

Μέθοδοι της Φυσικής

1.1 Εισαγωγή

Η Φυσική είναι μια εμπειρική επιστήμη και έχει κοινό με τις άλλες επιστήμες την συστηματική έρευνα γύρω από το φυσικό κόσμο που ζούμε. Η συστηματική αυτή έρευνα γίνεται με παρατηρήσεις των φυσικών φαινομένων και μετά γενίκευση αυτών των παρατηρήσεων. Το τελικό κριτήριο για την ισχύ κάθε θεωρίας στη Φυσική είναι αν συμφωνεί με τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις των φυσικών φαινομένων. 'Ετσι η Φυσική είναι κατ' εξοχήν η επιστήμη των μετρήσεων. Κάθε αριθμός ή ένα σύνολο αριθμών που χρησιμοποιείται για την ποσοτική περιγραφή ενός φυσικού φαινομένου λέγεται φυσική ποσότητα. Για να ορίσουμε μια φυσική ποσότητα πρέπει να ορίσουμε μια μέθοδο μέτρησης της ποσότητας ή να ορίσουμε τον τρόπο που μπορούμε να υπολογίσουμε την ποσότητα από άλλες ποσότητες που μπορούν να μετρηθούν. Για παράδειγμα, μπορούμε να ορίσουμε το διάστημα και το χρόνο περιγράφοντας μεθόδους για τη μέτρηση τους και μετά ορίζουμε την ταχύτητα ενός κινουμένου σώματος ως το διάστημα που έκανε το σώμα σ' ένα χρόνο διαιρούμενο δια του χρόνου αυτού.

Εκείνο που μας προσφέρει η μελέτη της Φυσικής είναι μια ευκαιρία για να δούμε την εφαρμογή των επιστημονικών μεθόδων όχι μόνο στη Φυσική αλλά και σε άλλες επιστήμες, όπως είναι οι βιολογικές και ιατρικές επιστήμες. Το γεγονός ότι οι βασικοί νόμοι που διέπουν την ζωή είναι εκείνοι της Φυσικής, σημαίνει ότι κανένας φοιτητής από τις βιολογικές και ιατρικές επιστήμες δεν μπορεί να αγνοήσει τη Φυσική.

Μέχρι πρόσφατα πιστεύοταν από μερικούς επιστήμονες ότι οι φυσικές επιστήμες διαφέρουν ριζικά από τις βιολογικές. Τώρα όμως έχει εξηγηθεί ότι οι θεμελιώδεις νόμοι της Φυσικής και Χημείας

1

ο

ι

α

η

ς

ω

κ

εφαρμόζονται στα βιολογικά συστήματα και ότι η εφαρμογή αυτών των νόμων έδωσε τέτοια ικανοποιητικά αποτελέσματα που κανένας σοβαρός επιστήμων γύρω από τις βιολογικές και ιατρικές επιστήμες δεν μπορεί να αγνοήσει. Γι' αυτό το λόγο η γνώση των βασικών νόμων και ιδεών της Φυσικής πρέπει να είναι παγκόσμια αναγκαιότητα.

Στις επόμενες σελίδες θα προσπαθήσουμε να εξηγήσουμε αυτούς τους νόμους και τις ιδέες και να δείξουμε πώς εφαρμόζονται στις ιατρικές και βιολογικές επιστήμες. Αυτό θα γίνει σε μερικές άλλες περιπτώσεις με μια γενική συζήτηση των διαφόρων εννοιών, ενώ για άλλες περιπτώσεις θα γίνει με μια απλή μαθηματική εξίσωση. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα δοθούν τα αναγκαία μαθηματικά που ο αναγνώστης θα χρειαστεί για να κατανοήσει όσα αναφέρονται σ' αυτό το βιβλίο.

1.2 Μονάδες και διαστάσεις

Όλες οι επιστήμες βασίζονται σε ορισμένες υποθέσεις που κρίνονται από την επιτυχή έκβαση των αντίστοιχων πειραμάτων. Έτσι όλες οι επιστήμες αρχίζουν από την καταγραφή ορισμένων παρατηρούμενων γεγονότων. Για να συμφωνούν όλοι οι παρατηρητές με τα αποτελέσματα τους και για να κάνουν ακριβείς προβλέψεις, είναι αναγκαίο να κάνουν ποσοτικές μετρήσεις.

Η μέτρηση κάθε φυσικής ποσότητας περιλαμβάνει μια σύγκριση μεταξύ της άγνωστης και μιας πρότυπης (standard) ποσότητας. Έτσι τα μετρούμενα μήκη συγκρίνονται μεταξύ ενός πρότυπου κανόνα και οι χρόνοι με ένα πρότυπο ρολόι. Για να θεωρήσουμε ότι μια μέτρηση είναι σωστή, πρέπει να υπάρχει κάποια συμφωνία μεταξύ των διαφόρων επιστημόνων ως προς τις πρότυπες ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν για την προς μέτρηση ποσότητα.

Μια φυσική ποσότητα χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό και μια μονάδα μέτρησης. Ο αριθμός μόνος του δεν επαρκεί. Έτσι, 1 μέτρο και 1 πόδι είναι διαφορετικές ποσότητες, όπως είναι και το 1 δευτερόλεπτο και 1 ώρα. Επίσης είναι δυνατόν να χρησιμοποιούμε διαφορετικές μονάδες για να μετρήσουμε την ίδια ποσότητα: 1 ίντσα και 2.54 εκατοστά του μέτρου αντιστοιχούν στο ίδιο μήκος, ενώ 1 pound και 0,4536 kilogram αντιστοιχούν στην ίδια μάζα. Κατά τη διάρκεια των χρόνων πολλές διαφορετικές μονάδες μέτρησης χρησιμοποιήθηκαν σαν πρότυπες ποσοτικές μονάδες βάσει των οποίων γίνονταν οι μετρήσεις. Ένα σύστημα πολύ κοινό ήταν το foot-pound-second (FPS). Άλλο ήταν το centimeter-gram-second (CGS). Το 1960 υιοθετήθηκε ένα πιο βελτιωμένο σύστημα μονάδων που είναι αναγνωρισμένο διεθνώς. Αυτό είναι το meter-kilogram-second (MKS).

Οι μονάδες μιας ποσότητας μας καθορίζουν και το είδος της

ποσότητας. Έτσι, η ταχύτητα μπορεί να περιγραφεί σαν m/sec ή km/h ή miles/h. Όλες αυτές οι μονάδες είναι διαφορετικές, αλλά όλες εκφράζουν το γεγονός ότι η ταχύτητα ορίζεται σαν τη μετατόπιση που έκανε κάποιο αντικείμενο δια του χρόνου που κινήθηκε. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η ταχύτητα έχει διαστάσεις μήκους/χρόνο. Όμοια, η επιτάχυνση που ορίζεται σαν ο ρυθμός αλλαγής της ταχύτητας, έχει διαστάσεις μήκους/(χρόνου)².

Για τις θεμελιώδεις φυσικές ποσότητες (δηλαδή εκείνες που δεν ορίζονται με τη βοήθεια άλλων φυσικών ποσοτήτων) χρησιμοποιούνται τα σύμβολα M, L και T για να παραστήσουμε τις διαστάσεις της μάζας, του μήκους και του χρόνου αντίστοιχα. Έτσι, με τη βοήθεια αυτών των συμβόλων, για τις θεμελιώδεις φυσικές ποσότητες, μπορούμε να παράγουμε τις παράγωγες ποσότητες και τις διαστάσεις τους, δηλαδή:

$$\text{οι διαστάσεις της ταχύτητας} = L/T$$

$$\text{οι διαστάσεις της επιτάχυνσης} = L/T^2$$

$$\text{οι διαστάσεις της δύναμης} = ML/T^2$$

Επομένως, οι διαστάσεις κάθε φυσικής ποσότητας μπορούν να εκφραστούν σα συνάρτηση των M, L και T με την ακόλουθη εξίσωση:

$$A = M^a L^b T^c$$

Έτσι, αν η A φυσική ποσότητα είναι η ταχύτητα, τότε a=0, b=1 και c=-1.

Αν όμως έχουμε και ηλεκτρική φυσική ποσότητα, τότε στην εξίσωση 1 προσθέτουμε και το σύμβολο I για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Έτσι,

$$\text{οι διαστάσεις της διαφοράς δυναμικού} = ML^2/IT^3$$

$$\text{οι διαστάσεις της ηλεκτρικής αντίστασης} = ML^2/I^2T^3$$

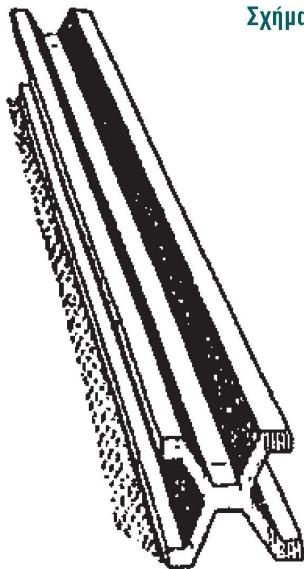
Η θεμελιώδης σημασία των διαστάσεων είναι ότι όλοι οι όροι σε μια εξίσωση πρέπει να έχουν τις ίδιες διαστάσεις. Μόνο ποσότητες με τις ίδιες διαστάσεις μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν ή να είναι ίσες η μία με την άλλη. Πράγματι, το γεγονός αυτό είναι πάρα πολύ σπουδαίο και πολλές φορές η χρήση των διαστάσεων μας επιτρέπει και τον έλεγχο των εξισώσεων μας.

1.3 Πρότυπα

1.3.1 Πρότυπη μονάδα μήκους

Το πρότυπο μέτρο είναι μία ράβδος από platinum-iridium, που έχει μήκος περίπου 40 ίντσες και φυλάσσεται, στο Διεθνές Γραφείο των Βαρομετρικών Σταθερών, κοντά στο Παρίσι, στη Γαλλία (σχήμα 1.1). Τρεις όμοιες ράβδοι φυλάσσονται στο Διεθνές Γραφείο Προτύπων στις Η.Π.Α. Κάθε ένα από αυτά τα πρότυπα είναι το πρότυπο του μήκους. Από αυτά κατασκευάζονται όλα τα άλλα όργανα μέτρησης του μήκους.

Σχήμα 1.1. Σχήμα του πρότυπου μέτρου



Όταν για πρώτη φορά κατασκευάστηκε το πρότυπο μέτρο, το κατασκεύασαν έτσι ώστε το μήκος της ράβδου να είναι ίσο με το 10^{-7} της απόστασης του ενός πόλου της γης από τον ισημερινό. Επειδή το αρχικό πρότυπο μέτρο υπήρχε πιθανότητα να καταστραφεί, οι επιστήμονες σκέφτηκαν να βρουν ένα πρότυπο μέτρο που να μην καταστρέφεται. Έτσι, μετά από πολλές -προσπάθειες, υιοθέτησαν σαν πρότυπο μέτρο το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται από μια πηγή που περιέχει αέριο Kr. Έτσι:

1 μέτρο = 1,650,763.73 μήκη κύματος για το πορτοκαλί χρώμα του Kr

Το πρότυπο μέτρο χωρίζεται σε 100 ίσα μέρη. Κάθε ένα από αυτά τα μέρη λέγεται εκατοστό (cm). Έτσι:

$$1m = 100cm$$

Το εκατοστό (cm) χωρίζεται επίσης σε 10 ίσα μέρη. Τα ίσα αυτά μέρη λέγονται χιλιοστά (mm):

$$1cm = 10mm \text{ και } 1m = 1000mm$$

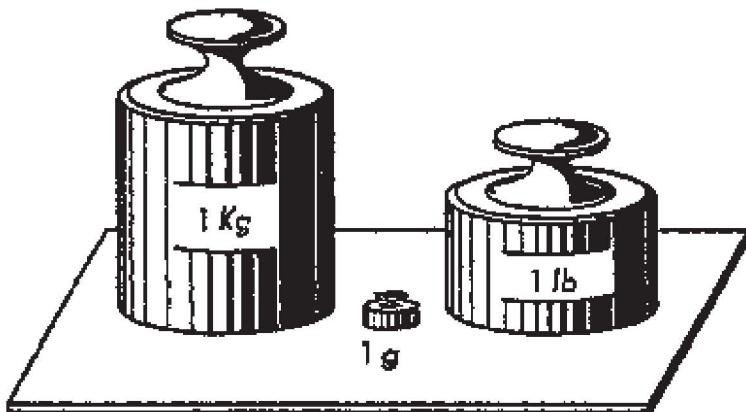
Το χιλιοστό διαιρείται ακόμα σε 1000 ίσα μέρη. Τα ίσα αυτά μέρη λέγονται μικρά (μ):

$$1mm = 1000\mu$$

$$1m = 1000000\mu$$

Για μετρήσεις μεγάλων αποστάσεων χρησιμοποιείται μια μεγαλύτερη μονάδα μήκους που ονομάζεται χιλιόμετρο (km). Ένα χιλιόμετρο είναι ισοδύναμο με 1000 μέτρα, δηλαδή:

$$1km = 1000m$$



Σχήμα 1.2. Σχήμα της πρότυπης μάζας και των υποδιαιρέσεων της

1.3.2 Πρότυπη μονάδα μάζας

Η πρότυπη μονάδα μάζας είναι το χιλιόγραμμο (kg) που είναι ένας κύλινδρος από platinum που φυλάσσεται στο διεθνές γραφείο σταθερών των Παρισίων στη Γαλλία (σχήμα 1.2).

Δύο αντίγραφα από αυτόν τον κύλινδρο φυλάσσονται επίσης στο διεθνές γραφείο σταθερών στις ΗΠΑ. Το χιλιόγραμμο υποδιαιρείται σε 1000 ίσα μέρη που ονομάζονται γραμμάρια (gr), δηλαδή:

$$1\text{kg} = 1000 \text{ gr}$$

1.3.3 Πρότυπη μονάδα χρόνου

Για τη μέτρηση του χρόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε επαναλαμβανόμενο φαινόμενο. Η μέτρηση συνίσταται στο να μετρήσουμε τις επαναλήψεις. Για το σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ταλαντεύομενο εκκρεμές, ένα ελατήριο με μια μάζα κ.ο.κ. Από τα πολλά επαναλαμβανόμενα φαινόμενα που υπάρχουν στη φύση, η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονα της που προσδιορίζει και τη διάρκεια μιας ημέρας, έχει χρησιμοποιηθεί ως πρότυπη μονάδα χρόνου για πολλούς αιώνες. Αν και αυτή η πρότυπη μονάδα χρόνου είναι πολύ παλιά, ακόμη θεωρείται ως ικανοποιητική και ορίζει ότι ένα δευτερόλεπτο είναι ίσο με το $1/86400$ της μέσης ηλιακής μέρας. Ο χρόνος αυτός που ορίζεται με βάση την περιστροφή της γης, ονομάζεται παγκόσμια σταθερά χρόνου.