παρακάτω:

$$50 - 30 = 20$$

Προφανώς, η απάντησή σου είναι σωστή, αλλά όχι και **πλήρης**. Όπως αναφέραμε και παραπάνω, προτού εφαρμόσουμε κάποια αρχή της Φυσικής, εξηγούμε γιατί επιλέξαμε τη συγκεκριμένη για τη λύση μας. Εδώ, λοιπόν, πρέπει να τονιστεί πως με την ογκομέτρηση η άνοδος της στάθμης του νερού οφείλεται στον όγκο του σώματος που βυθίσαμε. Συνεπώς, με μια σύντομη επεξήγηση, δίνεις στον διορθωτή να καταλάβει πως είσαι γνώστης της Φυσικής και όχι, απλά, λύτης ασκήσεων.

Αφού, λοιπόν, δώσεις μια σύντομη περιγραφή της διαδικασίας, εφαρμόζεις τις μαθηματικές σχέσεις. Είναι σημαντικό οι όποιες πράξεις να γίνονται με εφαρμογή πάνω σε μαθηματικούς τύπους και να μην εμφανίζονται ξαφνικά σκόρπιοι αριθμοί, που δεν φαίνεται σε ποιο φυσικό μέγεθος αντιστοιχούν. Ασφαλώς, στο τέλος των πράξεων, πρέπει να εμφανίζονται και οι αντίστοιχες μονάδες μέτρησης, τις οποίες πολλές φορές πάνω στη βιασύνη σου ξεχνάς. Έτσι, η σωστή και ολοκληρωμένη απάντηση θα είχε ως εξής:

Η αρχική ένδειξη αντιστοιχεί στον όγκο του νερού και είναι $V_{\text{αρχ}} = 30 \text{ ml}$. Με τη βύθιση του σώματος μέσα στο νερό, η τελική ένδειξη $V_{\text{τελ}} = 50 \text{ ml}$ αντιστοιχεί στον όγκο και του νερού και του σώματος, δηλαδή η άνοδος της στάθμης οφείλεται στον όγκο του σώματος. Ο τελευταίος θα υπολογιστεί από τη διαφορά των δύο τιμών ως εξής:

$$V_{\text{σωμ}} = V_{\text{τελ}} - V_{\text{αρχ}} \Rightarrow V_{\text{σωμ}} = 50 - 30 \Rightarrow V_{\text{σωμ}} = 20 \text{ ml}$$

Τέτοια παραδείγματα είναι πάρα πολλά και, σίγουρα, θα συναντήσεις και άλλα. Δεν θα ήταν δυνατόν να αναφερθούν όλα. Όμως, πλέον, έχεις ένα δείγμα γραφής για το πώς να τεκμηριώσεις τις απαντήσεις σου και πώς το γραπτό σου όχι μόνο να δείχνει, αλλά και να είναι πλήρες.

Σχεδιασμός σχήματος

Μία κλασική ερώτηση των μαθητών, όλα αυτά τα χρόνια, είναι αν θα πρέπει να φτιάχνουν το δικό τους ή όχι σχήμα. Θα πρέπει να συνειδητοποιήσει ο ίδιος ο μαθητής πως το σχήμα, και μάλιστα το καθαρό και σαφές σχήμα, είναι απαραίτητο εργαλείο στα χέρια του για την επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος. Συνεπώς, το σχήμα δεν αποτελεί πολυτέλεια ή επιβολή του δασκάλου, αλλά όπλο στη φαρέτρα του μαθητή. Αποτελεί, με λίγα λόγια, το πρώτο και βασικότερο βήμα που κάνει κάποιος, όταν έρχεται αντιμέτωπος με ένα πρόβλημα Φυσικής. Είναι μια πλήρης μορφοποίηση της εκφώνησης και μια ολοκληρωμένη εικόνα του προβλήματος. Ο μαθητής δεν θα πρέπει να επαναπαυθεί, τη στιγμή που η εκφώνηση της άσκησης παρέχει το σχήμα. Δεν αρκεί μόνο αυτό! Το σχήμα που δίνεται στην εκφώνηση, απλά έρχεται να συμπληρώσει την ίδια την εκφώνηση και μόνο. Θα πρέπει, λοιπόν, ο μαθητής να μάθει από νωρίς να κατασκευάζει σχήματα. Μόλις διαβάσει την εκφώνηση, θα πρέπει την εικόνα που σχηματίζει στο μυαλό του να την αποδώσει γραφικά στο χαρτί, σημειώνοντας τις απαραίτητες λεπτομέρειες και αποκωδικοποιώντας τις λέξεις της εκφώνησης.

Θα συναντήσεις παρακάτω, στο κεφάλαιο των κινήσεων, ασκήσεις στις οποίες θα υπολογίζονται συγκεκριμένα μεγέθη για συγκεκριμένες διαδρομές. Εσύ θα πρέπει να σχεδιάσεις πάνω στον άξονά σου την αρχική και την τελική θέση του σώματος, καθώς και τα ενδιάμεσα σημεία από τα οποία πέρασε το σώμα. Έτσι, θα μπορέσεις εύκολα να δεις πώς θα προχωρήσει η άσκηση, με τα δεδομένα της να είναι με λεπτομέρεια τοποθετημένα στο ακριβές σου σχήμα. Με τον τρόπο αυτό, άλλωστε, δίνεις την εικόνα στον εξεταστή πως έχεις καταλάβει τον μηχανισμό λειτουργίας του προβλήματος και αντιλαμβάνεσαι τι ακριβώς ζητάει από σένα η άσκηση.

Έπειτα, πάλι, στο θεμελιώδες κεφάλαιο των δυνάμεων, χωρίς τον σχεδιασμό σχήματος, θα ήταν αδύνατο να καταλάβεις πώς θα συμπεριφερθεί το σώμα και πώς τελικά αυτό θα κινηθεί.

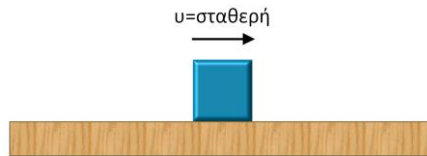
Ακόμα, στο κεφάλαιο της ενέργειας, θα σου ζητηθεί να υπολογίσεις το έργο που παράγει ή δαπανά μια δύναμη. Έτσι, θα πρέπει εκεί να συνδυάσεις τις γνώσεις σου από τις προηγούμενες ενότητες, αυτές των κινήσεων και των δυνάμεων, και έχοντας σχεδιάσει σωστό σχήμα, σύμφωνα με την εκφώνηση, να προχωρήσεις στους υπολογισμούς σου.

Ενδεικτικά, σου παραθέτουμε μια άσκηση, τη λύση της οποίας θα μελετήσουμε διεξοδικά στο αντίστοιχο κεφάλαιο, απλώς και μόνο, για να πάρεις μια πρώτη

Σχεδιασμός σχήματος

γεύση πώς το σχήμα θα προσφέρει επικουρικά στην άσκηση που έχεις να αντιμετωπίσεις.

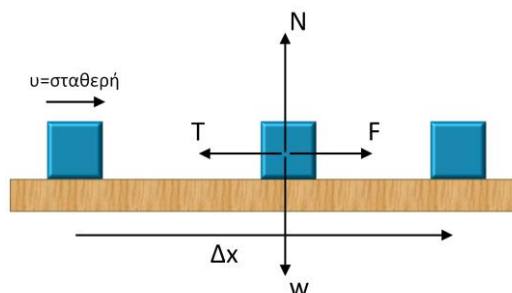
Το παρακάτω σώμα του σχήματος, βάρους $w = 8.000\text{N}$, κινείται με σταθερή ταχύτητα, κατά μήκος ενός ευθύγραμμου δρόμου, με τη βοήθεια δύναμης μέτρου $F = 500\text{N}$.



Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να σημειώσετε τις δυνάμεις που δέχεται το σώμα, αιτιολογώντας την ύπαρξη καθεμιάς.

Για μετατόπιση του αυτοκινήτου $\Delta x = 10\text{m}$, να υπολογίσετε τα έργα όλων των δυνάμεων, καθώς και το συνολικό ποσό ενέργειας που ανταλλάσσει το σώμα με το περιβάλλον.

Σχεδιάζουμε το σώμα σε μια τυχαία θέση της διαδρομής και πρώτη δύναμη που θα πρέπει να σημειώσεις είναι η δύναμη του βάρους. Πάντα η δύναμη του βάρους σημειώνεται κατακόρυφα προς τα κάτω. Στη συνέχεια, καθώς το σώμα έρχεται σε επαφή με το δάπεδο, δέχεται δύναμη από αυτό, που ονομάζεται κάθετη αντίδραση και σημειώνεται πάντα κάθετη στο επίπεδο κίνησης του σώματος. Παρατήρησε, ακόμα, πως στην εκφώνηση αναφέρεται ότι το σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα. Επομένως, από το κεφάλαιο των δυνάμεων που θα δούμε, προκειμένου το σώμα να κινείται με σταθερή ταχύτητα, θα πρέπει να ασκείται πάνω του μια επιπλέον δύναμη, ώστε να εξασφαλίζεται ο πρώτος νόμος Νεύτωνα ή, διαφορετικά, η ισορροπία. Η δύναμη αυτή δεν είναι άλλη από την τριβή, η οποία πάντα είναι αντίθετη στην κίνηση του σώματος. Το σχήμα, λοιπόν, μιας τέτοιας άσκησης, που θα κληθείς να σχεδιάσεις, φαίνεται παρακάτω:



Πίστεψέ το, η παραπάνω άσκηση δεν θα μπορούσε να λυθεί χωρίς να έχουν σχεδιαστεί σωστά οι δυνάμεις και, αν ακόμα είχε λυθεί, δεν θα ήταν πλήρης.

Ασφαλώς, δεν πρέπει να σε τρομάζει αυτή η διαδικασία. Εδώ, απλώς, αναφέρουμε τη χρησιμότητα του σχεδιασμού, χωρίς να αναλύουμε, όπως θα διαπιστώσεις στις σελίδες που ακολουθούν, με μεθοδολογίες και υποδείγματα για κάθε τύπο προβλήματος, γιατί κάνουμε το κάθε βήμα και πώς αυτό μας εξυπηρετεί στην πορεία της άσκησης.

Ενότητα **B.1**

Εισαγωγικές έννοιες



Εισαγωγικές έννοιες

Η Φυσική ως Επιστήμη και η επιστημονική μέθοδος

Η Φυσική θεωρείται ως μία από τις σημαντικότερες επιστήμες. Η ρίζα της λέξης «επιστήμη» πάει βαθιά πίσω στον χρόνο και στο αρχαίο ρήμα «επίσταμαι», που σημαίνει «γνωρίζω καλά». Έτσι, με την επιστήμη της Φυσικής, ο άνθρωπος μελετά τους μηχανισμούς λειτουργίας της Φύσης. Όλα γύρω μας, η καθημερινότητά μας, είναι Φυσική και εξηγούνται με αυτή. Το εύρος της είναι αχανές, ξεκινώντας από την ερμηνεία της δομής του ατόμου, την αλληλεπίδραση των υποατομικών σωματιδίων μεταξύ τους και καταλήγοντας ψηλά στα αστέρια, μελετώντας τα ουράνια σώματα και τις τροχιές τους. Ο άνθρωπος από μικρή ηλικία έρχεται σε επαφή με φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω του. Η αρχή της επιστήμης της Φυσικής βασίζεται στην ανάγκη του ανθρώπου να εξηγήσει το «γιατί» και το «πώς». Τα πρώτα δείγματα μάς τα έδωσαν οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, οι οποίοι προσπάθησαν με τη διαίσθησή τους να ερμηνεύσουν τον κόσμο γύρω τους, καταργώντας στερεότυπα και δεισιδαιμονίες. Για να δεις ένα παράδειγμα, που για όλους μας είναι δεδομένο και γνωρίζουμε την ερμηνεία του, σκέψου την εντυπωσιακή έκλειψη Ηλίου. Στην αρχαιότητα, οι Κινέζοι τρέμοντας τον «δράκο» που καταπίνει τον Ήλιο πετούσαν βέλη ψηλά στον ουρανό, θεωρώντας πως ο «δράκος» θα φοβηθεί και θα φύγει. Εμείς, σήμερα, ασφαλώς γνωρίζουμε την ερμηνεία του φαινομένου, με τη Σελήνη να είναι υπεύθυνη γι' αυτό. Η απαρχή, επομένως, όλων είναι να διερωτάται κανείς. Η πλήρης, όμως, επεξήγηση και θεμελίωση έρχεται ύστερα από μια συγκεκριμένη διαδικασία, που ονομάζουμε επιστημονική μέθοδο.

Τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου συνοψίζονται και παρουσιάζονται παρακάτω:

1^ο βήμα: Διατύπωση του προβλήματος - Παρατήρηση

Οι περισσότερες έρευνες ξεκινούν, όταν κάποιος παρατηρήσει ένα φαινόμενο και διατυπώσει τα ερωτήματα «γιατί συμβαίνει» και «πώς ερμηνεύεται».

2^ο βήμα: Συλλογή πληροφοριών

Εδώ, ξεκινά η λεγόμενη έρευνα που πρέπει να κάνει ο επιστήμονας. Η παρατήρηση είναι η διαδικασία για να χρησιμοποιήσει τη διαίσθησή του, αρχίζοντας να μελετά το φαινόμενο, συλλέγοντας πληροφορίες και μαθαίνοντας πράγματα που θεωρεί πως έχουν να κάνουν με την ερμηνεία του. Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της έρευνας είναι ο διαμοιρασμός των ιδεών μέσα στην επιστημονική κοινότητα,

καθώς νέες απορίες και νέες ιδέες θα αρχίσουν να ξεπηδούν. Αυτό ισχύει και μέσα στη σχολική αίθουσα. Θα πρέπει να τηρείς μια δυναμική στάση απέναντι στα πράγματα, να αναρωτιέσαι και να συνεργάζεσαι με τους συμμαθητές σου, ανταλλάσσοντας ιδέες και σκέψεις πάνω σε διάφορα φαινόμενα και προβλήματα, που θα κληθείς να αντιμετωπίσεις.

3^ο βήμα: Διατύπωση υπόθεσης – Πείραμα

Από τη στιγμή που ο επιστήμονας κάνει τις παρατηρήσεις και διατυπώσει τα ερωτήματα, είναι έτοιμος να προβλέψει και την απάντηση. Η υπόθεση είναι μια πιθανή επεξήγηση του φαινομένου. Όμως, για να επαληθευτεί η αρχική μας υπόθεση, χρειάζεται να ελεγχθεί και πειραματικά. Για τον σκοπό αυτό, εκτελούμε ένα πείραμα, φροντίζοντας να ελέγχουμε κάθε φορά τις συνθήκες εκτέλεσής του. Έτσι, στα πειράματα που ακολουθούν, αλλάζουμε κάθε φορά έναν παράγοντα, ο οποίος θεωρούμε πως επηρεάζει τα αποτελέσματα του πειράματος. Ο παράγοντας αυτός ονομάζεται μεταβλητή. Υπολογίζουμε τις μετρούμενες ποσότητες και αναλύουμε τα δεδομένα, κατασκευάζοντας πίνακες τιμών και γραφήματα, που δείχνουν πώς μεταβάλλεται ένα μέγεθος σε σχέση με ένα άλλο.

4^ο βήμα: Συμπεράσματα - Θεωρία

Αναλύοντας τις τιμές των δεδομένων που πήραμε από το πείραμα, ελέγχουμε αν η αρχική μας υπόθεση ήταν σωστή. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να προσέξουμε πως οι μετρήσεις δεν είναι σίγουρο πως θα μας δώσουν πάντα τα σωστά αποτελέσματα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το παρακάτω: Στον μεγάλο επιταχυντή αδρονίων στο CERN, παίρνοντας κάποιες μετρήσεις παρατήρησαν οι επιστήμονες, πως ενώ το πείραμα επαναλαμβανόταν πολλές φορές μέσα στη μέρα και έδινε τα ίδια αποτελέσματα, τα οποία επαλήθευαν τις αρχικές υποθέσεις, ωστόσο υπήρχαν τιμές μέσα στη μέρα που ήταν εντελώς παράλογες. Αυτό έβαλε σε περισυλλογή τους επιστήμονες, όμως, με μια πιο προσεκτική αντιμετώπιση, είδαν πως οι τιμές επηρεάζονταν μόνο όταν περνούσε το τρένο για Γενεύη, άρα άλλαζαν οι συνθήκες του πειράματος, με το μαγνητικό πεδίο του τρένου να επηρεάζει το πείραμα και να οδηγεί σε λάθος στοιχεία.

Με το παραπάνω παράδειγμα, θέλουμε να πούμε πως κάθε φορά αντιμετωπίζουμε τις μετρήσεις με κριτική σκέψη, λαμβάνοντας κάθε φορά υπόψιν τις συνθήκες του πειράματος. Έτσι, στο τέλος, θα πρέπει υπόθεση και αποτέλεσμα να είναι σε αρμονία. Για τον σκοπό αυτό, πολλές φορές, προσαρμόζουμε την αρχική μας υπόθεση στα πειραματικά δεδομένα, διατυπώνοντας τη θεωρία που ερμηνεύει πλήρως το φαινόμενο. Πολλές φορές, νέες έρευνες φέρνουν στο φως

καινούρια στοιχεία, με αποτέλεσμα η θεωρία πάνω σε ένα φαινόμενο να αλλάξει. Με τη βοήθεια της θεωρίας, ακόμα, μπορούμε να προβλέψουμε πώς θα εξελιχθεί ένα φαινόμενο στο μέλλον.

5^ο βήμα: Φυσικοί νόμοι

Είναι εκπληκτικό πως αυτή η αρμονία της Φύσης περιγράφεται μόνο με τα Μαθηματικά. Ο πρώτος που διαπίστωσε πως οι νόμοι της Φύσης περιγράφονται με τα Μαθηματικά ήταν ο Πυθαγόρας, όπως αναφέρεται σε βιβλία των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων. Όλοι οι νόμοι, ποσοτικοποιώντας τις μετρήσεις των πειραμάτων, εκφράζονται με μαθηματικές σχέσεις. Συνοψίζοντας τα συμπεράσματά μας από τις θεωρίες, διατυπώνουμε τους φυσικούς νόμους. Πρόκειται για εκφράσεις που δηλώνουν πως κάτι είναι αληθές στη φύση και απαραβίαστο. Για παράδειγμα, στον νόμο της βαρύτητας που λέει πως κάθε σώμα που αφήνεται θα πέσει προς τη Γη, δεν υπάρχει πείραμα μέχρι σήμερα που να έχει αποδείξει το αντίθετο.

Τα φυσικά μεγέθη και οι μονάδες τους

Τι είναι μέγεθος;

Μέγεθος είναι οποιαδήποτε ποσότητα μπορεί να μετρηθεί.

Τι είναι φυσικό μέγεθος;

Φυσικό μέγεθος ονομάζεται κάθε μέγεθος που περιγράφει ένα φυσικό φαινόμενο.

Για παράδειγμα, το μήκος, ο χρόνος, η μάζα, το εμβαδό, ο όγκος, η πυκνότητα. Για σκέψου πως την κίνηση ενός αυτοκινήτου θα την περιγράψεις με την ταχύτητα, που είναι ένα φυσικό μέγεθος. Πόσο διαρκεί το μάθημα της Φυσικής; Θα μιλήσουμε, λοιπόν, και για τον χρόνο.

Βέβαια, κάθε μέγεθος έχει τον δικό του συμβολισμό. Έτσι, το μήκος θα το συμβολίζουμε με το γράμμα l , αλλά θα συναντήσεις ακόμα και τα γράμματα d ή r . Τον χρόνο θα τον συμβολίσουμε με το γράμμα t , ενώ τη μάζα με το γράμμα m .

Τι είναι μέτρηση;

Μέτρηση είναι το αποτέλεσμα της σύγκρισης ίδιων μεγεθών. Θα το δεις παρακάτω, αφού ορίσουμε πρώτα τι ακριβώς είναι η μονάδα μέτρησης.

Τι είναι μονάδα μέτρησης;

Μονάδα μέτρησης είναι το πρότυπο που χρησιμοποιούμε, για να συγκρίνουμε όμοια μεγέθη μεταξύ τους.

Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.)

Πρόκειται για το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιείται παγκοσμίως, για τη χρήση του ίδιου προτύπου στη μέτρηση όμοιων μεγεθών. Σκοπός της χρήσης του είναι να υπάρχει η ίδια αντίληψη για τη μέτρηση του ίδιου μεγέθους. Υπάρχει, επομένως, θα λέγαμε, ενιαίος κώδικας επικοινωνίας μεταξύ της επιστημονικής κοινότητας διεθνώς. Ο Γάλλος, μα και ο Έλληνας, γνωρίζουν ακριβώς σε τι αντιστοιχεί το ένα μέτρο.

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

Η μονάδα μέτρησης της **μάζας** στο S.I. είναι το ένα χιλιόγραμμο (1 kg). Φυσικά, διαβάζοντας μια άσκηση, είναι δεκτή η έκφραση «σώμα έχει μάζα ίση με 1 κιλογράμ».

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

Κάθε μέτρηση συνοδεύεται από μία αριθμητική τιμή και μία μονάδα μέτρησης.

Π.χ. το αποτέλεσμα της μέτρησης του μήκους του θρανίου σου είναι $d = 2 \text{ m}$, γεγονός που σημαίνει πως το συγκεκριμένο μήκος είναι 2 φορές μεγαλύτερο από το ένα μέτρο.

Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια μονάδων

Πολλές φορές, στις μετρήσεις των διαφόρων μεγεθών, είτε γιατί αυτά είναι πολύ μεγαλύτερα είτε πολύ μικρότερα από τις πρότυπες μονάδες σύγκρισης, χρησιμοποιούμε ορισμένα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια αυτών. Για σκέψου πως η απόσταση της Γης από τη Σελήνη είναι ίση με 384.403.000 m. Πόσο βολικό είναι χρησιμοποιείς ένα τόσο μεγάλο νούμερο;

Το κάθε πολλαπλάσιο και υποπολλαπλάσιο έχει τον δικό του συμβολισμό και μπαίνει πάντα **μετά** την αριθμητική τιμή και **πριν** από τη βασική μονάδα μέτρησης του αντίστοιχου μεγέθους.

Τα χαρακτηριστικότερα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, με τον συμβολισμό τους και τη γραφή τους, τόσο σε δεκαδική και κλασματική μορφή (για τα υποπολλαπλάσια), όσο και με τη μορφή δύναμης.

Συμβολισμός	Πρόθεμα	Γραφή
M	mega	1.000.000 ή 10^6
k	kilo	1.000 ή 10^3
d	deci	0,1 ή $\frac{1}{10}$ ή 10^{-1}
c	centi	0,01 ή $\frac{1}{100}$ ή 10^{-2}
m	milli	0,001 ή $\frac{1}{1000}$ ή 10^{-3}
μ	micro	0,000001 ή $\frac{1}{1.000.000}$ ή 10^{-6}
n	nano	0,000000001 ή $\frac{1}{1.000.000.000}$ ή 10^{-9}

Να θυμάσαι πως, όταν βλέπεις δύναμη του δέκα με **θετικό εκθέτη**, τότε μετακινείς την υποδιαστολή τόσες θέσεις **δεξιά**, όσες λέει ο εκθέτης (ή, αντίστοιχα, προσθέτεις μηδενικά). Για παράδειγμα, $3,2 \cdot 10^3 = 3.200$. Είδες πως η υποδιαστολή μετακινήθηκε 3 θέσεις δεξιά;

Να θυμάσαι ακόμα πως, όταν βλέπεις δύναμη του δέκα με **αρνητικό εκθέτη**, δε σημαίνει πως το μέγεθος είναι αρνητικό, απλώς μετακινείς την υποδιαστολή τόσες θέσεις **αριστερά**, όσες λέει ο εκθέτης. Σύμφωνα με όσα είπαμε, θα έχουμε για το παρακάτω παράδειγμα:

$3.200 \cdot 10^{-4} = 0,32$. Εδώ, έχουμε μετακίνηση της υποδιαστολής 4 θέσεις αριστερά.

Ιδιότητες δυνάμεων

$10^x \cdot 10^y = 10^{x+y}$	Πολλαπλασιάζοντας δύο δυνάμεις με την ίδια βάση, κρατάμε την ίδια βάση και προσθέτουμε τους εκθέτες.
$\frac{10^x}{10^y} = 10^{x-y}$	Διαιρώντας δύο δυνάμεις με την ίδια βάση, κρατάμε την ίδια βάση και αφαιρούμε τους εκθέτες.
$(10^x)^y = 10^{x \cdot y}$	Υψώνοντας μια δύναμη σε μια άλλη, κρατάμε την ίδια βάση και πολλαπλασιάζουμε τους εκθέτες.

Παράδειγμα 1

$10^2 \cdot 10^3 = 10^{2+3} = 10^5$, σύμφωνα με την πρώτη ιδιότητα.

Παράδειγμα 2

$\frac{10^2}{10^3} = 10^{2-(+3)} = 10^{2-3} = 10^{-1}$, σύμφωνα με τη δεύτερη ιδιότητα.

Προσοχή, στην παρακάτω περίπτωση:

$\frac{10^2}{10^{-3}} = 10^{2-(-3)} = 10^{2+3} = 10^5$, είδες πως αφαιρέσαμε $2-(-3)=5$!

Εδώ, πραγματοποιούνται συχνά κάποια λάθη.

Παράδειγμα 3

$(10^2)^3 = 10^{2 \cdot 3} = 10^6$, σύμφωνα με την τρίτη ιδιότητα.

Ταξινόμηση φυσικών μεγεθών

Τα φυσικά μεγέθη διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα θεμελιώδη και τα παράγωγα.

Α. Θεμελιώδη μεγέθη

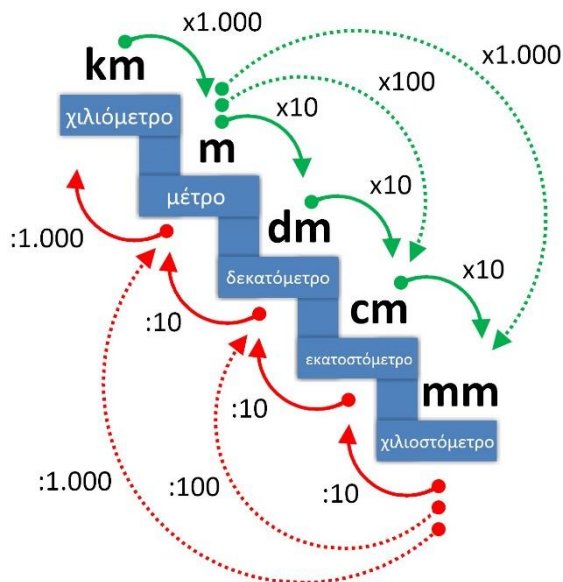
Πρόκειται για τα βασικά μεγέθη, από τα οποία πηγάζουν όλα τα υπόλοιπα.

Μήκος

Συμβολίζεται, όπως είπαμε και παραπάνω, συνήθως με το ℓ και μονάδα μέτρησής του στο S.I. είναι το 1 m. Μετριέται με χάρακα, μετροταινία, υποδεκάμετρο. Καθορίζει, όπως είναι λογικό, την απόσταση μεταξύ δύο σημείων. Συχνά, οι μαθητές δεν έχουν σωστή αίσθηση του μήκους και τι σημαίνει για παράδειγμα 1 μέτρο. Σκέψου πως ένας ψηλός άνθρωπος έχει μήκος 1,9 m. Μια πολυκατοικία 5 ορόφων έχει ύψος περίπου 25 μέτρα. Επίσης, το στυλό σου έχει μήκος πολύ λιγότερο του ενός μέτρου, περίπου 10 cm (εκατοστόμετρα). Τέλος, 2 πόλεις απέχουν αρκετά km (χιλιόμετρα) μεταξύ τους.

Όπως είδαμε παραπάνω, για καθένα από τα μεγέθη θα χρειαστεί, σε κάποιες περιπτώσεις, να μετατρέψουμε τις τιμές από τη μία μονάδα μέτρησης στην άλλη. Έτσι, έπειτα από κάθε μέγεθος, θα υπάρχουν αντίστοιχες εφαρμογές μετατροπής μονάδων, για να δεις τον τρόπο σκέψης και να τον ακολουθήσεις κι εσύ σε ασκήσεις που θα λύσεις.

Ιδιαίτερα χρήσιμες και εύκολες στην κατανόηση είναι οι σκάλες που θα συνοδεύουν τα μεγέθη, για πιο εύκολες μετατροπές. Θυμήσου πως «κατεβαίνοντας» πολλαπλασιάζεις, ενώ «ανεβαίνοντας» διαιρείς. Για δες, στο παρακάτω σχήμα, τι εννοούμε:



Με βάση την παραπάνω κλίμακα και την παράγραφο για τα πολλαπλάσια και τα υποπολλαπλάσια των μονάδων, λύνουμε τις παρακάτω εφαρμογές.

Άσκηση 1

Να μετατραπούν τα 850 mm σε m.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να ανέβεις τρία σκαλιά, άρα να διαιρέσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον αριθμό να διαιρέσεις.

Έτσι, είναι : $850\text{mm} = \frac{850}{1000}\text{m} = 0,85\text{m}$.

Β' τρόπος

Αναγνώρισε αυτό που γράψαμε παραπάνω. Αν υπάρχει κάποιο πολλαπλάσιο ή υποπολλαπλάσιο, τότε αυτό μπαίνει πριν από τη μονάδα μέτρησης. Ασφαλώς, βλέπεις πως πριν από τα m (μέτρα) υπάρχει ένα ακόμα m, που προέρχεται από τη λέξη milli. Έτσι, η μετατροπή, σύμφωνα με τον πίνακα, έχει ως εξής:

$$850\text{mm} = 850 \cdot 0,001\text{m} = 0,85\text{m}$$

Ωστόσο, κράτησε πως αυτός ο τρόπος θα εφαρμόζεται μόνο αν το ζητούμενο ή το δεδομένο είναι σε m. Σε άλλη περίπτωση, θα δεις πώς θα λειτουργήσουμε.

Γ' τρόπος

Ως τρίτο τρόπο σου αναφέρουμε και τη γνωστή σου μέθοδο των τριών (τα όμοια κάτω από τα όμοια).

1m αντιστοιχεί σε 1.000 mm

x; m αντιστοιχούν σε 850 mm

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $1.000 \cdot x = 850 \cdot 1 \Rightarrow x = \frac{850}{1.000} = 0,85m$

Άσκηση 2

Να μετατραπούν τα 18 cm σε mm.

Λύση

Α' τρόπος

Από την κλίμακα βλέπεις πως, για να περάσεις από τα εκατοστά στα χιλιοστά, πρέπει να κατέβεις ένα σκαλί, δηλαδή να πολλαπλασιάσεις με το δέκα. Έτσι, η μετατροπή γίνεται ως εξής:

$$18 \text{ cm} = 18 \cdot 10 \text{ mm} = 180 \text{ mm}$$

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1cm αντιστοιχεί σε 10 mm

18cm αντιστοιχούν σε x; mm

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $x = 18 \cdot 10 = 180 \text{ mm}$

Άσκηση 3

Να μετατραπούν τα 10.000 μm σε m.

Λύση

Εδώ, θα δεις πώς γίνεται να κάνεις μετατροπές μονάδων χρησιμοποιώντας τις δυνάμεις του δέκα.

Γράφουμε το 10.000 ως δύναμη του δέκα. Αυτό αντιστοιχεί στο 10^4 . Στη συνέχεια, αναγνωρίζουμε το μ ως το υποπολλαπλάσιο «micro» και το αντικαθιστούμε με τη μορφή δύναμης που θα βρεις στον πίνακα. Έτσι, έχουμε:

$$10000 \mu\text{m} = 10^4 \mu\text{m} = \underbrace{10^4 \cdot 10^{-6}}_{\text{ιδιότητες δυνάμεων}} \text{m} = 10^{-2} \text{m}$$

Χρόνος

Συμβολίζεται με t και μονάδα μέτρησής του στο S.I. είναι το 1 s. Μετριέται με χρονόμετρο, ρολόι κτλ. Καλό θα ήταν να αναφέρουμε μερικά καθημερινά παραδείγματα. Μια διδακτική ώρα διαρκεί 45 min. Επίσης, μία ημέρα διαρκεί 24 h (ώρες). Και η εβδομάδα έχει 7 ημέρες. Άρα, πρέπει να γνωρίζεις και ποιοτικά τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια του χρόνου.

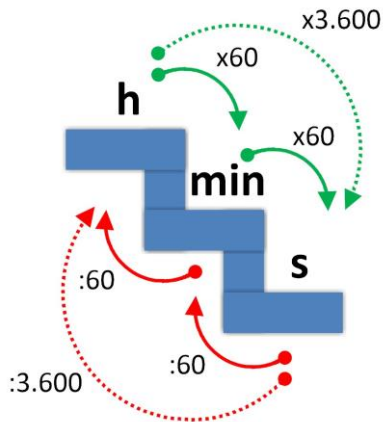
Ο χρόνος απαντά στο «πότε» συμβαίνει ένα γεγονός. Στην πορεία του μαθήματος, θα δεις πως δεν θα σε ενδιαφέρει μόνο το «πότε» συμβαίνει, δηλαδή η χρονική στιγμή, αλλά και το «πόσο» διαρκεί, δηλαδή η χρονική διάρκεια. Για παράδειγμα, το μάθημα της Φυσικής, στο σχολείο σου, γίνεται κάθε Τρίτη και Πέμπτη. Δηλαδή, δίνονται δύο χρονικές στιγμές στη διάρκεια μίας εβδομάδας. Όμως, το διαγώνισμα στο οποίο θα εξεταστείς διαρκεί 35 min (λεπτά).

Έτσι, λοιπόν, ορίζουμε ως χρονική διάρκεια ενός γεγονότος τη μεταβολή του χρόνου Δt , που στην ουσία πρόκειται για τη διαφορά δύο χρονικών στιγμών, δηλαδή $\Delta t = t_2 - t_1$.

Για σκέψου ένα απλό παράδειγμα. Τη στιγμή $t_1 = 2$ s, ένας ξυλουργός έχει ήδη καρφώσει 10 πρόκες. Τη στιγμή $t_2 = 39$ s, έχει καρφώσει επιπλέον 45 πρόκες.

Άρα, τη στιγμή $t_1 = 2$ s έχει καρφώσει 10 πρόκες, τη στιγμή $t_2 = 39$ s, έχει καρφώσει συνολικά $10 + 45 = 55$ πρόκες, ενώ πέρασε χρονική διάρκεια $\Delta t = t_2 - t_1 = 39 - 2 = 37$ s, για να καρφώσει τις επιπλέον 45 πρόκες.

Η αντίστοιχη κλίμακα μετατροπών για τον χρόνο φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Φυσικά, υπάρχουν και άλλα υποπολλαπλάσια, όπως για παράδειγμα το ms (10^{-3} s), αλλά και πολλαπλάσια, όπως η 1 ημέρα (d), η οποία διαρκεί 24 h.



Άσκηση 1

Να μετατραπούν τα 4 min σε s.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να κατέβεις ένα σκαλί, άρα να πολλαπλασιάσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον αριθμό πρέπει να πολλαπλασιάσεις. Έτσι, είναι: $4 \text{ min} = 4 \cdot 60 \text{ s} = 240 \text{ s}$.

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1 min διαρκεί 60 s

4 min διαρκούν x; s

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $x = 60 \cdot 4 = 240 \text{ s}$.

Άσκηση 2

Να μετατραπούν οι 2,5 h σε s.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να κατέβεις δύο σκαλιά, άρα να πολλαπλασιάσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον ακριβώς αριθμό να πολλαπλασιάσεις. Έτσι, είναι: $2,5 \text{ h} = 2,5 \cdot 3.600 \text{ s} = 9.000 \text{ s}$.

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1h διαρκεί 3.600 s

2,5h διαρκούν x; s

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $x = 2,5 \cdot 3.600 = 9.000 \text{ s}$.

Άσκηση 3

Να μετατραπούν τα 86.400 s σε h.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να ανέβεις δύο σκαλιά, άρα να διαιρέσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον αριθμό να πολλαπλασιάσεις. Έτσι, είναι: $86.400 \text{ s} = \frac{86.400}{3.600} \text{ h} = 24 \text{ h}$.

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1h διαρκεί 3.600 s

x;h διαρκούν 86.400 s

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $3.600 \cdot x = 86.400 \Rightarrow x = \frac{86.400}{3.600} = 24 \text{ h}$.

Άσκηση 4

Να μετατραπούν 700 ms σε s.

Λύση

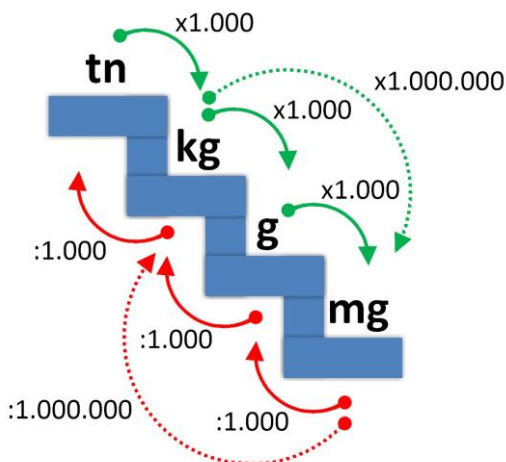
Παρατήρησε πως πριν από τη μονάδα μέτρησης υπάρχει το m, που σε παραπέμπει στο milli. Έτσι, είναι: $700 \text{ ms} = 700 \cdot 0,001 \text{ s} = 0,7 \text{ s}$.

Μάζα

Συμβολίζεται με m, έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το 1 kg και μετριέται με ζυγό σύγκρισης. Για να δούμε μερικά παραδείγματα και πάλι. Το στυλό σου έχει μάζα 20 g, ενώ ένα μωρό όταν γεννηθεί μπορεί να έχει μάζα 3,7 kg. Το αυτοκίνητο της οικογένειας έχει μάζα 1.100 kg, ενώ ένας ελέφαντας μπορεί να ζυγίζει και 4.000 kg.

Η μάζα ενός σώματος καθορίζει την ποσότητα της ύλης, δηλαδή τον αριθμό των μορίων από τον οποίο αυτή αποτελείται. Μάλιστα, η τιμή της δεν αλλάζει και παραμένει σταθερή, όπου κι αν αυτή μετρηθεί. Η μάζα που έχεις εσύ, είναι η ίδια, είτε βρεθείς στην Ελλάδα, είτε στην Σουηδία, αλλά έχει και την ίδια τιμή, αν βρεθείς σε άλλο πλανήτη! Σε επόμενη ενότητα, όμως, θα δούμε ποια είναι η διαφορά μεταξύ της μάζας και του βάρους. Δύο έννοιες κοντινές μεταξύ τους, αλλά όχι ίδιες. Κράτα προς το παρόν, λοιπόν, πως η μάζα και το βάρος **δεν** είναι το ίδιο φυσικό μέγεθος. Μάλιστα, στην καθημερινότητα, πραγματοποιείται το κλασικό λάθος. Μας ρωτάνε τι βάρος έχουμε και απαντάμε, με βάση τη μάζα μας, λέγοντας «το βάρος μου είναι 80 κιλά», το οποίο προφανώς και είναι λάθος στη γλώσσα της Φυσικής, αλλά το έχουμε δεχθεί ως μέρος του καθημερινού λόγου που χρησιμοποιούμε.

Η αντίστοιχη κλίμακα μετατροπών για τη μάζα φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:



Άσκηση 1

Να μετατραπούν τα 20 g σε kg.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να ανέβεις ένα σκαλί, άρα να διαιρέσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον αριθμό να πολλαπλασιάσεις. Έτσι, είναι:

$$20 \text{ g} = \frac{20}{1.000} \text{ kg} = 0,02 \text{ kg} .$$

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1kg αντιστοιχεί σε 1.000 g

x; kg αντιστοιχούν σε 20 g

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $1.000 \cdot x = 20 \Rightarrow x = \frac{20}{1.000} = 0,02 \text{ kg} .$

Άσκηση 2

Να μετατραπούν τα 50 mg σε g.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να ανέβεις ένα σκαλί, άρα να διαιρέσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον αριθμό να πολλαπλασιάσεις. Έτσι, είναι:

$$50 \text{ mg} = \frac{50}{1.000} \text{ g} = 0,05 \text{ g} .$$

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1g αντιστοιχεί σε 1.000 mg

x; g αντιστοιχούν σε 50 mg

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $1.000 \cdot x = 50 \Rightarrow x = \frac{50}{1.000} = 0,05 \text{ g} .$

Γ' τρόπος

Παρατήρησε πως πριν από τη μονάδα μέτρησης υπάρχει το m, που σε παραπέμπει στο milli. Έτσι, είναι: $50\text{mg} = 50 \cdot 0,001\text{g} = 0,05\text{g}$.

Άσκηση 3

Να μετατραπούν τα 825 kg σε tn.

Λύση

Α' τρόπος

Κοιτάζοντας την κλίμακα, παρατηρείς πως πρέπει να ανέβεις ένα σκαλί, άρα να διαιρέσεις. Το αντίστοιχο βέλος σε καθοδηγεί και με ποιον αριθμό να πολλαπλασιάσεις. Έτσι, είναι: $825\text{ kg} = \frac{825}{1.000}\text{ tn} = 0,825\text{ tn}$.

Β' τρόπος

Με τη μέθοδο των τριών, έχεις:

1 tn αντιστοιχεί σε 1.000 kg

x;tn αντιστοιχούν σε 825 kg

Κάνοντας «χιαστί», έχουμε: $1.000 \cdot x = 825 \Rightarrow x = \frac{825}{1.000} = 0,825\text{ tn}$.