

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΦΥΣΙΚΗ

β' γυμνασίου

Ενέργεια 1.1.α: «Προγράμματα Βιβλία»

– Επιστημονικός Υπεύθυνος Ενέργειας: Θεόδωρος Γ. Εξαρχάκος
Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών
Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο Νο11: Σχολεία Εφαρμογής Πειραματικών Προγραμμάτων Εκπαίδευσης»

– ΣΕΠΠΕ

– Επιστημονικός υπεύθυνος: Νικόλαος Αλεξανδρής
Καθηγητής του Πανεπιστημίου Πειραιά
Αντιπρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΦΥΣΙΚΗ

β' γυμνασίου

Ομάδα συγγραφής

Αντωνίου Νικόλαος, Καθηγητής Παν. Αθηνών

Βαλαδάκης Ανδρέας, Δρ. Φυσικής Καθηγητής Βαρβακείου Πειραματικού Γυμνασίου

Δημητριάδης Παναγιώτης, Δρ. Φυσικής Καθηγητής Λυκείου Ραφήνας

Παπαμιχάλης Κων/νος, Δρ. Φυσικής Καθηγητής Λυκείου Καλυβίων

Παπατσιμπα Λαμπρινή, Δρ. Φυσικής Καθηγήτρια Π.Σ.Π.Α.

Ομάδα επιμέλειας εικόνων και σχημάτων

Χατζητσομπάνης Θεόφιλος, Εκπαιδευτικός, Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Δενδρινός Κοσμάς, Δάσκαλος Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Τζαβάρας Αναστάσιος, Φυσικός, Καθηγητής 24ου Γυμνασίου Αθηνών

Συντονισμός Ομάδος στα πλαίσια του Π.Ι.

Αδαμόπουλος Λ. Σύμβουλος του Π.Ι.

Δούκας Χρήστος, Δρ. Συγκριτικής Παιδαγωγικής, Πάρεδρος του Π.Ι.

Ομάδα Κρίσης

Μηχαηλίδης Παναγιώτης, Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

Σπυροπούλου Δήμητρα, Δρ. Διδακτικής Φ.Ε. Καθηγήτρια Μεσ. Εκπαίδευσης

Ζώκος Κωνσταντίνος, Καθηγητής Μεσ. Εκπαίδευσης

Κανδεράκης Νίκος, Καθηγητής Μεσ. Εκπαίδευσης

Η έκδοση του παρόντος βιβλίου έγινε στα πλαίσια της υλοποίησης των Σχολείων Εφαρμογής Πειραματικών Προγραμμάτων στην Εκπαίδευση (Σ.Ε.Π.Π.Ε.), υπό την επιστημονική εποπτεία του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, το οποίο οργανώνει τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την εφαρμογή και αξιολόγηση καινοτόμων εκπαιδευτικών προγραμμάτων σε σχολεία της Α'θμιας και Β'θμιας εκπαίδευσης.

Το έργο χρηματοδοτείται από το Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. - 2ο Κοινωνικό Πλαίσιο Στήριξης, Ενέργεια 1.1^Α: «Προγράμματα - Βιβλία», έργο Σ.Ε.Π.Π.Ε.

Το πρόγραμμα εφαρμόζεται στα παρακάτω σχολεία και υλοποιείται αντίστοιχα από τους εκπαιδευτικούς:

2ο Γυμνάσιο Γέρακα

Ανδρεαδέλλης Μιχάλης

2ο Γυμνάσιο Αμαρουσίου

Διερωνίτης Κων/νος

Καραγιαννάκος Απόστολος

65ο Γυμνάσιο Αθηνών

Φιτσιάλης Απόστολος

Καραζέρη Αναστασία

Γυμνάσιο Λυκόβρυσης

Μπέμπης Αθανάσιος

Τσελέντης Ιωάννης

5ο Γυμνάσιο Φαλήρου

Γκιόλμα Αντιγόνη

Φασουλόπουλος Γιώργος

Πρόλογος

Φίλε μαθητή της Δευτέρας Τάξης του Γυμνασίου, το βιβλίο που έχεις στα χέρια σου αντιστοιχεί στο πρώτο μάθημα Γυμνασιακής Φυσικής. Ως εκ τούτου, οι συγγραφείς του βιβλίου, έκαναν προσπάθεια ανάμεσα στα άλλα, να καλυφθεί και η χαμένη ευκαιρία από την έλλειψη του μαθήματος Φυσικής στην Πρώτη Τάξη του Γυμνασίου.

Το βιβλίο στηρίχθηκε σε ορισμένες γενικές αρχές οι οποίες, κατά τη γνώμη των συγγραφέων, πρέπει να κατευθύνουν τη διδασκαλία των μαθημάτων που σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο. Η Γυμνασιακή μόρφωση έχει σκοπό να δημιουργήσει ελεύθερους και σκεπτόμενους πολίτες και όχι να προετοιμάσει κατόχους εξειδικευμένης γνώσης. Στον στόχο αυτό οφείλει να αποβλέπει και η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο. Η γνωριμία και τελικά η γνώση της Φυσικής πραγματικότητας συμβάλλει σημαντικά στη διαμόρφωση της προσωπικότητας των νέων ανθρώπων.

Οι Φυσικές Επιστήμες διδάσκουν:

- (α) την εμπιστοσύνη και τον σεβασμό στον ορθό λόγο και την κριτική σκέψη,
- (β) την αξία του μέτρου στη σκέψη και την πράξη,
- (γ) τον σεβασμό της Φύσης και των πόρων της,
- (δ) την αξία της εμπειρικής γνώσης και της επιστημονικής παρατήρησης,
- (ε) τη μετριοφροσύνη του ανθρώπου μπροστά στην απεραντοσύνη και την πολυπλοκότητα του Σύμπαντος.
- (στ) τη μοναδικότητα του ανθρώπου ως βιολογικού φαινομένου και
- (ζ) την αξία της επιστημονικής έρευνας ως στοιχείου πολιτισμού και προόδου στην κοινωνία.

Παράλληλα με τις αξίες αυτές, η διδασκαλία της Φυσικής οφείλει να εξοικειώσει τον νέο άνθρωπο με το τεχνολογικό του περιβάλλον, τόσο στον μικρό, καθημερινό του περίγυρο όσο και στον πλανήτη ολόκληρο, σήμερα μάλιστα που οι εφαρμογές των Φυσικών Επιστημών έχουν οδηγήσει σε μια νέα Τεχνολογική Επανάσταση των Επικοινωνιών με ραγδαίες επιπτώσεις στην κοινωνία μας. Η Ιστορία του Πολιτισμού έχει δείξει ότι η εξέλιξη των Φυσικών Επιστημών ακολουθείται πάντοτε από αξιοθαύμαστες τεχνολογικές εφαρμογές οι οποίες έρχονται να αλλάξουν τη ζωή των κοινωνιών προς το καλύτερο, δημιουργούν όμως και ορατούς κινδύνους για τον άνθρωπο. Η βιομηχανική μόλυνση του περιβάλλοντος, τα όπλα μαζικής καταστροφής, οι υπερβολές της γενετικής μηχανικής, αποτελούν παραδείγματα ανησυχητικών αποκλίσεων της Τεχνολογίας από την πραγματική πρόοδο της κοινωνίας. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Γυμνάσιο μπορεί να προετοιμάσει συνειδητούς πολίτες που θα βασίζονται στην κριτική τους και την αντίστασή τους στις επικίνδυνες αποκλίσεις της τεχνολογίας, στην πραγματική γνώση και όχι στη φοβία και την υπερβολή.

Με τις σκέψεις αυτές ως οδηγό, επεξεργασθήκαμε την ύλη του βιβλίου όπως ορίζεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα. Επειδή η γνώση της Φυσικής ολοκληρώνεται στο εργαστήριο, γίνεται φανερό ότι η διδασκαλία του μαθήματος πρέπει να συμπληρώνεται με σειρά πειραματικών εργασιών στο Σχολείο, στα θέματα που επεξεργάζεται η ύλη του βιβλίου. Οι ρόλοι του βιβλίου και του εργαστηρίου είναι συμπληρωματικοί και το ένα δεν μπορεί να αντικαταστήσει το άλλο. Για τον λόγο αυτό αποφύγαμε τη λεπτομερή περιγραφή πειραμάτων στο «βιβλίο του μαθητή» και επιμείναμε στην εξήγηση των εμπειρικών φαινομένων, εισάγοντας σταδιακά τις βασικές έννοιες και τις βασικές αρχές της Φυσικής. Προσπαθήσαμε να αναδείξουμε την ενότητα που κυριαρχεί στη Φύση και την οικονομία που υποκρύπτεται κάτω από την πολλαπλότητα και ποικιλία των φυσικών φαινομένων.

Χρησιμοποιούμε, για τον σκοπό αυτό, ως ενοποιητικό στοιχείο, καταρχήν την έννοια της ενέργειας και τελικά τις γενικές αρχές οργάνωσης της ύλης στο μικροσκοπικό επίπεδο. Χρησιμοποιήσαμε μόνο τις

αναγκαίες μορφές μαθηματικής διατύπωσης και ο τρόπος γραφής του βιβλίου στηρίχθηκε σε απλές παρατηρήσεις και εικόνες καθώς και στην προσδοκία ότι θα υπάρχει ένας συνεχής διάλογος ανάμεσα σε σ' ένα και τον καθηγητή σου.

Η 1η Ενότητα περιλαμβάνει μια σύντομη ιστορική αναδρομή στις Φυσικές Επιστήμες και μία γενική παρουσίαση της μεθοδολογίας των Φυσικών Επιστημών. Επίσης, γίνεται μια πρώτη γνωριμία με το εργαστήριο της Φυσικής και παρουσιάζονται στοιχεία μέτρησης μεγεθών κατά τη διάρκεια ενός πειράματος. Τέλος, αναφέρονται παραδείγματα επεξεργασίας των μετρήσεων που προέκυψαν από πειράματα.

Στη 2η Ενότητα εισάγονται οι έννοιες θερμοκρασία και θερμότητα. Περιγράφονται θερμικά φαινόμενα π.χ. η θερμική διαστολή και η αλλαγή κατάστασης καθώς και τρόποι διάδοσης της θερμότητας. Συγχρόνως, γίνεται προσπάθεια ενιαίας ερμηνείας αυτών των φαινομένων μέσω της έννοιας του μορίου.

Στην 3η Ενότητα, αρχικά, παρουσιάζεται η σχέση του φωτός με την ενέργεια. Κατόπιν, περιγράφεται ο τρόπος διάδοσης του φωτός και παρουσιάζονται τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάδοσης του φωτός. Περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο σχηματίζονται είδωλα, σε καθρέφτες και σε φακούς ματιού και την κατασκευή οπτικών οργάνων. Τέλος, περιγράφεται το φαινόμενο ανάκλασης του φωτός. Συγχρόνως, γίνεται προσπάθεια να περιγραφούν τα φαινόμενα διάδοσης του φωτός με τη βοήθεια της αρχής του ελάχιστου χρόνου.

Στην 4η Ενότητα, περιγράφονται οι μαγνητικές ιδιότητες της ύλης και της μαγνητικής δύναμης. Εισάγεται η έννοια της μαγνητικού πεδίου. Περιγράφονται ηλεκτρικά φαινόμενα ιδιότητες της ηλεκτρικής δύναμης και εισάγεται η έννοια του ηλεκτρικού πεδίου. Περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος. Τέλος, περιγράφονται φαινόμενα στα οποία ο ηλεκτρισμός συνδέεται με το μαγνητισμό, δηλαδή ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα. Συγχρόνως γίνεται προσπάθεια ερμηνείας των μαγνητικών των ηλεκτρικών και των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων με τη βοήθεια της έννοιας του μορίου.

Στην 5η Ενότητα, παρουσιάζονται πρότυπα της δομής της ύλης και του τρόπου εκπομπής και απορρόφησης του φωτός. Ερμηνεύονται οι ιδιότητες των ρευστών και των στερεών με τη βοήθεια του προτύπου του μορίου, του ατόμου και του ιόντος. Τέλος, συζητείται η αναγκαιότητα επινόησης προτύπων για την ερμηνεία γνωστών φυσικών φαινομένων και την πρόβλεψη νέων.

Το κείμενο συμπληρώνεται με εικόνες, οι οποίες είναι απολύτως απαραίτητες στην κατανόηση του περιεχομένου του βιβλίου.

Παράλληλα με τον κύριο κορμό του βιβλίου, αναπτύσσονται θέματα με τον γενικό τίτλο «Δείτε κι αυτό!» και «Μικρό εργαστήριο». Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται θέματα γενικότερου ενδιαφέροντος για ελεύθερη μελέτη που αφορούν την ιστορία της Φυσικής, επιστημονικά παράδοξα, εφαρμογές της Φυσικής κ.ά. Στη δεύτερη κατηγορία περιγράφονται σύντομα πειράματα τα οποία εκτελούνται με απλά μέσα είτε στην αίθουσα διδασκαλίας είτε στο σπίτι.

Τέλος, υπάρχουν ερωτήσεις με τις οποίες ελέγχεται η εμπέδωση του περιεχομένου.

Οι Συγγραφείς

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γιατί διδάσκεται η Φυσική;

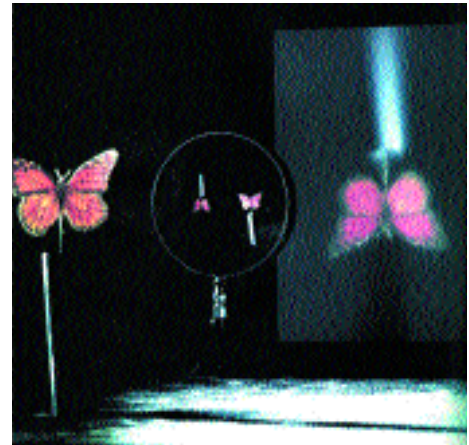
Διδασκόμαστε τη Φυσική επειδή θέλουμε να γνωρίσουμε τη φύση αλλά και τον ανθρώπινο πολιτισμό και να συμβάλλουμε στην παραπέρα ανάπτυξή του. Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τη Φυσική ήδη από τα βάθη της προϊστορίας, πριν αυτή διαμορφωθεί σε επιστήμη. Πράγματι, η Φυσική κρύβεται πίσω από το πέταγμα του ακοντίου, τη χρήση του αρότρου, τη μεταφορά των ογκολίθων για την κατασκευή των Πυραμίδων ή του Παρθενώνα κ.α..

Η ανάπτυξη της Φυσικής συνδέεται με την κατασκευή της ατμομηχανής που οδήγησε στη βιομηχανική επανάσταση. Ο ηλεκτρισμός, που προσφέρει το φωτισμό, τα ραδιοηλεκτρονικά μέσα, τις επικοινωνίες, τα στερεοφωνικά και τους υπολογιστές, αναπτύχθηκε από φυσικούς. Κανένας μηχανικός δε θα μπορούσε να σχεδιάσει μια συσκευή, από σκεύη μαγειρικής μέχρι δορυφόρους, χωρίς πρώτα να έχει κατανοήσει τους βασικούς νόμους της φύσης. Η γνώση των φυσικών νόμων βοηθά τους αθλητές στο να προπονούνται πιο αποτελεσματικά και με τον κατάλληλο εξοπλισμό να βελτιώνουν τις επιδόσεις τους. Η Φυσική αποτελεί ένα από τα θεμέλια της τεχνολογίας.

Η μελέτη της Φυσικής είναι μια συναρπαστική περιπέτεια. Η Φυσική αναζητά την ενότητα μέσα στην ποικιλία. Η πορεία της ανακάλυψης των βαθύτερων νόμων του φυσικού κόσμου είναι μιά πρόκληση για την νοημοσύνη και τη φαντασία μας.

Ο Αϊνστάιν ήταν φυσικός. Φυσικοί είναι επίσης πολλοί άνθρωποι, άνδρες και γυναίκες, που δεν έχουν την ιδιοφυΐα του Αϊνστάιν. Και εσείς λοιπόν μπορείτε να γίνετε φυσικοί. Ωστόσο σκοπός αυτού του μαθήματος δεν είναι να σας κάνει φυσικούς. Είναι να σας δώσει μια ιδέα του τρόπου με τον οποίο οι φυσικοί βλέπουν και ερευνούν τον κόσμο. Να έχετε την ικανοποίηση ότι κατανοείτε διαδικασίες που συμβαίνουν καθημερινά γύρω σας, να προβλέπετε αποτελέσματα και να λύνετε πρακτικά προβλήματα. Αν ποτέ αναρωτηθήκατε γιατί ο ουρανός είναι γαλάζιος, πώς το νερό από υγρό γίνεται ατμός ή πώς οι δορυφόροι κινούνται γύρω από τη Γη, θα βρείτε τις απαντήσεις στη Φυσική. Τελικά ίσως φθάσετε να δείτε ό,τι πραγματικά είναι η Φυσική: ένα από τα κορυφαία επιτεύγματα του ανθρώπινου πνεύματος στην προσπάθεια του να κατανοήσει τον κόσμο.

Μαθαίνοντας Φυσική μπορείτε να κάνετε μια επιτυχημένη σταδιοδρομία σε επαγγελματικούς χώρους όπου κυριαρχεί η υψηλή τεχνολογία. Ακόμη μαθαίνετε να θέτετε ερωτήσεις και να λαμβάνετε αποφάσεις, ως υπεύθυνος πολίτης σε έναν όλο και πιο πολύπλοκο κόσμο. Ούτως ή άλλως δείτε τη Φυσική σαν μοναδικό ταξίδι από το άτομο μέχρι τα άκρα του Σύμπαντος.



Εικόνα 1.1.

Η Φυσική καλλιεργεί την αίσθηση της ομορφιάς



Εικόνα 1.2.

Με την Φυσική θα ταξιδέψετε από το άτομο μέχρι τα άκρα του σύμπαντος

1.2 Η ιστορία των Φυσικών Επιστημών

Οι πρώτες γνώσεις

Οι πρώτες γνώσεις του ανθρώπου για τη φύση χάνονται στα βάθη τη προϊστορίας. Η ανακάλυψη του τρόπου ανάμματος της φωτιάς και του τροχού αποτέλεσαν κορυφαίους σταθμούς στη εξέλιξη του πολιτισμού.

Οι αρχαίοι ανατολικοί λαοί όπως οι Αιγύπτιοι, οι Βαβυλώνιοι, οι Ινδοί και οι Κινέζοι παρατηρούσαν τις κινήσεις της Σελήνης, του Ήλιου και των αστεριών. Οι γνώσεις που απέκτησαν εξυπηρέτησαν πρακτικούς σκοπούς, όπως ο προσανατολισμός στα μακρινά ταξίδια τους, η δημιουργία ημερολογίου κ.λ.π.. Οι πρώτοι αστρονόμοι ωστόσο δεν ενδιαφέρονταν για την ερμηνεία των παρατηρήσεων τους.

Η γέννηση της φιλοσοφίας και της επιστημονικής σκέψης.

Στις απαρχές των φυσικών επιστημών και στην αμφισβήτηση των μύθων σημαντικότερη είναι η συνεισφορά των αρχαίων Ελλήνων φυσικών φιλοσόφων (6ος - 4ος αιώνας π.Χ.). Οι Έλληνες φιλόσοφοι εκείνης της εποχής παρατηρούσαν προσεκτικά τα φαινόμενα. Προσπαθούσαν να εξάγουν όλα τα δυνατά συμπεράσματα χρησιμοποιώντας μόνο λογικά επιχειρήματα. Δεν ενδιαφέρονταν όμως να καταλάβουν τι ακριβώς συμβαίνει σε ένα φαινόμενο ή πώς συμβαίνει αυτό. Ήθελαν κυρίως να εξηγήσουν στο πλαίσιο μιας θεωρίας για ποιο σκοπό συμβαίνουν τα φαινόμενα. Τους αρχαίους Έλληνες φυσικούς - φιλοσόφους απασχόλησε ιδιαίτερω το ερώτημα της δομής της ύλης και του τρόπου κατασκευής του κόσμου.

Οι σημαντικότεροι Έλληνες φυσικοί-φιλόσοφοι παραδέχονταν:

- α. Την αφθαρσία της ύλης. Δηλαδή η ύλη αλλάζει μορφές χωρίς να καταστρέφεται ή να παράγεται από το μηδέν.
- β. Όλες οι απειράριθμες μορφές της ύλης συντίθενται από λίγες απλές μορφές - τα στοιχεία.

Την ίδια περίπου εποχή ο Δημόκριτος θεωρούσε ότι η ύλη αποτελείται από πολύ μικρά, αδιαίρετα σωματίδια, τα άτομα. Πίστευε επίσης ότι τα άτομα των διαφόρων υλικών έχουν διαφορετικό σχήμα και βρίσκονται σε συνεχή κίνηση.

Η δημιουργία των μύθων

Η αδυναμία του ανθρώπου να ερμηνεύσει λογικά όσα παρατηρούσε στη φύση τον οδήγησε στη δημιουργία των μύθων.

Πλάθοντας μύθους ο άνθρωπος απέδωσε την αιτία των φυσικών φαινομένων σε θεότητες, σε πνεύματα ή σε υπερφυσικά όντα. Πίστευε για παράδειγμα ότι η θεά Ίριδα είναι υπεύθυνη για το ουράνιο τόξο, ο θεός Ήφαιστος για τη φωτιά, ο Αίολος για τους ανέμους, ο Δίας για τους κεραυνούς, ο Εγκέλαδος για τους σεισμούς κ.ά.



Εικόνα 1.3.
ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ

Ο Αριστοτέλης

Μεταξύ των Ελλήνων φυσικών φιλοσόφων εξέχουσα θέση κατέχει ο Αριστοτέλης. Ο Αριστοτέλης προχώρησε στη καθιέρωση γενικών αρχών μελέτης της φύσης. Εισηγάγε τη συστηματική παρατήρηση, τη συλλογή υλικού, την ταξινόμηση και την εξαγωγή συμπερασμάτων από τα δεδομένα της παρατήρησης. Πίστευε ότι για να φθάσει κάποιος σε γενικά συμπεράσματα πρέπει να ξεκινήσει από μερικά παρατηρησιακά δεδομένα (επαγωγική μέθοδος).

Ο Αριστοτέλης για να ερμηνεύσει τα φυσικά φαινόμενα υιοθέτησε την άποψη του Εμπεδοκλή. Σύμφωνα με αυτήν κάθε σώμα αποτελείται από τέσσερα στοιχεία: Έδαφος (χώμα), νερό, αέρα και φωτιά. Κάθε στοιχείο έχει μια «Φυσική θέση». Στην ψηλότερη θέση βρίσκεται η φωτιά πιο κάτω ο αέρας, ακόμα πιο κάτω το νερό και στη χαμηλότερη το έδαφος. Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη η κίνηση οφείλεται στην τάση που έχει κάθε στοιχείο να φθάσει στη Φυσική του θέση. Λόγου χάρη μια πέτρα(έδαφος) πέφτει δια μέσου του αέρα και του νερού για να φθάσει στο έδαφος. Έτσι κατά τον Αριστοτέλη μια βαρύτερη πέτρα φθάνει πιο γρήγορα στη Γη γιατί περιέχει περισσότερο έδαφος.

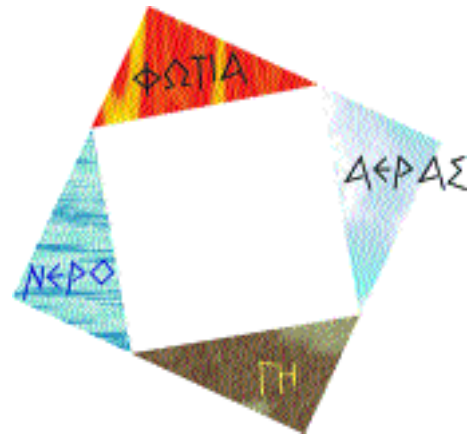
Οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι προσπάθησαν επίσης να ερμηνεύσουν τις αστρονομικές παρατηρήσεις τους. Ο Αρίσταρχος ο Σάμιος διατύπωσε την άποψη ότι η Γη και οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Ωστόσο τελικά επικράτησε το σύστημα του Πτολεμαίου. Σύμφωνα με αυτό η Γη είναι ακίνητη, κατέχει το κέντρο του Κόσμου και ο Ήλιος, οι πλανήτες και οι αστέρες κινούνται γύρω από αυτήν.

Η περίοδος του Μεσαίωνα.

Βυζαντινοί λόγιοι συνετέλεσαν στη διάσωση των κειμένων των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων. Όμως αυτά τα κείμενα έγιναν γνωστά στην Ευρώπη από αραβικές μεταφράσεις τον 12ο αιώνα. Τα έργα του Αριστοτέλη για πολλούς αιώνες ήταν οδηγός κάθε έρευνας.

Με τη διάδοση των κειμένων των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων στη Δύση πολλές ελληνικές λέξεις πέρασαν στην επιστημονική ορολογία των λατινικών και κατόπιν όλων των γλωσσών των Δυτικών χωρών. Για παράδειγμα στην αγγλική γλώσσα, η Φυσική ονομάζεται Physics, η ενέργεια energy, το άτομο atom κ.τ.λ. Αυτό συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Κατά την περίοδο του Μεσαίωνα αναπτύχθηκε η αλχημεία. Οι αλχημιστές προσπαθούσαν να ανακαλύψουν τη “φιλοσοφική λίθο” με την οποία θα μπορούσαν να μετατρέψουν σε χρυσό διάφορα μη ευγενή μέταλλα π.χ. το



Εικόνα 1.4.
Κάθε σώμα είναι συνδυασμός 4 στοιχείων

Ο Πυθαγόρας ο Σάμιος, μεγάλος μαθηματικός, πρώτος διαπίστωσε ότι η Γη είναι σφαιρική

Ο Ερατοσθένης, αστρονόμος από την Αλεξάνδρεια κατόρθωσε να υπολογίσει με αξιοθαύμαστη ακρίβεια την περιφέρεια (το μήκος του μεσημβρινού) της Γης. Βρήκε ότι έχει μήκος 250.000 αττικά στάδια. Δηλαδή 41.000 χιλιόμετρα αντί του πραγματικού 40.000 χιλιόμετρα περίπου.

σίδηρο και το χαλκό. Προσπαθούσαν επίσης να ανακαλύψουν το “ελιξίριο της ζωής” το οποίο θα τους εξασφάλιζε μακροζωία και διαρκή νεότητα. Σε τούτη την προσπάθειά τους, οι αλχημιστές ανέπτυξαν και τελειοποίησαν τεχνικές διαχωρισμού των φυσικών ουσιών. Ανακάλυψαν πολλές νέες ουσίες όπως το οινόπνευμα τον αιθέρα, το θειικό οξύ κ.α.

Η Επιστημονική Επανάσταση

Μέχρι το 16ο αιώνα οι Ευρωπαίοι δέχονταν τις απόψεις του Αριστοτέλη και του Πτολεμαίου, οι οποίες είχαν αναγνωρίσει από τη Δυτική εκκλησία ως απόλυτες αλήθειες. Ο Ιταλός Γαλιλαίος (1564-1642) ήταν ένας από τους πρώτους Ευρωπαίους επιστήμονες που υποστήριξε ότι η γνώση πρέπει να βασίζεται σε παρατηρήσεις και πειράματα και όχι στην αυθεντία των αρχαίων βιβλίων. Με το Γαλιλαίο αρχίζει μια νέα περίοδος για τις επιστήμες που ονομάστηκε “επιστημονική επανάσταση”.

Ο Γαλιλαίος αποδέχθηκε τις απόψεις του Κοπέρνικου και αμφισβήτησε ότι η Γη είναι το κέντρο του Σύμπαντος. Ανέπτυξε μια συστηματική μέθοδο έρευνας που περιλάμβανε παρατήρηση, πείραμα και ανάλυση. Μελέτησε με τη μέθοδό του την κίνηση των σωμάτων και απέδειξε ότι οι αντιλήψεις του Αριστοτέλη ήταν λανθασμένες.

Ο Άγγλος Νεύτων (1642-1727) αξιοποίησε τα αποτελέσματα του Γαλιλαίου και τα συμπεράσματα του αστρονόμου Κέπλερ για την κίνηση των πλανητών ανέπτυξε μια ολοκληρωμένη θεωρία για την κίνηση. Αυτή η θεωρία ισχύει όχι μόνο στη Γη αλλά σε ολόκληρο το Σύμπαν και ονομάζεται Νευτώνεια Μηχανική.

Στα τέλη του 17ου αιώνα διατυπώθηκαν οι πρώτες υποθέσεις για τη φύση του φωτός από τον Νεύτωνα και από τον Ολλανδό μαθηματικό και φυσικό Χόιχενς

Ο 19ος αιώνας.

Κατά το 19ο αιώνα παράλληλα με την εφεύρεση της ατμομηχανής εισάγεται η έννοια της ενέργειας. Αυτή η έννοια συνδέεται με τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση. Την ίδια εποχή η αναπτυσσόμενη βιομηχανία χρειαζόταν μηχανές με τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση. Μελετώντας αυτό το πρόβλημα ο Άγγλος Κέλβιν και ο Γερμανός Κλαούζιους κατέληξαν στη διατύπωση ενός θεμελιώδους νόμου που αφορά την απόδοση των θερμικών μηχανών. Επίσης ο Άγγλος ερευνητής Τζάουλ εκτελώντας πειράμα-



Εικόνα 1.5.
ΓΑΛΙΛΑΙΟΣ
(GALILEO)

Την ίδια εποχή με το Γαλιλαίο ο Κοπέρνικος (Nikolas Copernicus) διατύπωσε τη θεωρία ότι ο Ήλιος και όχι η Γη είναι το κέντρο του πλανητικού μας συστήματος. Επίσης ο Cassendi έφερε στο προσκήνιο την ατομική θεωρία του Δημόκριτου. Τέλος ο Βάκων παρουσίασε τη πρώτη μέθοδο εμπειρικής έρευνας.



Εικόνα 1.6.
ΝΕΥΤΩΝΑΣ
(NEWTON)

τα, συμπέρανε ότι η ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφή αλλά συνολικά διατηρείται σταθερή.

Την ίδια περίοδο ο Σκωτσέζος Μάξγουελ ανακάλυψε ότι ο ηλεκτρισμός και ο μαγνητισμός αποτελούν ουσιαστικά ένα και το αυτό φαινόμενο (ηλεκτρομαγνητισμός) και πρόβλεψε την ύπαρξη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Με τέτοια κύματα διαδίδεται το ορατό φως αλλά και τα ραδιοκύματα, που αποτελούν τη βάση για τις ασύρματες τηλεπικοινωνίες (ραδιόφωνο, τηλεόραση, κ.α.) .

Η Ηλεκτρομαγνητική Θεωρία του Μάξγουελ επιβεβαιώθηκε πειραματικά από τον Γερμανό Φυσικό Χέρτζ.



Εικόνα 1.7.
ΜΑΞΓΟΥΕΛ
(MAXWEL)

Ο 20ος αιώνας

Στις αρχές του 20ου αιώνα διατυπώθηκαν δύο θεωρίες που προκάλεσαν επανάσταση στην επιστημονική σκέψη και ανέτρεψαν την νευτώνεια αντίληψη για την κίνηση :

α) Η θεωρία της σχετικότητας από τον Γερμανό φυσικό Αϊνστάιν που τροποποίησε δραστικά τις ιδιότητες της κίνησης όταν η ταχύτητα των σωμάτων πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός. Πρόβλεψε τη δυνατότητα μετατροπής ύλης σε ενέργεια και άνοιξε το δρόμο για την εποχή της πυρηνικής ενέργειας.

β) Η κβαντική θεωρία, με εμπνευστές πολλούς φυσικούς (τον Πλανκ, τον Μπόρ, τον Χάιζενμπεργκ κ.α.), τροποποίησε επίσης δραστικά τις ιδιότητες της κίνησης όταν περιορίζεται σε πολύ μικρές περιοχές του χώρου, μικρότερες από ένα δισεκατομμυριοστό του εκατοστού. Εκεί η ύλη είναι ασυνεχής. Δηλαδή αποτελείται από σωματίδια μεταξύ των οποίων υπάρχει κενό, όπως είχε φαντασθεί ο Δημόκριτος. Η κίνηση αυτών των σωματιδίων μοιάζει περισσότερο με χορό κυμάτων παρά με παιχνίδι μπιλιάρδου.

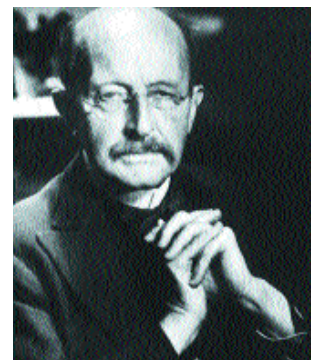
Η σχετικότητα και η κβαντική θεωρία αποτέλεσαν τα βάρη στα οποία στηρίχθηκε η εξέλιξη της Φυσικής τον 20ο αιώνα. Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, οι φυσικοί διείσδυσαν βαθύτερα στο εσωτερικό της ύλης αναζητώντας τα έσχατα συστατικά της. Έκαναν ακριβείς αστρονομικές παρατηρήσεις, κατάφεραν να μελετήσουν τις ιδιότητες της ύλης που είναι συσσωρευμένη στους γαλαξίες και να ψηλαφίσουν, τα όρια του Σύμπαντος.

Τον 20ο αιώνα για τις έρευνες της Φυσικής χρειάστηκε να κατασκευαστούν μεγάλα εργαστήρια όπως γιγαντιαίοι επιταχυντές και διαστημικοί σταθμοί .

Τα ευρήματα της Φυσικής οδήγησαν σε πολλές εφαρμογές: στην παραγωγή ενέργειας από πυρηνικούς αντιδραστήρες, στην κατασκευή ηλεκτρονικών υπολογιστών, στην τεχνολογία ακτινοβολίας λείζερ και στα υπεραγωγιμα υλικά. Η μεγάλη πορεία για διερεύνηση των μυστηρίων του Σύμπαντος αλλά και για τη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων συνεχίζεται.



Εικόνα 1.8.
Α. ΑΙΝΣΤΑΙΝ
(EINSTEIN)



Εικόνα 1.9.
ΜΑΞ ΠΛΑΝΚ
(MAX PLANK)

Ερωτήσεις -Ασκήσεις

1. Να καταγράψετε τις εφαρμογές της Φυσικής που αναφέρονται στην πρώτη ενότητα. Εκτός από αυτές πιο γενικότερο όφελος προκύπτει από τη μελέτη της Φυσικής;
2. Με τη βοήθεια της «Ιστορίας των φυσικών επιστημών» να συντάξετε έναν πίνακα στον οποίο να αναφέρετε τη χρονική περίοδο και τα πρόσωπα που συνδέθηκαν με την ανάπτυξη των φυσικών επιστημών.
3. Ποια ήταν η συμβολή του Αριστοτέλη στη μεθοδολογία των φυσικών επιστημών;
4. Χρησιμοποιώντας τις απόψεις του Αριστοτέλη για τη κίνηση, προσπαθήστε να ερμηνεύσετε γιατί ο υδρατμός κινείται προς τα επάνω.
5. Σε τι διέφερε ο τρόπος με τον οποίο οι Έλληνες αστρονόμοι μελετούσαν τα δεδομένα των αστρονομικών παρατηρήσεων από το τρόπο των πρώτων αστρονόμων της Ανατολής;
6. Ποιό νέο στοιχείο εισήγαγε ο Γαλιλαίος στη μελέτη της φύσης;
7. Ποιοι είναι οι κύριοι σταθμοί στην εξέλιξη της αντίληψης των φυσικών για την κίνηση;
8. Ποιοι είναι οι κύριοι σταθμοί στην ανάπτυξη της Φυσικής το 19ο αιώνα ;
9. Ποιες επαναστατικές θεωρίες διατυπώθηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα;
10. Να αναφέρετε ορισμένες εφαρμογές οι οποίες προέκυψαν από την εξέλιξη της Φυσικής του 20ου αιώνα.

1.3. Τι μελετά η Φυσική

Προσεκτική και συστηματική παρατήρηση μας οδηγεί στο γενικό συμπέρασμα ότι όλα γύρω μας μεταβάλλονται συνεχώς: τα δέντρα αναπτύσσονται, το χιόνι λιώνει τα πετρώματα διαβρώνονται, τα αυτοκίνητα κινούνται. Αυτές τις μεταβολές τις ονομάζουμε *φυσικά φαινόμενα*.

Με την έρευνα και τη μελέτη της φύσης ασχολούνται οι Φυσικές Επιστήμες : η Φυσική, η Χημεία, η Βιολογία, η Γεωλογία, η Μετεωρολογία, η Αστρονομία . Εκτός από τη Φυσική οι άλλες επιστήμες εξετάζουν μόνο συγκεκριμένη κατηγορία φαινομένων. Η Χημεία π.χ. μελετά μόνο φαινόμενα κατά τα οποία αλλάζει η σύσταση των σωμάτων. Η Βιολογία μελετά μόνο φαινόμενα που αφορούν οργανισμούς κτλ. Η Φυσική μελετά τα κοινά χαρακτηριστικά όλων των φαινομένων (εικόνα 1.10).

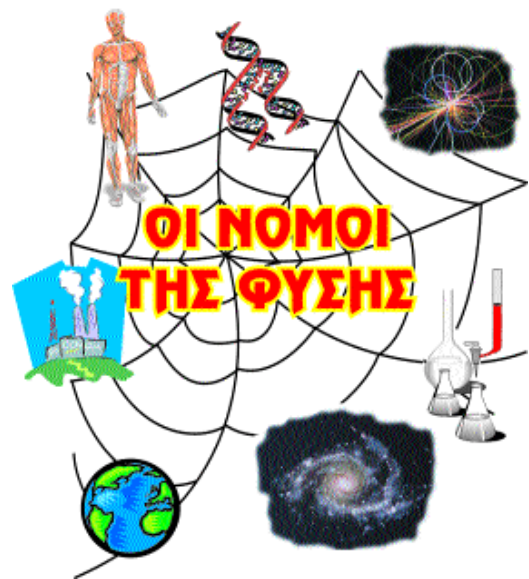
Δύο πολύ σημαντικές ανακαλύψεις των Φυσικών ήταν ότι: α) όλα τα φυσικά φαινόμενα μπορούν να περιγραφούν με τη βοήθεια της έννοιας της ενέργειας και β) κάθε μορφή ύλης έχει την ίδια βασική δομή.

Η ενέργεια συνδέεται αναπόσπαστα με κάθε μεταβολή. Όταν ένα σώμα μπορεί να προκαλέσει μεταβολή λέμε ότι περιέχει ενέργεια. Ο άνεμος, μπορεί να κινήσει τις πτέρυγες ενός ανεμόμυλου ή ένα ιστιοφόρο ή ακόμα να προκαλέσει τεράστιες καταστροφές (τυφώνας). Το νερό που συγκρατείται σε μία τεχνητή λίμνη, μπορεί να κινήσει ένα υδροστρόβιλο. Μέσα στον πυρωμένο κλίβανο ακόμα και τα πιο σκληρά μέταλλα λιώνουν. Με ηλεκτρικό ρεύμα λειτουργούν οι ηλεκτρικές συσκευές. Σε ακόμα μεγαλύτερη έκταση προκαλεί μεταβολές ο Ήλιος: με τον Ήλιο θερμαίνεται ολόκληρος ο πλανήτης μας και αναπτύσσονται τα φυτά. Ο άνεμος, το νερό στη τεχνητή λίμνη, ο κλίβανος το ηλεκτρικό ρεύμα και ο Ήλιος προκαλούν μεταβολές. Αυτά τα συστήματα έχουν ενέργεια.

Η ύλη βρίσκεται γύρω μας και μπορούμε να την αντιληφθούμε με τις αισθήσεις μας. Εκείνο όμως που δεν αντιλαμβανόμαστε είναι ότι η ύλη αποτελείται από κάποια αδιάκριτα σωματίδια μεταξύ των οποίων υπάρχει κενό. Ο καθορισμός του είδους αυτών των σωματιδίων καθώς και των δυνάμεων που ασκεί το ένα στο άλλο είναι ένα από τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζει η Φυσική από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα.

Η Φυσική, είναι η επιστήμη που μελετά αντικείμενα μικρά σαν τα άτομα και μεγάλα σαν τους γαλαξίες. Γενικά μελετά το Σύμπαν δηλαδή το χώρο, το χρόνο την ύλη και την ενέργεια καθώς και τον τρόπο που συσχετίζονται.

Κορυφαία κατάκτηση της Φυσικής σκέψης του 20ου αιώνα ήταν η διαπίστωση ότι ύλη και ενέργεια είναι οι δυο όψεις του ίδιου νομίσματος.



Εικόνα 1.10.

Φυσικές επιστήμες και τεχνολογία

Η Φυσική αποτελεί το θεμέλιο όχι μόνο των άλλων Φυσικών Επιστημών αλλά επίσης και του συνόλου των Τεχνολογικών Επιστημών (Μηχανολογίας, Ηλεκτρονικής κτλ.)

Το θαύμα του σύγχρονου τεχνολογικού πολιτισμού, ο οποίος έχει βελτιώσει τις βιοτικές συνθήκες και έχει καταστήσει τη ζωή του ανθρώπου πιο εύκολη, πιο άνετη και πιο ευχάριστη, οφείλεται στην τεράστια ανάπτυξη της Φυσικής και των άλλων Φυσικών Επιστημών. Πράγματι, οι μηχανικοί εφαρμόζοντας τα συμπεράσματα των Φυσικών Επιστημών επινοούν συσκευές που φέρνουν αληθινή επανάσταση στη ζωή του ανθρώπου.

Για να συνειδητοποιήσουμε περισσότερο τη μεγάλη αξία των Επιστημών αρκεί να συγκρίνουμε τις συνθήκες ζωής (κατοικία, συγκοινωνία, επικοινωνίες, διατροφή, θεραπεία ασθενειών κ.τ.λ.) μεταξύ του ανθρώπου της προϊστορικής εποχής και του σύγχρονου πολιτισμένου ανθρώπου.

Η πρόοδος των Φυσικών Επιστημών δεν άλλαξε μόνο τις συνθήκες ζωής του ανθρώπου. Άλλαξε ριζικά τις αντιλήψεις του για το φυσικό κόσμο, τον τρόπο σκέψης του και τη φιλοσοφία του.

Δεν θα πρέπει όμως να αγνοούμε ότι τα επιτεύγματα του ανθρώπου δεν έχουν μόνο τις θετικές αλλά και τις αρνητικές τους πλευρές. Τα καυσαέρια των εργοστασίων και των μέσων μεταφοράς μολύνουν την ατμόσφαιρα και προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας ακόμη και για ειρηνικούς σκοπούς, δημιουργεί ραδιενεργά κατάλοιπα ενώ ενεδρεύει ο κίνδυνος των ατυχημάτων στα πυρηνικά εργοστάσια. Φοβερότερη είναι η χρήση της τεχνολογίας για την ανάπτυξη όπλων μαζικής καταστροφής που έφθασαν να απειλούν την ύπαρξη ολόκληρου του ανθρώπινου γένους.

Ο άνθρωπος με επίγνωση των ευθυνών του πρέπει να προσπαθεί να αποσοβήσει τις βλαβερές επιπτώσεις και τους κινδύνους που απειλούν τη φύση και τον ίδιο. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας πρέπει να συμβαδίζει με την προστασία της φύσης και της κοινωνίας.



Εικόνα 1.11.
Εφαρμογές της τεχνολογίας

Ο Αμερικανός φυσικός Compton, για να δείξει πόσο οι εφαρμογές της Φυσικής είναι συνυφασμένες με τη ζωή, έλεγε:

«Όταν κάποιος αρρωστήσει καλεί το γιατρό με το τηλέφωνο, αυτός έρχεται με το αυτοκίνητο, μετράει τη θερμοκρασία με το θερμόμετρο, τους σφυγμούς με το χρονόμετρο του, εξετάζει την καρδιά και τους πνεύμονες με το στήθοσκόπιο».



Εικόνα 1.12.
Επιπτώσεις της βιομηχανικής ανάπτυξης στο περιβάλλον

1.4 Πώς ανακρίνουμε τη φύση Η επιστημονική μέθοδος.

Οι φυσικοί δεν περιορίζονται απλώς σε καταγραφή και ταξινόμηση των παρατηρήσεων τους για τη φύση. Θέτουν ερωτήματα και δίνουν απαντήσεις σχετικά με αυτή. Χρησιμοποιούν δηλαδή μια μέθοδο με την οποία ανακρίνουν τη φύση. Βέβαια όπως κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα έτσι και αυτή έχει πολλές όψεις. Ωστόσο περιλαμβάνει ορισμένα βασικά βήματα που ονομάζουμε συνολικά επιστημονική μέθοδο.

Για να γνωρίσουμε τη φύση αρχικά πρέπει να παρατηρήσουμε προσεκτικά ό,τι υπάρχει γύρω μας. Αν και σήμερα αυτή η άποψη φαίνεται αυτονόητη, σε άλλες εποχές υπήρχαν στοχαστές που την απέρριπταν. Ο Πλάτων για παράδειγμα θεωρούσε ότι δεν μπορούμε να αντιληφθούμε με τις αισθήσεις μας την αληθινή φύση των πραγμάτων παρά μόνο με τη λογική και το διαλογισμό. Πιο μετριοπαθής ο Ηράκλειτος θεωρούσε αυτό το στόχο όχι ακατόρθωτο αλλά δύσκολο. Διαφορετικός όμως είναι ο επιστημονικός τρόπος σκέψης που προάγει τη γνώση και τη τεχνολογία της σύγχρονης εποχής: Η παρατήρηση αποτελεί αναπόσπαστο συστατικό της επιστημονικής μεθόδου.

Η απλή παρατήρηση δεν αρκεί για την πλήρη μελέτη των φαινομένων. Ο Γαλιλαίος προχώρησε πέρα από αυτή και εφάρμοσε για πρώτη φορά την επιστημονική μέθοδο. Ας δούμε πώς ο Γαλιλαίος εφάρμοσε αυτή τη μέθοδο στη μελέτη της πτώσης των σωμάτων:

Αρχικά θεώρησε την άποψη του Αριστοτέλη για την πτώση των σωμάτων, ως υπόθεση της οποίας η αλήθεια έπρεπε να ελεγχθεί. Πώς; Με αναπαράγωγή του φαινομένου της πτώσης κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες, δηλαδή με πείραμα.

Άφησε να πέσουν από τον κεκλιμένο πύργο της Πίζας σφαίρες διαφορετικού βάρους. Τότε, οι μαθητές του παρατήρησαν ότι οι σφαίρες έφθαναν στο έδαφος σχεδόν ταυτόχρονα. Αυτό το πειραματικό αποτέλεσμα, διέψευσε την άποψη του Αριστοτέλη για την πτώση των σωμάτων.

Τώρα, χρειαζόταν μια νέα υπόθεση. Ο Γαλιλαίος υπέθεσε ότι όλα τα σώματα όταν αφεθούν από το ίδιο ύψος πέφτουν συγχρόνως στο έδαφος. Και τότε ήρθε η έκπληξη! Ένας μαθητής του άφησε από το ίδιο ύψος μια μεταλλική σφαίρα και ένα φύλλο χαρτί. Το χαρτί έπεσε πολύ πιο αργά από τη σφαίρα. Ο Γαλιλαίος τσαλάκωσε το χαρτί και το έκανε χάρτινη σφαίρα. Η χάρτινη σφαίρα έπεφτε πολύ πιο γρήγορα από το φύλλο και σχεδόν ταυτόχρονα με τη μεταλλική. Το φύλλο και η χάρτινη σφαίρα είχαν το ίδιο βάρος αλλά διαφορετική επιφάνεια σε επαφή με τον αέρα. Ο Γαλιλαίος διατύπωσε μια πιο ολοκληρωμένη υπόθεση: όταν δεν υπάρχει αέρας, δηλαδή στο κενό, όλα τα σώματα πέφτουν συγχρόνως στο έδαφος, όταν αφεθούν από το ίδιο ύψος. Αυτήν την υπόθεση επιβεβαίωσε προσεκτικά στο εργαστήριό του.



Εικόνα 1.13.
Ο πύργος της Πίζας. Το «πρώτο ερευνητικό εργαστήριο»

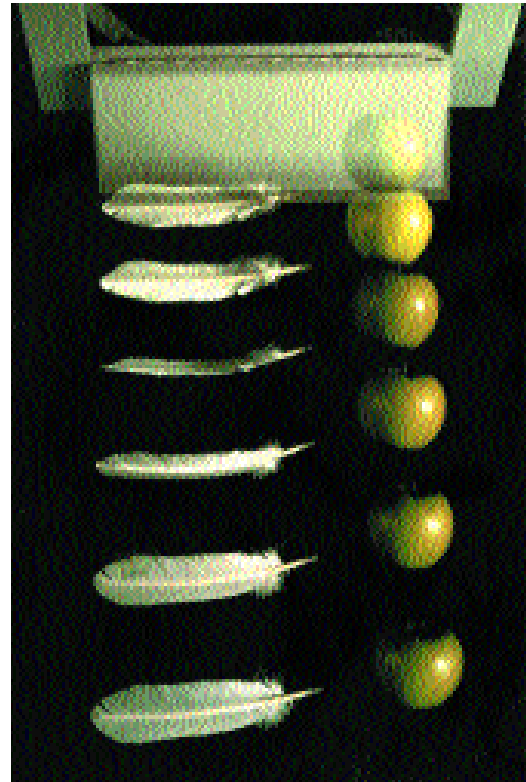
Τι γίνεται όμως όταν δυο σώματα πέσουν από διαφορετικό ύψος; Αν για παράδειγμα το ένα πέφτει από ύψος που είναι διπλάσιο του άλλου; Αυτό που βρίσκεται ψηλότερα πέφτει σε διπλάσιο χρόνο; Ο Γαλιλαίος βρέθηκε στην ανάγκη να εργασθεί στο εργαστήριό του. (Ίσως θελήσετε και σεις να τον μιμηθείτε). Εκεί επανέλαβε το πείραμα αρκετές φορές. Κάθε φορά μετρούσε το ύψος και τον αντίστοιχο χρόνο πτώσης μέχρι το πάτωμα του εργαστηρίου. Ο Γαλιλαίος βελτίωσε την τεχνική μέτρησης του χρόνου και το σφάλμα της μέτρησης. Δηλαδή κατάφερε να περιορίσει τη διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της μετρούμενης τιμής. Τελικά βρήκε την αντιστοιχία μεταξύ του χρόνου και του ύψους και διατύπωσε μια μαθηματική σχέση.

Μερικές δεκαετίες αργότερα η υπόθεση του Γαλιλαίου εντάχθηκε στο πλαίσιο μιας καλά θεμελιωμένης και γενικής θεωρίας: της θεωρίας του Νεύτωνα για την κίνηση των σωμάτων γήινων και ουρανίων. Έτσι η μαθηματική σχέση απέκτησε την ισχύ φυσικού νόμου. Συγχρόνως επινοήθηκε τρόπος αφαίρεσης του αέρα και επιβεβαιώθηκε πειραματικά η σύγχρονη πτώση των σωμάτων στο κενό. Με το πέρασμα του χρόνου οι πειραματικές τεχνικές βελτιώθηκαν (εικ. 1.14). Σήμερα τα πειράματα πτώσης των σωμάτων πραγματοποιούνται και με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατό να διαφοροποιήσουμε τις συνθήκες διεξαγωγής του πειράματος αλλά και να πετύχουμε τον επιθυμητό βαθμό ακρίβειας.

Τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι: 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 μία θεωρία. Στο πλαίσιο της θεωρίας εμφανίζονται νέες προβλέψεις που πρέπει να επιβεβαιωθούν με τη παρατήρηση και το πείραμα.

Κάθε θεωρία ωστόσο είναι προσωρινή. Αν σε κάποια πρόβλεψή της αποδειχθεί λανθασμένη, τότε πρέπει να την αναθεωρήσουμε. Οι επιστήμονες αποδέχονται τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων και των πειραμάτων ακόμα και αν τα ήθελαν διαφορετικά. Δεν αποδέχονται την αυθεντία και το δογματισμό. Η επιστημονική αλήθεια δεν είναι αιώνια και αμετάβλητη. Οι θεωρίες ελέγχονται, εξελίσσονται και όταν δεν συμφωνούν με την παρατήρηση ή το πείραμα προσαρμόζονται ή απορρίπτονται.

Βέβαια οι επιστήμονες δεν ακολουθούν πάντοτε όλα τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου και με συγκεκριμένη σειρά. Πολλές ριζοσπαστικές ιδέες προτάθηκαν και ανακαλύψεις πραγματοποιήθηκαν από ποικίλες αφετηρίες. Η έμπνευση συνεργάζεται στενά με τη διαίσθηση και τη φαντασία: πρόκειται για νοητική λειτουργία που δεν υπακούει σε κανόνες. Ωστόσο η Φυσική δεν παύει να είναι πειραματική επιστήμη. Η ανάπτυξη μιας Φυσικής θεωρίας είναι μια διαδικασία, που αρχίζει και τελειώνει με την παρατήρηση και το πείραμα.



Εικόνα 1.14.



- Σχίστε ένα φύλλο χαρτί στη μέση.
- Τσαλακώστε το μισό ώστε να πάρει το σχήμα μικρής μπάλας.
- Κρατήστε στο ένα χέρι το μισό φύλλο χαρτί και στο άλλο τη μπαλίτσα.
- Αφήστε τα ελεύθερα συγχρόνως από το ίδιο ύψος.

Τι παρατηρείτε και πως το εξηγείτε; Αν αφήνατε ένα κέρμα ή τρία κέρματα συνδεδεμένα μαζί προβλέψτε πιο θα πέσει πιο γρήγορα. Κάνετε το.

Η άποψη του Αριστοτέλη ήταν σωστή;

Αν και από πάρα πολλά πειράματα μπορεί να προκύπτει ότι η θεωρία μου είναι σωστή, ένα και μόνο πείραμα μπορεί να αποδείξει ότι είναι λάθος.

A. Αϊνστάιν

Ερωτήσεις -Ασκήσεις

1. Η Φυσική μελετά χημικά φαινόμενα. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
2. Πότε λέμε ότι ένα σώμα περιέχει ενέργεια; Το ανθρώπινο σώμα έχει ενέργεια;
3. Τι μελετά γενικά η Φυσική;
4. Αναζητήστε σε εφημερίδες άρθρα τα οποία αναφέρονται στην αρνητική πλευρά των Φυσικών Επιστημών .
5. Παρατηρήστε την εικόνα 1.10 και γράψτε το όνομα της Φυσικής επιστήμης, η οποία μελετά ό,τι απεικονίζεται σε κάθε φωτογραφία.
6. Ποια ήταν η άποψη του Αριστοτέλη για την πτώση των σωμάτων και πώς ο Γαλιλαίος απέδειξε ότι ήταν λανθασμένη;
7. Ποια υπόθεση έλεγξε ο Γαλιλαίος μετρώντας το ύψος και τον αντίστοιχο χρόνο πτώσης των σωμάτων;
8. Τι είναι το πείραμα;
9. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου;
10. Ποια σχέση υπάρχει μεταξύ ενός φαινομένου, ενός νόμου και μιας θεωρίας;
11. Με ποιό τρόπο ελέγχεται μια θεωρία ;
12. Γιατί η προσπάθεια να κατανοήσουμε τη φύση δεν τελειώνει ποτέ;

1.5. Γνωριμία με το εργαστήριο - Μετρήσεις

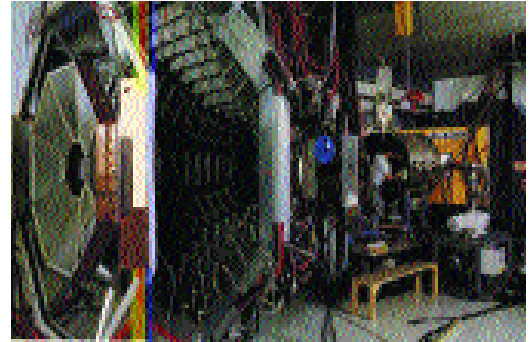
Με την παρατήρηση των αντικειμένων και των φαινομένων αντλούμε τις πρωταρχικές γνώσεις μας για το φυσικό κόσμο. Ωστόσο για να μελετήσουμε καλύτερα και αποτελεσματικότερα ένα φαινόμενο, το αναπαράγουμε ρυθμίζοντας τις συνθήκες κάτω από τις οποίες εξελίσσεται. Λόγου χάρη για να μελετήσουμε τη πτώση των σωμάτων αφήνουμε σώματα να πέσουν και παρατηρούμε την κίνησή τους. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι εκτελούμε πείραμα.

Για να ενισχύσουμε τις αισθήσεις μας και να επιτύχουμε πιο ασφαλείς και πιο ακριβείς παρατηρήσεις, χρησιμοποιούμε όργανα και συσκευές, τα οποία έχουμε συγκεκριμένα συνήθως στο εργαστήριο.

Στο εργαστήριο, κάθε ερευνητής (είτε επιστήμονας είτε μαθητής-σπουδαστής) αποκτά γνώσεις για τη φύση πραγματοποιώντας πειράματα, παρατηρώντας, υποθέτοντας, ελέγχοντας και επαληθεύοντας τα συμπεράσματά του.

Μου φαίνεται ότι στο μέλλον... τα πειράματα θα γίνονται όλο και πιο δύσκολα, όλο και πιο δαπανηρά... και η επιστημονική έρευνα θα προχωρά όλο και πιο αργά.

Φέινμαν (1918 - 1988)



Εικόνα 1.15.
Εργαστήριο πειραμάτων βαριών ιόντων



Εικόνα 1.16.
Διαστημικό εργαστήριο

Μετρήσεις φυσικών μεγεθών

Ιδιαίτερη σημασία για την έρευνα της φύσης έχουν οι μετρήσεις. Για να μελετήσουμε ένα φαινόμενο είναι ανάγκη να αναγνωρίσουμε τους παράγοντες που υπεισέρχονται σ' αυτό και να μετρήσουμε τις ποσότητες που το περιγράφουν. Λόγου χάρη για τη μελέτη της πτώσεως των σωμάτων είναι απαραίτητο να μετρήσουμε τον χρόνο της κίνησης και την απόσταση που διανύουν τα σώματα καθώς πέφτουν. Οι ποσότητες που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή ενός φαινομένου λέγονται *φυσικά μεγέθη*. Ο χρόνος και η απόσταση είναι επομένως φυσικά μεγέθη.

Για να μετρήσουμε ένα φυσικό μέγεθος το συγκρίνουμε με άλλο ομοειδές το οποίο ονομάζουμε μονάδα μέτρησης. Για να μετρήσουμε, π.χ., το μήκος ενός σώματος, το συγκρίνουμε με ορισμένο μήκος, το οποίο έπειτα από συμφωνία, θεωρούμε ως μονάδα μέτρησης.

Προσπαθούμε να κάνουμε τις μετρήσεις μας με όσο γίνεται μεγαλύτερη ακρίβεια, ώστε να φθάνουμε με περισσότερες πιθανότητες σε ασφαλή και ορθά συμπεράσματα. Έτσι παράλληλα με την εξέλιξη των επιστημών αναπτύχθηκαν τεχνικές μέτρησης.



Μέτρησε τις διαστάσεις ενός βιβλίου με συνδετήρες

Ο χώρος και ο χρόνος

Μέτρηση μήκους

Η μονάδα μέτρησης του μήκους είναι το μέτρο (meter), από την ελληνική λέξη μετρώ, το οποίο παριστάνεται σύντομα με το γράμμα m (εικ. 1.17).

Για να μετρήσουμε το μήκος του πίνακα της τάξης μας εξετάζουμε πόσες φορές χωράει στο μήκος αυτό το μήκος ενός μέτρου. Αν χρειασθεί να τοποθετήσουμε διαδοχικά τρεις φορές το μέτρο, για να καλύψουμε το μήκος του πίνακα, τότε το τελευταίο είναι 3 m.

Όταν το μήκος είναι μικρότερο από ένα μέτρο χρησιμοποιούμε υποπολλαπλάσια του μέτρου: το εκατοστό (cm), το χιλιοστό (mm) κ.α. Συνηθισμένα όργανα μέτρησης του μήκους είναι το υποδεκάμετρο, το πτυσσόμενο μέτρο, η μετροταινία, κ.ά.

Πολύ μεγάλοι και πολύ μικροί αριθμοί

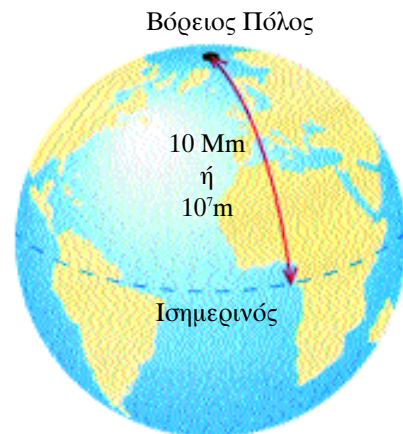
Συχνά από τις μετρήσεις φυσικών μεγεθών προκύπτουν πολύ μεγάλοι ή πολύ μικροί αριθμοί. Τέτοιους αριθμούς μπορούμε να του γράψουμε σύντομα με δυνάμεις του 10. Λόγου χάρη

$$1 \text{ εκατομμύριο} = 1000.000 = 10^6$$

$$1 \text{ χιλιοστό} = 1/1000 = 10^{-3}$$

Οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι ως μονάδα μέτρησης μήκους χρησιμοποιούσαν τη απόσταση μεταξύ του αγκώνα και του άκρου του χεριού.

Οι αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν το στάδιο το οποίο ήταν ίσο με 600 πόδια.



Εικόνα 1.17.

Το μέτρο ορίστηκε έτσι ώστε η απόσταση από το Β. Πόλο μέχρι τον Ισημερινό να προκύπτει ίση με 10.000 χιλιόμετρα

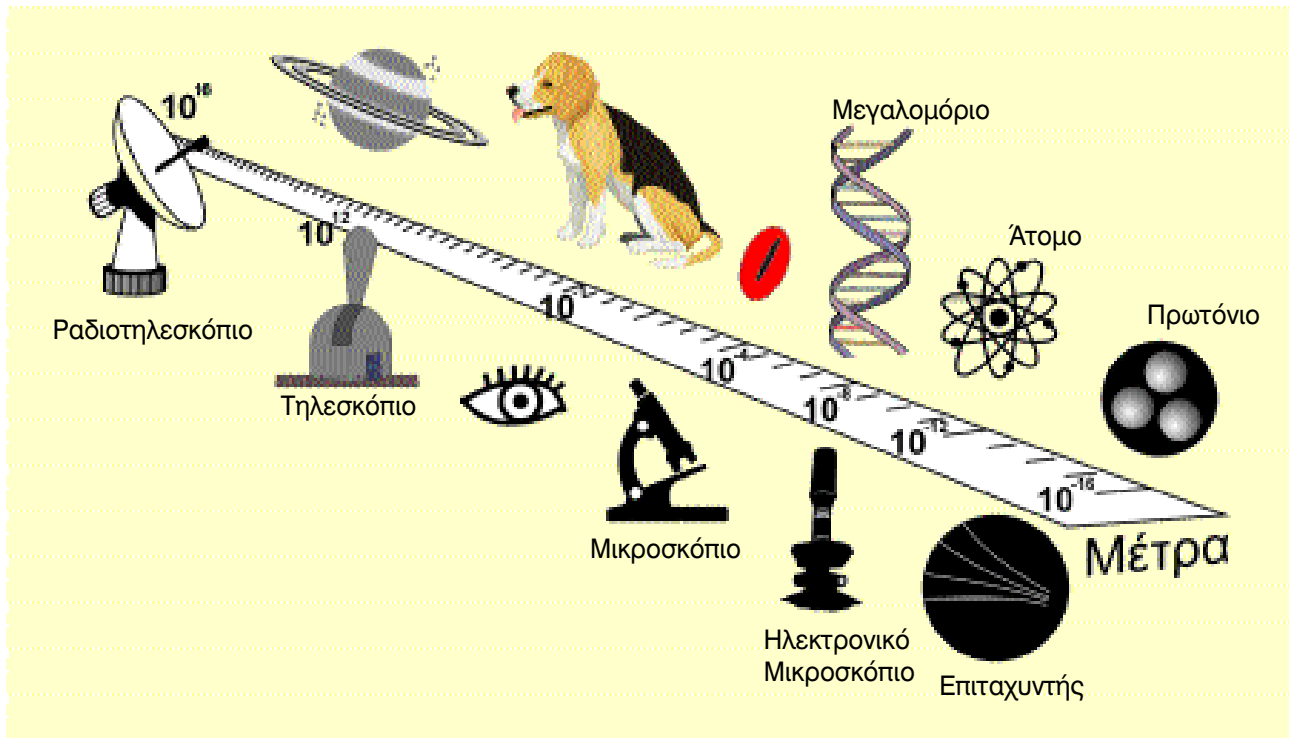


Μετρήστε με υποδεκάμετρο το μήκος, το πλάτος και το πάχος ενός φύλλου του βιβλίου της φυσικής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1

Υποδιαίρεσεις και πολλαπλάσια του μέτρου

Όνομα	Σύμβολο	Σχέση
μικρόμετρο	micro-meter μm	$1\mu\text{m} = 1/1000000 \text{ m} = 10^{-6} \text{ m}$
χιλιοστόμετρο	milli-meter mm	$1\text{mm} = 1/1000 = 10^{-3} \text{ m}$
εκατοστόμετρο	centi-meter cm	$1\text{cm} = 1/100 \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}$
δεκατόμετρο	deci-meter dm	$1\text{dm} = 1/10 \text{ m}$
χιλιόμετρο	kilometer km	$1\text{km} = 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$
μεγάμετρο	mega-meter Mm	$1\text{Mm} = 1000000 \text{ m} = 10^6 \text{ m}$



Εικόνα 1.18

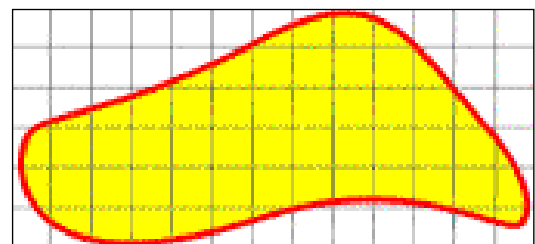
Ο Κόσμος μας, οι διαστάσεις του και πως τον αντιλαμβανόμαστε

Μέτρηση εμβαδού

Μονάδα μέτρησης εμβαδού είναι το εμβαδόν της επιφάνειας ενός τετραγώνου με πλευρά 1m. Αυτή τη μονάδα την ονομάζουμε τετραγωνικό μέτρο (m^2)

Για να μετρήσουμε το εμβαδόν μιας επιφάνειας εξετάζουμε πόσες φορές χωράει το τετραγωνικό μέτρο σε αυτήν (Εικ. 1.19). Όταν η επιφάνεια είναι μικρότερη από ένα τετραγωνικό μέτρο χρησιμοποιούμε υποπολλαπλάσιά του όπως το τετραγωνικό εκατοστόμετρο (cm^2).

Για τον προσδιορισμό του εμβαδού κανονικού σχήματος (τριγώνου, παραλληλόγραμμου, κύκλου κτλ) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις γνωστές σχέσεις από τα μαθηματικά. Θυμηθείτε ότι το εμβαδόν παραλληλογράμμου είναι ίσο με το γινόμενο της βάσης επί το ύψος του.



Εικόνα 1.19.



Χρησιμοποιώντας διαφανές χαρτί μιλιμετρέ μέτρησε το εμβαδόν μιας επιφάνειας με όχι κανονικό σχήμα (π.χ. το εμβαδόν ενός φύλλου δένδρου.)

Μέτρηση όγκου

Όγκος σώματος λέγεται ο χώρος που καταλαμβάνει το σώμα.

Μονάδα μέτρησης όγκου είναι ο όγκος κύβου ακμής 1m. Αυτή τη μονάδα την ονομάζουμε κυβικό μέτρο (m^3).

Για να μετρήσουμε τον όγκο ενός σώματος εξετάζουμε πόσες φορές χωράει το κυβικό μέτρο σε αυτό το σώμα. Όταν ο όγκος είναι μικρότερος από $1 m^3$ χρησιμοποιούμε υποπολλαπλάσιά του, όπως για παράδειγμα, το κυβικό εκατοστόμετρο (cm^3).

Για τον προσδιορισμό όγκου κανονικού γεωμετρικού σχήματος (παραλληλεπίπεδου, κυλίνδρου, σφαίρας κτλ.), μπορούμε να μετρήσουμε τις διαστάσεις του σχήματος και να υπολογίσουμε τον όγκο του με τη βοήθεια μαθηματικών τύπων. Θυμηθείτε ότι ο όγκος ενός παραλληλεπίπεδου είναι ίσος με το γινόμενο του εμβαδού μιας βάσης του επί το αντίστοιχο ύψος.

$$1dm^3 = 1L \text{ (λίτρο)} = 1000 cm^3$$

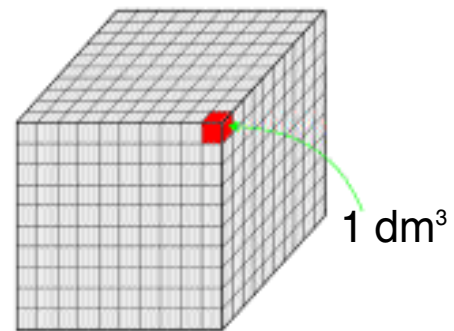
Μέτρηση του όγκου υγρού

Για να μετρήσουμε τον όγκο υγρών, χρησιμοποιούμε τον ογκομετρικό κύλινδρο (εικ. 1.21).

Μέτρηση του όγκου ακανόνιστου στερεού

Για να μετρήσουμε τον όγκο στερεού σώματος ακανόνιστου σχήματος, λόγω χάρη μιας πέτρας, χρησιμοποιούμε επίσης ογκομετρικό κύλινδρο. Ο όγκος θα είναι ίσος με τη διαφορά μεταξύ των ενδείξεων της τελικής και της αρχικής στάθμης του νερού (εικ. 1.21).

Υπάρχουν στερεά με μορφή κόκκων, όπως η άμμος, η ζάχαρη, το αλάτι, η πούδρα, κ.α. που μπορούμε να τα μεταγγίσουμε από ένα δοχείο σε άλλο. Αυτά τα σώματα ρέουν όπως τα υγρά αλλά η ελεύθερη επιφάνειά τους δεν είναι ούτε επίπεδη ούτε οριζόντια. Κάθε κόκκος, ωστόσο, έχει καθορισμένο σχήμα (εικόνα 1.22). Τον όγκο αυτών των σωμάτων τον μετράμε με ογκομετρικό κύλινδρο.

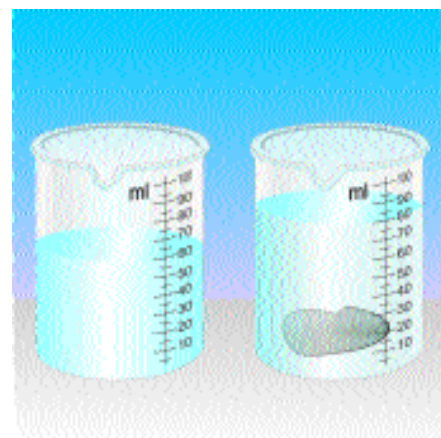


$$1 m^3 = 1.000 dm^3$$

Εικόνα 1.20.

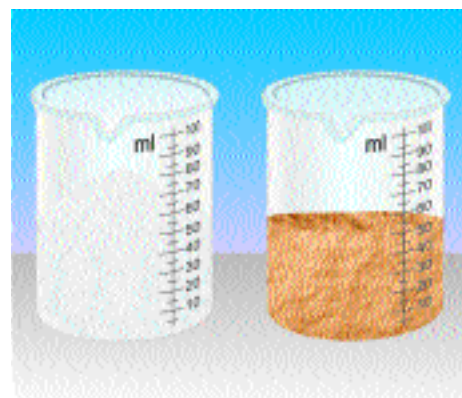


Αν διαθέτεις έναν ογκομετρικό κύλινδρο προσδιόρισε τον όγκο μιας σταγόνας του σταγονόμετρου.



Εικόνα 1.21.

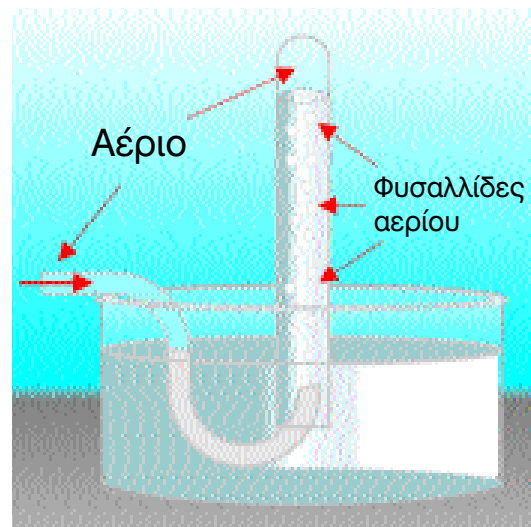
Μέτρηση του όγκου μιας πέτρας



Εικόνα 1.22.

Μέτρηση του όγκου αερίου

Ένα «άδειο» δοχείο γενικά περιέχει αέρα. Τα περισσότερα αέρια είναι άχρωμα και γι' αυτό αόρατα. Έχουν όμως όγκο. Για να μετρήσουμε τον όγκο ενός αερίου, το οποίο εκλύεται σε μια χημική αντίδραση και δεν διαλύεται στο νερό, διοχετεύουμε το αέριο σε σωλήνα γεμάτο με νερό και μετράμε τον όγκο του νερού που εκτοπίζεται (εικ. 1.23).



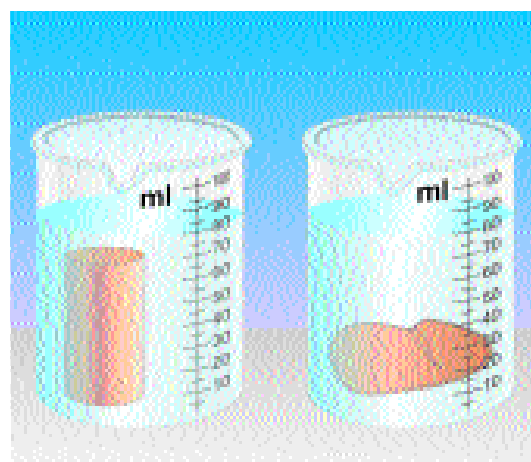
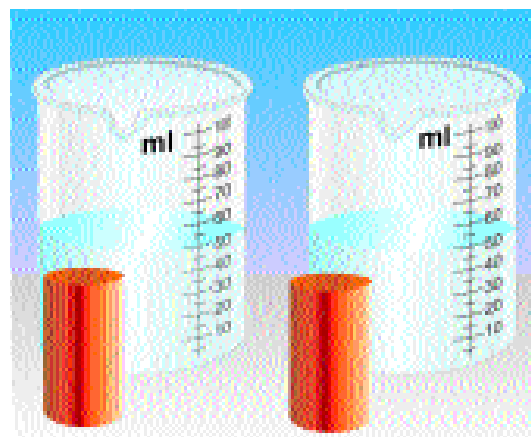
Εικόνα 1.23.
Μέτρηση του όγκου αερίου

Μια βασική ιδιότητα του όγκου των στερεών και των υγρών.

Μετράμε τον όγκο ενός κομματιού πλαστελίνης. Τη παραμορφώνουμε και μετράμε ξανά τον όγκο της. Παρατηρούμε ότι η πλαστελίνη αλλάζει σχήμα αλλά ο όγκος της παραμένει σταθερός (εικ. 1.24).

Μετράμε τον όγκο μιας ποσότητας νερού με ένα στενό ογκομετρικό κύλινδρο. Έπειτα χύνουμε το νερό σ' ένα άλλο πιο φαρδύ κύλινδρο. Παρατηρούμε ότι το νερό παίρνει το σχήμα του δεύτερου κυλίνδρου, ο όγκος του όμως μένει ο ίδιος.

Τα υγρά και τα συνεχή στερεά είναι ασυμπίεστα, δηλαδή όταν αλλάζει το σχήμα τους ο όγκος τους διατηρείται σταθερός. Στην περίπτωση όμως των στερεών που αποτελούνται από κόκκους, όπως η άμμος, υπάρχει αέρας μεταξύ των κόκκων. Επομένως ο πραγματικός όγκος είναι διαφορετικός από τον φαινομενικό όγκο της άμμου.



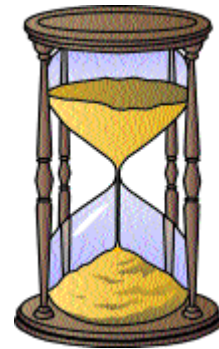
Εικόνα 1.24.

Μέτρηση του χρόνου

Για τη μέτρηση του χρόνου χρησιμοποιούμε ένα φαινόμενο το οποίο φαίνεται να επαναλαμβάνεται με κανονικό τρόπο. Τέτοιο φαινόμενο είναι η διαδοχή της ημέρας με τη νύχτα. Μπορούμε λοιπόν ως μονάδα χρόνου να χρησιμοποιήσουμε το ημερονύκτιο. Στη Φυσική ως μονάδα χρόνου χρησιμοποιούμε το δευτερόλεπτο (second ή σύμβολο s). Άλλες συνηθισμένες μονάδες είναι το λεπτό (1 minute ή min) και η ώρα (1 hour ή h).

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

Μετράμε το χρόνο με τα χρονόμετρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις ωστόσο προσδιορίζουμε έμμεσα το χρόνο με υπολογισμό. Λόγου χάρι γνωρίζοντας ότι στον κορμό ορισμένων δέντρων σχηματίζεται νέος φλοιός κάθε έτος, από τον αριθμό των δακτυλίων του μπορούμε να προσδιορίσουμε την ηλικία του δέντρου.



Εικόνα 1.25.
Κλεψύδρα

Η μέτρηση του χρόνου με αυτές τις μονάδες γινόταν ήδη από την αρχαιότητα με χρήση της κλεψύδρας. Αν και το σύστημα μέτρησης δεν είναι δεκαδικό έχει διατηρηθεί.

Το δευτερόλεπτο ορίζεται έτσι ώστε το ημερονύκτιο να διαρκεί 86.400s.



- Μέτρηση του χτύπου της καρδιάς σου (πιάνοντας το σφυγμό σου) για χρόνο ενός λεπτού.
- Καθόρισε το χρονικό διάστημα μεταξύ 2 χτύπων.



- Μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται ένα εκκρεμές μήκους ενός μέτρου για δέκα αιωρήσεις - ταλαντώσεις.
- Καθόρισε το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κάθε αιώρηση. Για να βρούμε το χρόνο που διαρκεί η μια αιώρηση μετράμε το χρόνο δέκα αιωρήσεων. Έτσι περιορίζεται το σφάλμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΟΝΩΝ	
Ηλικία Σύμπαντος	$4 \cdot 10^{17} \text{ s}$
Ηλικία Γης	$1,3 \cdot 10^{17} \text{ s}$
Μέση διάρκεια ζωής ανθρώπου	$2 \cdot 10^9 \text{ s}$
Περιφορά Γης γύρω από τον Ήλιο	$3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$
Περιστροφή Γης γύρω από τον άξονά της	$8,6 \cdot 10^4 \text{ s}$
Περιστροφή μορίου	$2 \cdot 10^{-23} \text{ s}$

Μέτρηση της μάζας

Γνωρίζουμε ότι είναι πιο δύσκολο να σπρώξουμε, ώστε να κινηθεί πάνω σε μια κούνια, έναν ενήλικο παρά ένα παιδί. Επίσης, ένα τραίνο σταματά πιο δύσκολα από ένα επιβατηγό αυτοκίνητο. Λέμε, ότι ο ενήλικας έχει μεγαλύτερη μάζα από το παιδί και το τραίνο από το αυτοκίνητο. Η μάζα, λοιπόν, συνδέεται με την κίνηση. Δηλαδή, όσο πιο δύσκολα ένα σώμα αρχίζει να κινείται ή σταματά τόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του.

Η μάζα συνδέεται, επίσης, με την ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα. Πράγματι, όσο περισσότερη ύλη περιέχεται σε κάποιο σώμα τόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του. Μονάδα μάζας είναι το χιλιόγραμμα (1 Kg). Πολύ συχνά χρησιμοποιούνται και τα υποπολλαπλάσιά του: το γραμμάριο (gram ή g $1g = 1/1000 \text{ kg} = 10^{-3}$) και το χιλιοστόγραμμα (milligram ή mg, $1mg = 1/1000g = 10^{-3} \text{ g}$).



Εικόνα 1.26.

1 Kg είναι η μάζα ενός κυλίνδρου από ιριδιούχο λευκόχρυσο που φυλάσσεται στις Σέρβες κοντά στο Παρίσι.



Εικόνα 1.27.

Εθνικές μονάδες μάζας ανά τους αιώνες και τους λαούς.

Μετράμε τη μάζα ενός σώματος τη με τη βοήθεια ζυγού (ζυγαριάς). Υπάρχουν διάφοροι τύποι ζυγών.

Για να μετρήσουμε τη μάζα ενός ρευστού πρέπει να αφαιρέσουμε τη μάζα του δοχείου στο οποίο περιέχεται. Συνοπτικά μπορούμε να γράψουμε:

Μάζα περιεχόμενου ρευστού = ολική μάζα - μάζα δοχείου



Μετρήστε τη μάζα ενός σώματος (π.χ. ενός κέρματος) ως εξής:

- Τοποθετήστε στον ένα δίσκο του ζυγού το κέρμα και στον άλλον κατάλληλα σταθμά (δηλαδή γνωστές τυποποιημένες μάζες) μέχρις ότου επιτύχετε ισορροπία.
- Άρθρωστε τις μάζες των σταθμών.



Εικόνα 1.28.

Ζυγός εργαστηρίου με ίσους βραχίονες

Μέτρηση του βάρους

Στο παράδειγμα μέ την κούνια είναι πιο δύσκολο να σηκώσουμε από αυτή τον ενήλικο παρά το παιδί. Λέμε, ότι ο ενήλικας έχει μεγαλύτερο βάρος.

Το βάρος είναι δύναμη και γι' αυτό το μετράμε με δυναμόμετρα σε μονάδες δύναμης N (Newton). 1 N είναι το βάρος που έχει ένα σώμα μάζας 0,1 Kg (100 g) στην επιφάνεια της θάλασσας.

Μάζα και βάρος

Το βάρος είναι μέγεθος διαφορετικό από τη μάζα. Σ' ένα πακέτο ζάχαρη αναγράφεται: βάρος καθαρό 1 Kg. Η έκφραση αυτή είναι σαφώς λανθασμένη. Η σωστή είναι: μάζα 1 Kg ή βάρος 10 N.

Στον ίδιο τόπο όταν δύο σώματα έχουν ίσες μάζες έχουν και ίδια βάρη. Γι' αυτό μετράμε τις μάζες των σωμάτων συγκρίνοντας ουσιαστικά τα βάρη τους. Στην προηγούμενη παρατήρηση στηρίζεται η λειτουργία όλων των γνωστών ειδών των ζυγών.

Το βάρος μεταβάλλεται από τόπο σε τόπο ενώ η μάζα, δηλαδή το μέτρο της δυσκινησίας των σωμάτων, διατηρείται σταθερή. Στο διάστημα, όπου τα σώματα δεν έχουν βάρος, προσδιορίζουμε τις μάζες τους συγκρίνοντας τη δυσκινησία τους.



Εικόνα 1.29.
Δυναμόμετρο



Εικόνα 1.30.
Ηλεκτρονικός ζυγός



ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

- Από το άγκιστρο ενός δυναμόμετρου κρεμάστε διαδοχικά μεταλλικούς κυλίνδρους διαφορετικών υλικών και διαστάσεων.
- Παρατηρήστε κάθε φορά την ένδειξη του δυναμόμετρου.

Τι πρέπει να προσέχουμε κατά τη χρήση των δυναμομέτρων;

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3

Μέγεθος	Μονάδα	Όργανο μέτρησης	Μεταβολή με τον τόπο
Μάζα	Kg	ζυγός	ΟΧΙ
Βάρος	N	δυναμόμετρο	ΝΑΙ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4

Παραδείγματα μαζών	
Σύμπαν	10^{52}
Γαλαξίας	$7 \cdot 10^{41}$
Ήλιος	$2 \cdot 10^{30}$
Γη	$6 \cdot 10^{24}$
Άνθρωπος	$7 \cdot 10^1$
Βάτραχος	$1 \cdot 10^{-1}$
Κουνούπι	$1 \cdot 10^{-5}$
Βακτήριο	$1 \cdot 10^{-15}$
Μόριο Υδρογόνου	$4 \cdot 10^{-27}$

Μέτρηση της πυκνότητας

Ποιο είναι πιο βαρύ, ο σίδηρος ή το ξύλο; Πολλοί άνθρωποι θεωρούν ότι ο σίδηρος είναι βαρύτερος από το ξύλο παρόλο που ένα καρφί είναι ελαφρύτερο από μία σανίδα. Αυτή η ασαφής ερώτηση αποκτά νόημα αν εξετάσουμε ένα κομμάτι από σίδηρου και ένα κομμάτι ξύλο, που έχουν τον ίδιο όγκο.

1 cm³ σίδηρος έχει μάζα 7,9 g, ενώ 1 cm³ ξύλο έχει μάζα 0,7 g. Συμπεραίνουμε ότι στο σίδηρο η ύλη είναι πιο πυκνή από όσο είναι στο ξύλο. Λέμε, επίσης, ότι η πυκνότητα του σιδήρου είναι 7,9 g ανά κυβικό εκατοστόμετρο ενώ του ξύλου 0,7 g ανά κυβικό εκατοστόμετρο.

Για να βρούμε την πυκνότητα ενός υλικού (δηλαδή τη μάζα του υλικού που περιέχεται σε μια μονάδα όγκου) αρκεί να διαιρέσουμε τη μάζα με τον όγκο του.

Ένα κομμάτι αλουμινίου μάζας 270 g έχει όγκο 100 cm³ επομένως η πυκνότητα του αλουμινίου είναι :

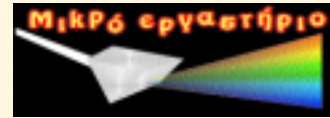
$$\frac{270\text{g}}{100\text{cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Γενικά, θα έχουμε: πυκνότητα = $\frac{\text{μάζα}}{\text{όγκο}}$

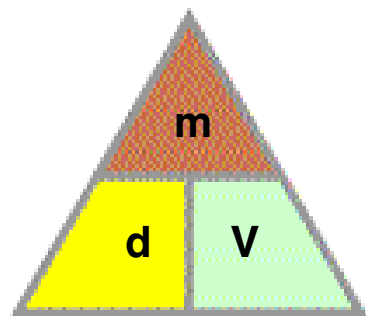
και με σύμβολα: $d = \frac{m}{V}$

Αν η μάζα έχει μετρηθεί σε χιλιόγραμμα (Kg) και ο όγκος του σε κυβικά μέτρα m³, τότε η πυκνότητα μετράται σε χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο, Kg/m³.

Η πυκνότητα είναι χαρακτηριστικό του υλικού κάθε σώματος. Δεν χαρακτηρίζει για παράδειγμα, μια σιδηροδοκό αλλά γενικά τον σίδηρο. Έτσι η πυκνότητα μιας σιδηροδοκού είναι ίδια με την πυκνότητα ενός ρινίσματος σιδήρου.



- Μετρήστε τις μάζες δυο κύβων από σίδηρο και αλουμίνιο όγκου 1cm³.
- Τι συμπεραίνεις για τις πυκνότητες των δύο υλικών.



$$m = d \cdot V$$

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

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

Όταν ξέρουμε δύο από τα μεγέθη d, m, V μπορούμε να υπολογίσουμε το τρίτο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5
ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΣΤΕΡΕΟ	ΥΛΙΚΑ		ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	
	ΥΓΡΟ	ΑΕΡΙΟ	Kg/m ³	g/cm ³
Χρυσός			19.300	19,3
	Υδράργυρος		13.600	13,6
Μόλυβδος			11.300	11,3
Χαλκός			8.900	8,9
Σίδηρος			7.800	7,8
Αλουμίνιο			2.700	2,7
Τούβλο			2.600	2,6
	Γλυκερίνη		1.260	1,26
	Νερό		1.000	1,00
Πάγος			920	0,92
	Πετρέλαιο		850	0,85
	Οινόπνευμα		800	0,80
Φελλός	240		0,24	
		Αέρας(επ.θάλ)	1,3	0,0013
		Άζωτο	0,3	0,0003

Πυκνότητα υγρών και αερίων

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 1.5 τα υγρά (με εξαίρεση τον υδράργυρο) έχουν γενικά μικρότερη πυκνότητα από τα στερεά. Τα αέρια έχουν ακόμα μικρότερη πυκνότητα από τα υγρά.

Επιπλέει ή βυθίζεται; Πέφτει ή ανυψώνεται;

Τοποθετούμε σ' ένα δοχείο γεμάτο με νερό ένα παγάκι και ένα αλουμινένιο κύλινδρο. Παρατηρούμε ότι το παγάκι επιπλέει ενώ ο κύλινδρος βυθίζεται. Κατόπιν, συγκρίνουμε με τη βοήθεια του Πίνακα 1.5 την πυκνότητα του πάγου και του αλουμινίου με αυτήν του νερού. Συμπεραίνουμε ότι αν η πυκνότητα ενός σώματος είναι μικρότερη από την πυκνότητα του νερού ή του αέρα το σώμα επιπλέει στο νερό ή ανυψώνεται στον αέρα αντίστοιχα (εικ. 1.31). Αν είναι μεγαλύτερη το σώμα βυθίζεται στο νερό ή πέφτει αντίστοιχα προς το έδαφος.

Το διεθνές σύστημα μονάδων (*Systeme Internationale*) S.I.

Για τη μέτρηση κάθε φυσικού μεγέθους χρησιμοποιούμε ορισμένη μονάδα. Το πλήθος όμως των φυσικών μεγεθών είναι πολύ μεγάλο. Αν για κάθε φυσικό μέγεθος οριζόταν μονάδα που να μην είχε σχέση με τις άλλες, θα προέκυπτε δυσκολία στη χρήση τους.

Για αυτό το λόγο οι επιστήμονες επεδίωξαν τη συστηματοποίησή των μονάδων. Η συστηματοποίηση αυτή βασίστηκε στο ότι τα φυσικά μεγέθη δεν είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους αλλά μπορούν να ορισθούν από λίγα βασικά (θεμελιώδη) μεγέθη με μία απλή μαθηματική σχέση. Π.χ. επειδή το εμβαδόν είναι μήκος επί μήκος η μονάδα εμβαδού προκύπτει από τη μονάδα μήκους.

Το μήκος, η μάζα και ο χρόνος έχουν ληφθεί ως θεμελιώδη μεγέθη. Οι αντίστοιχες μονάδες τους μέτρο (1 m), χιλιόγραμμα (1kg) και δευτερόλεπτο (1s) είναι θεμελιώδεις μονάδες.

Μεγέθη όπως το εμβαδόν, ο όγκος και η πυκνότητα παράγονται από θεμελιώδη μεγέθη. Είναι παράγωγα μεγέθη. Οι μονάδες τους προκύπτουν από τις θεμελιώδεις μονάδες. Ονομάζονται παράγωγες μονάδες. Για παράδειγμα από το μέτρο παράγεται το τετραγωνικό μέτρο.



Εικόνα 1.31.

Το 1795 δημιουργήθηκε από Γάλλους επιστήμονες το διεθνές ή μετρικό σύστημα

ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ

θεμελιώδη μεγέθη	θεμελιώδεις μονάδες	Παράγωγα μεγέθη	παράγωγες μονάδες
μήκος	1 μέτρο m	Εμβαδόν	1m ²
μάζα	1 χιλιόγραμμα kg	Όγκος	1m ³
χρόνος	1 δευτερόλεπτο s	Πυκνότητα	kg/m ³
θερμοκρασία	1 κέλβιν K		
Ένταση ηλεκτρ. ρεύματος	1 αμπέρ A		

Το σύνολο των θεμελιωδών και των παραγώγων μονάδων αποτελεί το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (*Systeme Internationale*) S.I., που σήμερα αναγνωρίζεται σχεδόν από όλες τις χώρες.

1.6 Οι φυσικές επιστήμες ομιλούν τη γλώσσα των μαθηματικών

Αν παρατηρήσουμε αρκετές φορές ένα φυσικό φαινόμενο θα ανακαλύψουμε ορισμένες διακρίνουμε “κανονικότητες” σε αυτό. Για παράδειγμα παρατηρώντας την πτώση σωμάτων διακρίνουμε ότι όσο περισσότερο χρόνο διαρκεί η πτώση από τόσο μεγαλύτερο ύψος πέφτει το σώμα. Μπορούμε λοιπόν να αναρωτηθούμε αν το ύψος είναι ανάλογο του χρόνου πτώσης.

1. Ο νόμος της πτώσης των σωμάτων

Αν μετρήσουμε το χρόνο που διαρκεί η πτώση ενός αντικειμένου στο κενό και το αντίστοιχο ύψος, κατασκευάζουμε τον πίνακα που φαίνεται στην εικόνα. Από τον πίνακα των μετρήσεων συμπεραίνουμε ότι το ύψος δεν είναι ανάλογο του χρόνου πτώσης. Στο πρώτο δευτερόλεπτο (s) αντιστοιχεί ύψος 5 m, αν μεταξύ του ύψους και του χρόνου υπήρχε αναλογία θα έπρεπε σε χρόνο 2s να αντιστοιχούν 10 m. Όμως αντιστοιχεί ύψος 20 m.

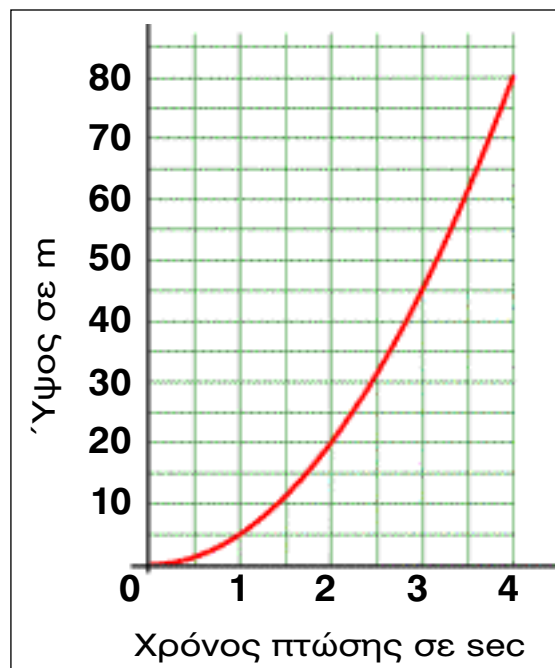
Αν και το ύψος από το οποίο πέφτει ένα σώμα δεν είναι ανάλογο του χρόνου πτώσης μπορούμε ωστόσο να διακρίνουμε μια σχέση μεταξύ αυτών των δύο μεγεθών.

σε χρόνο 1s αντιστοιχεί ύψος	: $5=5 \cdot 1^2$	μέτρα
σε χρόνο 2 s αντιστοιχεί ύψος	: $20=5 \cdot 2^2$	μέτρα
σε χρόνο 3s αντιστοιχεί ύψος	: $45=5 \cdot 3^2$	μέτρα

Συμπεραίνουμε ότι το ύψος είναι ανάλογο με το τετράγωνο του χρόνου.

Μπορούμε να παραστήσουμε τη σχέση μεταξύ δύο μεγεθών με μια γραφική παράσταση, όπως στα μαθηματικά. Η γραφική παράσταση της σχέσης μεταξύ του χρόνου πτώσης και του ύψους φαίνεται στην εικόνα 1.32. Αν το ύψος ήταν ανάλογο του χρόνου η γραφική παράσταση θα ήταν ευθεία γραμμή, η οποία θα περνούσε από την αρχή των αξόνων.

χρόνος πτώσης σε s	1	2	3	4
ύψος πτώσης σε m	5	20	45	80



Εικόνα 1.32.

2. Ο νόμος της υδροστατικής πίεσης.

Ίσως έχετε ζήσει την εμπειρία μιας κατάδυσης στη θάλασσα. Έχετε λοιπόν διαπιστώσει ότι όσο περισσότερο βυθιζόμαστε τόσο περισσότερο αισθανόμαστε στα αυτιά μας την πίεση από το νερό. Επίσης αν στο τοίχωμα μιας πλαστικής φιάλης γεμάτης νερό ανοίξετε τρύπες σε διαφορετικά ύψη θα παρατηρήσετε ότι από την τρύπα που βρίσκεται χαμηλότερα, το νερό εκτοξεύεται με μεγαλύτερη ταχύτητα (εικ. 1.33).



Εικόνα 1.33.

Το νερό πετάγεται με μεγαλύτερη ταχύτητα από την χαμηλότερη τρύπα

Από αυτές τις απλές παρατηρήσεις μπορούμε να οδηγηθούμε σε ένα φυσικό νόμο, που περιγράφει τη σχέση μεταξύ της πίεσης και του βάθους. Αυτός ο νόμος είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε τεχνολογικές εφαρμογές. Λόγου χάρη βοηθά στο σχεδιασμό υψηλών φραγμάτων τα οποία συγκρατούν πολλούς τόνους νερού.

Όργανο μέτρησης της πίεσης είναι το μανόμετρο. Για να μελετήσουμε τη σχέση μεταξύ του βάθους και της πίεσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια συσκευή παρόμοια με αυτή που φαίνεται στην εικ. 1.34. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων μας τα καταχωρούμε σε πίνακα. Παρατηρούμε ότι όταν το βάθος διπλασιάζεται και η πίεση διπλασιάζεται, όταν το βάθος τριπλασιάζεται και η πίεση επίσης τριπλασιάζεται κ.ο.κ. Συμπεραίνουμε ότι η πίεση είναι ανάλογη με το βάθος.



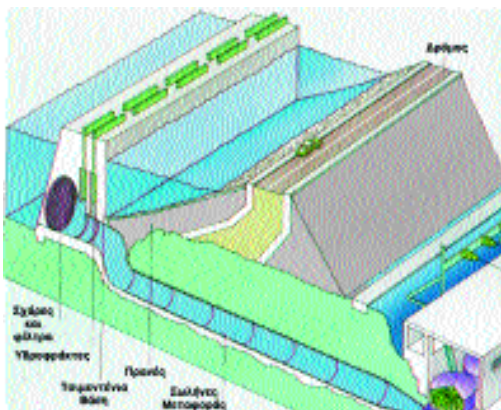
Εικόνα 1.34.

Υδροστατικό ιατρικό μανόμετρο

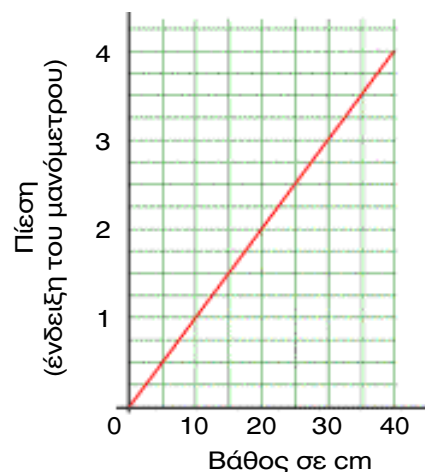
Η σχέση μεταξύ των δύο μεγεθών μπορεί να την απεικονιστεί με μια γραφική παράσταση. Επειδή τα δύο μεγέθη είναι μεταξύ τους ανάλογα η γραφική παράσταση είναι ευθεία γραμμή που περνά από την αρχή των αξόνων (εικ. 1.35).

βάθος (σε cm)	10	20	30	40
πίεση (ένδειξη μανόμετρου)	1	2	3	4

Οι κατασκευαστές φραγμάτων γνωρίζουν τον νόμο της υδροστατικής πίεσης για αυτό το λόγο, δίνουν ειδική μορφή σε αυτά : κατασκευάζουν φράγματα τα οποία είναι παχύτερα στη βάση και λεπτότερα στο επάνω μέρος τους. Με αυτό τον τρόπο όσο αυξάνεται το βάθος του νερού τόσο αυξάνεται η αντοχή του φράγματος ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται οικονομία στη δαπάνη κατασκευής (εικ. 1.36).



Εικόνα 1.36
Φράγμα.



Εικόνα 1.35.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

1. Τι είναι μέτρηση; Να αναφέρετε τρία παραδείγματα μετρησίμων μεγεθών.
2. Πόσο μήκος νομίζετε ότι έχει το χέρι σας; Ελέγξτε την απάντησή σας μετρώντας το.
3. Πόσο μήκος νομίζετε ότι έχει η διάμετρος ενός κέρματος εκατό δραχμών; Ελέγξτε την απάντησή σας μετρώντας τη. Κατόπιν υπολογίστε το μήκος της περιμέτρου του κέρματος .
4. Διαθέτουμε ένα κομμάτι σύρμα και ένα υποδεκάμετρο. Γνωρίζουμε ότι η διάμετρος του σύρματος είναι μικρότερη από 1mm. Πώς μπορούμε με τη βοήθεια του υποδεκάμετρου να μετρήσουμε τη διάμετρο του σύρματος; Θυμηθείτε ότι η μικρότερη απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών υποδιαίρεσεων ενός υποδεκάμετρου είναι 1mm.
5. Πόσο νομίζετε ότι είναι το εμβαδόν της αίθουσας διδασκαλίας; Να ελέγξετε την απάντησή σας υπολογίζοντας το.
6. Διαθέτουμε έναν ογκομετρικό σωλήνα βαθμολογημένο σε cm^3 (ml) και είκοσι όμοιες μεταξύ τους μικρές σφαίρες. Γνωρίζουμε ότι ο όγκος κάθε σφαίρας είναι μικρότερος από 1 cm^3 . Πώς μπορούμε με αυτόν τον ογκομετρικό σωλήνα να προσδιορίσουμε τον όγκο της μιας σφαίρας;
7. Πόσα m^3 νομίζετε ότι είναι ο όγκος της αίθουσας διδασκαλίας; Ελέγξτε την απάντησή σας υπολογίζοντάς τον.
8. Ο αέρας που αναπνέουμε έχει όγκο;
9. Γιατί στο διάστημα οι αστροναύτες χρησιμοποιούν ένα είδος κούνιας για τη μέτρηση της μάζας τους και όχι ζυγό;
10. Ένα κομμάτι σιδήρου έχει μάζα 1 Kg. Μια μπάλα μπαμπάκι έχει μάζα 10 Kg. Ποιο από τα δύο σώματα είναι πιο δυσκίνητο;
11. Η μάζα σιδήρου 1Kg είναι διαφορετική από τη μάζα πούπουλων 1 Kg; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

12. Σε αρχαιολογική ανασκαφή βρέθηκαν τα αντικείμενα που αναφέρονται στην πρώτη στήλη του πίνακα 1. Στην δεύτερη στήλη αναφέρονται αντίστοιχα η μάζα και ο όγκος κάθε αντικειμένου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

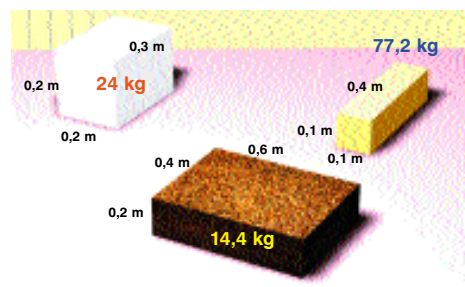
	Μάζα (g)	Όγκος (cm^3)
Κόσμημα _A	26	2,5
Ξίφος _A	40	4,8
Κόσμημα _B	23	1,2
Μαγειρικό Σκεύος	60	25,6
Ξίφος _B	64	9,2
Νόμισμα _A	110	15,0
Νόμισμα _B	31	3,6
Νόμισμα _Γ	68	8,1

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

ΥΛΙΚΟ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (g/cm^3)
Κεραμικό	2,3
Σίδηρος	7,0
Χαλκός	8,4
Ασήμι	10,5
Χρυσός	19,3

Χρησιμοποιώντας τις τιμές της πυκνότητας που αναφέρονται στον πίνακα 2 προσδιορίστε το είδος του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο κάθε αντικείμενο. Γιατί με αυτή τη μέθοδο δεν είμαστε απολύτως βέβαιοι για το είδος του υλικού κατασκευής;

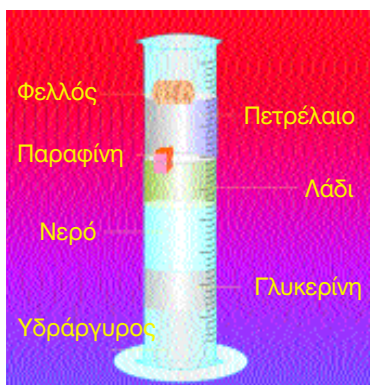
13. Υπολογίστε την πυκνότητα κάθε υλικού αντικειμένου της εικόνας



14. Συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα.

Υλικά	Μάζα (g)	Όγκος (cm ³)	Πυκνότητα (g/cm ³)
Ξύλο	105	150	
Γυαλί	60		2,5
Χάλυβας		20	7,8
Πολυστερίνη	7		0,1
Μόλυβδος	45,6	4	

15. Παρατηρήστε προσεκτικά την επόμενη εικόνα. Κατατάξτε τα υλικά των σωμάτων με βάση την πυκνότητά τους, αρχίζοντας από το υλικό με τη μικρότερη πυκνότητα



16. Να συμπληρωθούν οι προτάσεις: Πυκνότητα ενός υλικού λέγεται δηλαδή $d = \dots\dots\dots$

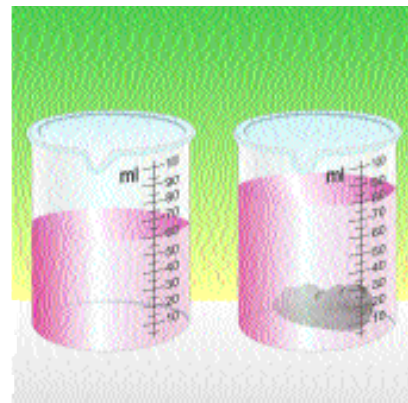
Τα «ελαφρά» υλικά έχουν σχετικά πυκνότητα ενώ τα «βαριά» υλικά έχουν σχετικά πυκνότητα.

17. Ένα κομμάτι φελλός κόβεται σε δυο ίσα κομμάτια. Η πυκνότητα του κάθε κομματιού είναι :
 α) Η μισή εκείνης του αρχικού κομματιού .
 β) Διπλάσια εκείνης του αρχικού κομματιού και
 γ) Η ίδια με εκείνη του αρχικού κομματιού.

18. Παρατηρήστε με μεγεθυντικό φακό πούδρα ή αλεύρι και εντοπίστε διαφορές μεταξύ στερεών σε κόκκους και υγρών.

19. Προτείνετε τρόπο μέτρησης του όγκου ενός κομματιού ζάχαρης ακανόνιστου σχήματος, χωρίς να αλλάξει το σχήμα του.

20. Μια πέτρα ακανόνιστου σχήματος μάζας 40g βυθίζεται μέσα σε σωλήνα με χρωματιστό νερό, οπότε η στάθμη του νερού ανεβαίνει όπως φαίνεται στο σχήμα. Να βρείτε την πυκνότητα του υλικού της πέτρας.



21. Ποια είναι τα τρία θεμελιώδη φυσικά μεγέθη στο διεθνές σύστημα μονάδων; Ποια είναι η μονάδα μέτρησης του κάθε μεγέθους;

Περίληψη

Η ιστορία των Φ.Ε. αρχίζει με τις αστρονομικές παρατηρήσεις των αρχαίων ανατολικών λαών. Όμως το πραγματικό επιστημονικό πνεύμα συνδέεται με τις θεωρίες των Ελλήνων φυσικών φιλοσόφων για την ύλη και τα ουράνια σώματα. Μεταξύ των Ελλήνων φιλοσόφων εξέχουσα θέση κατέχει ο Αριστοτέλης. Τα έργα του κυριάρχησαν για πολλούς αιώνες.

Η επιστημονική επανάσταση ξεκινά με το Γαλιλαίο τον 17ο αιώνα, που εισάγει το πείραμα ως κυρίαρχο στοιχείο της επιστημονικής μεθόδου. Σταθμοί στην εξέλιξη της φυσικής τους δυο επόμενους αιώνες υπήρξαν η Νευτώνεια Μηχανική, η εισαγωγή της έννοιας της ενέργειας και η Ηλεκτρομαγνητική Θεωρία. Στις αρχές του 20ου αιώνα διατυπώθηκαν δυο νέες βασικές θεωρίες: η Θεωρία της Σχετικότητας και η Κβαντική Θεωρία. Πάνω σε αυτές οικοδομείται η σύγχρονη φυσική.

Η Φυσική μελετά τη δομή της ύλης και περιγράφει τις διάφορες φυσικές μεταβολές. Αποτελεί τη βάση της τεχνολογίας, η οποία καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το τρόπο ζωής του σύγχρονου ανθρώπου.

Τα σημαντικότερα στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου είναι η παρατήρηση, η υπόθεση, το πείραμα, η γενίκευση και η πρόβλεψη νέων φαινομένων. Τελικά προκύπτει μια θεωρία.

Για να μελετήσουμε πλήρως ένα φαινόμενο πραγματοποιούμε μετρήσεις φυσικών μεγεθών. Μέτρηση λέγεται η σύγκριση ενός φυσικού μεγέθους με ένα άλλο ομοειδές που λαμβάνεται ως μονάδα.

Για κάθε φυσικό μέγεθος υιοθετήθηκε μια ορισμένη μονάδα. Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) θεμελιώδη φυσικά μεγέθη και οι αντίστοιχες μονάδες τους είναι:

- α) Το μήκος με μονάδα το μέτρο.
- β) Ο χρόνος με μονάδα το δευτερόλεπτο.
- γ) Η μάζα με μονάδα το χιλιόγραμμα.

Εκτός από τα θεμελιώδη υπάρχουν και τα παράγωγα μεγέθη. Ένα τέτοιο μέγεθος είναι η πυκνότητα, που ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας ενός σώματος δια του όγκου του. Η πυκνότητα χαρακτηρίζει το υλικό κατασκευής του σώματος και είναι ανεξάρτητη από το σχήμα ή το μέγεθος, του σώματος. Κάθε υλικό έχει τη δική του πυκνότητα. Μονάδα πυκνότητας στο S.I. είναι το Kg/m^3 που προκύπτει με συνδυασμό θεμελιωδών μονάδων, όπως συμβαίνει με όλες τις παράγωγες μονάδες.

Κάνοντας τις μετρήσεις, κατασκευάζουμε γραφικές παραστάσεις και περιγράφουμε τους φυσικούς νόμους με τη γλώσσα των μαθηματικών.