Φυσική
για Επιστήμονες και Μηχανικούς

Εισαγωγή – Φυσική και μετρήσεις

CENGAGE Learning™

Φυσική

Χωρίζεται σε έξι βασικούς κλάδους:

- **Κλασική μηχανική**
- **Θερμοδυναμική**

είναι το αντικείμενο αυτού του μαθήματος

- Ηλεκτρομαγνητισμός
- Οπτική
- Σχετικότητα
- Κβαντική μηχανική

Οι τομείς της μηχανικής και του ηλεκτρομαγνητισμού είναι βασικοί για όλους τους υπόλοιπους κλάδους της κλασικής και της σύγχρονης φυσικής.

Τα θεμελιώδη μεγέθη και οι μονάδες μέτρησής τους
σύμφωνα με το Διεθνές Σύστημα (**Systéme International, SI**)

Μέγεθος	Μονάδα μέτρησης στο SI
Μήκος	**Μέτρο (m)**
Μάζα	**Χιλιόγραμμο (kg)**
Χρόνος	**Δευτερόλεπτο (s)**
Θερμοκρασία	**Kelvin (K)**
Ηλεκτρικό ρεύμα	Ampere (A)
Φωτοβολία	Candela (cd)
Ποσότητα ύλης	Mole (mol)

Μεγέθη που χρησιμοποιούνται στη μηχανική

Στη μηχανική χρησιμοποιούνται τρία θεμελιώδη μεγέθη:

- Μήκος
- Μάζα
- Χρόνος

Όλα τα υπόλοιπα μεγέθη στη μηχανική μπορούν να εκφραστούν ως συνάρτηση των τριών θεμελιωδών μεγεθών και ονομάζονται παράγωγα μεγέθη.

Παραδείγματα:

- Εμβαδόν = μήκος × μήκος (μονάδα: m^2)
- Όγκος = μήκος × μήκος × μήκος (μονάδα: m^3)
- Πυκνότητα = $\frac{\mu\alpha\zeta\alpha}{o\gamma\kappa o\varsigma}$ (μονάδα: $\frac{kg}{m^3}$)
- Ταχύτητα = $\frac{\mu\eta\kappa o\varsigma}{\chi\rho\acute{o}\nu o\varsigma}$ (μονάδα: $\frac{m}{s}$)

Συμβολισμός αριθμών

Συχνά, τα μεγέθη που συναντάμε στην επιστήμη έχουν πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές τιμές

Π.χ.: η ταχύτητα του φωτός 300 000 000 m/s

ή η χωρητικότητα ενός πυκνωτή 0.000 000 000 45 Farad

Για να διαβάζουμε ή να γράφουμε τέτοιους αριθμούς, χρησιμοποιούμε τις δυνάμεις του 10

$10^0 = 1$

$10^1 = 10$

$10^2 = 10 \times 10 = 100$

$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1\,000$

$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10\,000$

$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100\,000$

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$10^{-2} = \frac{1}{10\times10} = 0.01$$

$$10^{-3} = \frac{1}{10\times10\times10} = 0.001$$

$$10^{-4} = \frac{1}{10\times10\times10\times10} = 0.0001$$

$$10^{-5} = \frac{1}{10\times10\times10\times10\times10} = 0.00001$$

Συμβολισμός αριθμών (*συνέχεια*)

Επιστημονικός συμβολισμός ή επιστημονική σημειογραφία ενός αριθμού είναι η έκφρασή του μέσω δυνάμεων του 10, πολλαπλασιασμένων με κάποιον άλλον αριθμό μεταξύ 1 και 10,

Π.χ.: ο αριθμός 5 943 000 000 σε επιστημονικό συμβολισμό είναι 5.943×10^9

ενώ ο αριθμός 0.000 083 2 είναι 8.32×10^{-5}

Όταν πολλαπλασιάζουμε αριθμούς με επιστημονικό συμβολισμό ισχύει ο κανόνας

$$10^n \times 10^m = 10^{n+m}$$

Όταν διαιρούμε αριθμούς με επιστημονικό συμβολισμό ισχύει ο κανόνας

$$\frac{10^n}{10^m} = 10^n \times 10^{-m} = 10^{n-m}$$

Συμβολισμός αριθμών (*συνέχεια*)

Ασκήσεις

Επαληθεύστε τα αποτελέσματα των παρακάτω ισοτήτων:

1. $86\ 400 = 8.64 \times 10^{4}$
2. $9\ 816\ 762.5 = 9.816\ 762\ 5 \times 10^{6}$
3. $0.000\ 000\ 039\ 8 = 3.98 \times 10^{-8}$
4. $(4.0 \times 10^{8})(9.0 \times 10^{9}) = 3.6 \times 10^{18}$
5. $(3.0 \times 10^{7})(6.0 \times 10^{-12}) = 1.8 \times 10^{-4}$
6. $\dfrac{75 \times 10^{-11}}{5.0 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{-7}$
7. $\dfrac{(3 \times 10^{-6})(8 \times 10^{-2})}{(2 \times 10^{17})(6 \times 10^{5})} = 2 \times 10^{-18}$

Προθέματα

Τα προθέματα αντιστοιχούν σε δυνάμεις του 10.

Κάθε πρόθεμα έχει συγκεκριμένο όνομα και συγκεκριμένη σύντμηση

Παράδειγμα:

- Το πρόθεμα milli αντιστοιχεί στη δύναμη 10^{-3} και συμβολίζεται με m
- Το πρόθεμα kilo αντιστοιχεί στη δύναμη 10^{3} και συμβολίζεται με k

Τα προθέματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με οποιαδήποτε θεμελιώδη μονάδα και είναι (υπο)πολλαπλάσια της θεμελιώδους μονάδας.

Παραδείγματα:

- 1 mm = 10^{-3} m
- 1 mg = 10^{-3} g

Προθέματα (*συνέχεια*)

ΠΙΝΑΚΑΣ Μ1.4 *Προθέματα για δυνάμεις του δέκα*

Δύναμη	Πρόθεμα	Σύντμηση	Δύναμη	Πρόθεμα	Σύντμηση
10^{-24}	γιοκτο	y	10^{3}	χιλιο	k
10^{-21}	ζεπτο	z	10^{6}	μεγα	M
10^{-18}	ατο	a	10^{9}	γιγα	G
10^{-15}	φεμτο	f	10^{12}	τερα	T
10^{-12}	πικο	p	10^{15}	πετα	P
10^{-9}	νανο	n	10^{18}	εχα	E
10^{-6}	μικρο	μ	10^{21}	ζετα	Z
10^{-3}	χιλιοστο	m	10^{24}	γιοττα	Y
10^{-2}	εκατοστο	c			
10^{-1}	δεκατο	d			

Μετατροπή μονάδων

Όταν οι μονάδες δεν συμφωνούν, ίσως χρειαστεί να κάνετε τις κατάλληλες μετατροπές.

Μια αποτελεσματική μέθοδος να μετατρέπουμε μονάδες είναι να γράφουμε τον παράγοντα μετατροπής σαν μοναδιαίο λόγο.

Παράδειγμα:

Γνωρίζουμε ότι 1 μm = 10^{-6} m, άρα, $\frac{10^{-6}\ \text{m}}{1\mu\text{m}} = 1$

Επίσης, 1 in = 2.54 cm, επομένως, $\frac{2.54\ \text{cm}}{1\text{in}} = 1$, κ.ο.κ.

Έτσι, για να μετατρέψουμε 3.5 μm σε μέτρα, κάνουμε:

$$3.5\ \cancel{\mu\text{m}} \times \frac{10^{-6}\ \text{m}}{1\cancel{\mu\text{m}}} = 3.5 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

Μετατροπή μονάδων (*συνέχεια*)

Παράδειγμα:

Για να μετατρέψουμε 15.0 in σε εκατοστά,έχουμε:

$$15.0\,\cancel{\text{in}} \times \frac{2.54\text{cm}}{1\,\cancel{\text{in}}} = 38.1\text{cm}$$

Όταν εκτελείτε υπολογισμούς, ακόμα και στα ενδιάμεσα στάδια, <u>να βάζετε πάντα</u> τις μονάδες κάθε μεγέθος.

- Σας βοηθάει να εντοπίζετε τυχόν σφάλματα

Μετατροπή μονάδων (*συνέχεια*)

Παράδειγμα:

Γνωρίζοντας ότι 1 ft = 12 in, να βρούμε πόσα μέτρα είναι τα 2 ft.

Έχουμε:

$$2\,\cancel{\mathrm{ft}} \times \frac{12\,\cancel{\mathrm{in}}}{1\,\cancel{\mathrm{ft}}} \times \frac{2.54\,\cancel{\mathrm{cm}}}{1\,\cancel{\mathrm{in}}} \times \frac{10^{-2}\ \mathrm{m}}{1\,\cancel{\mathrm{cm}}} = 0.610\,\mathrm{m}$$

Σημαντικά ψηφία

Τα σημαντικά ψηφία είναι τα ψηφία που γνωρίζουμε με αξιοπιστία. Στα σημαντικά ψηφία μιας μέτρησης περιλαμβάνεται το πρώτο εκτιμώμενο ψηφίο δηλαδή, το ψηφίο για το οποίο υπάρχει αβεβαιότητα.

Τα μηδενικά ενδέχεται να είναι ή να μην είναι σημαντικά ψηφία.

- Για να εξαλείψουμε την ασάφεια, χρησιμοποιούμε τον επιστημονικό συμβολισμό.

$$\overbrace{0.00}620 = \boxed{6.20} \times 10^{-3}$$

- Εκείνα που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό των δεκαδικών ψηφίων δεν είναι σημαντικά.
- Ένα μηδενικό που μπαίνει στο τέλος σημαίνει ότι είναι αξιόπιστα γνωστό.

  Είναι σημαντικό.

Σημαντικά ψηφία – Παραδείγματα

Το 0.0075 m έχει 2 σημαντικά ψηφία.

- Τα αρχικά μηδενικά είναι μόνο δεσμευτικά θέσης.
- Γράψτε την τιμή με τον επιστημονικό συμβολισμό για να γίνει πιο σαφής:

  7.5×10^{-3} m για 2 σημαντικά ψηφία

Το 10.0 m έχει 3 σημαντικά ψηφία.

- Η υποδιαστολή μάς δίνει πληροφορίες για την αξιοπιστία της μέτρησης.

Το 1500 m χαρακτηρίζεται από ασάφεια.

- Χρησιμοποιήστε το 1.5×10^{3} m για 2 σημαντικά ψηφία.
- Χρησιμοποιήστε το 1.50×10^{3} m για 3 σημαντικά ψηφία.
- Χρησιμοποιήστε το 1.500×10^{3} m για 4 σημαντικά ψηφία.

Πράξεις με σημαντικά ψηφία – Πολλαπλασιασμός ή διαίρεση

Όταν πολλαπλασιάζετε ή διαιρείτε πολλές ποσότητες, το πλήθος των σημαντικών ψηφίων στην τελική απάντηση είναι ίδιο με το πλήθος των σημαντικών ψηφίων στο μέγεθος που έχει τα λιγότερα σημαντικά ψηφία.

Παράδειγμα: $25.57 \text{ m} \times 2.45 \text{ m} = 62.6 \text{ m}^2$

- Το 2.45 m περιορίζει το αποτέλεσμα στα 3 σημαντικά ψηφία.

Πράξεις με σημαντικά ψηφία – Πρόσθεση ή αφαίρεση

Κατά την πρόσθεση ή την αφαίρεση, το πλήθος των δεκαδικών ψηφίων στο αποτέλεσμα πρέπει να ισούται με το μικρότερο πλήθος δεκαδικών ψηφίων οποιουδήποτε όρου του αθροίσματος ή της διαφοράς.

Παράδειγμα: 135 cm + 3.25 cm = 138 cm

- Το 135 cm περιορίζει το αποτέλεσμα στη δεκαδική τιμή των μονάδων.

Πράξεις με σημαντικά ψηφία – Σύνοψη

Ο κανόνας για την πρόσθεση και την αφαίρεση είναι διαφορετικός από τον κανόνα για τον πολλαπλασιασμό και τη διαίρεση.

Στην πρόσθεση και στην αφαίρεση, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη το ***πλήθος των δεκαδικών ψηφίων***.

Στον πολλαπλασιασμό και στη διαίρεση, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη το ***πλήθος των σημαντικών ψηφίων***.

Στρογγυλοποίηση

Το τελευταίο ψηφίο που μένει αυξάνεται κατά 1 αν το τελευταίο ψηφίο που φεύγει είναι μεγαλύτερο από 5.

Το τελευταίο ψηφίο που μένει δεν μεταβάλλεται, αν το τελευταίο ψηφίο που φεύγει είναι μικρότερο από 5.

Αν το τελευταίο ψηφίο που φεύγει είναι ίσο με 5, το ψηφίο που μένει πρέπει να στρογγυλοποιηθεί στον πλησιέστερο άρτιο αριθμό.

Μπορείτε να αποφύγετε τη συσσώρευση σφαλμάτων αναβάλλοντας τη στρογγυλοποίηση μέχρι να έχετε το τελικό αποτέλεσμα.

Είναι χρήσιμο να βρίσκετε την πλήρη λύση πρώτα σε αλγεβρική μορφή και να αντικαθιστάτε αριθμητικές τιμές στα σύμβολα στην τελική παράσταση.

- Έτσι θα αποφύγετε τη συχνή χρήση της αριθμομηχανής και θα ελαχιστοποιήσετε τις στρογγυλοποιήσεις.

Προθέματα – Ασκήσεις

Εκφράστε τα ακόλουθα μεγέθη χρησιμοποιώντας αντίστοιχα προθέματα που δίνονται στον Πίνακα Μ1.4.

(α) 3×10^{-4} m

(β) 5×10^{-5} s

(γ) 72×10^{2} g.

Μετατροπή μονάδων – Ασκήσεις

1. Ορθογώνιο οικόπεδο έχει πλάτος 75.0 ft και μήκος 125 ft. Βρείτε το εμβαδόν του σε τετραγωνικά μέτρα.

Λύση

Το εμβαδόν A του οικοπέδου είναι το γινόμενο πλάτος $\times$ μήκος: A = (75.0 ft)$\times$(125 ft)

Όμως, 1 ft = 0.304 8 m, επομένως

$$75.0\ \mathrm{ft} = 75.0\ \mathrm{ft}\left(\frac{0.3048\ \mathrm{m}}{1\ \mathrm{ft}}\right) = 22.86\ \mathrm{m}$$

$$125\ \mathrm{ft} = 125\ \mathrm{ft}\left(\frac{0.3048\ \mathrm{m}}{1\ \mathrm{ft}}\right) = 38.1\ \mathrm{m}$$

Επομένως, το εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα είναι

A = (22.86 m) $\times$ (38.1 m) **= 871 m^2** (δίνουμε το αποτέλεσμα με 3 σημαντικά ψηφία

Μετατροπή μονάδων – Ασκήσεις *(συνέχεια)*

2. Συμπαγές κομμάτι μολύβδου έχει μάζα 23.94 g και όγκο 2.10 cm^3. Υπολογίστε την πυκνότητα του μολύβδου σε μονάδες SI (χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο)

Λύση

Η πυκνότητα είναι

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{23.94\,\text{g}}{2.10\,\text{cm}^3}$$

$$= \frac{23.94 \times 10^{-3}\,\text{kg}}{2.10 \times (10^{-2}\,\text{m})^3}$$

$$= \frac{23.94 \times 10^{-3}\,\text{kg}}{2.10 \times 10^{-6}\,\text{m}^3}$$

Από το αποτέλεσμα της διαίρεσης κρατάμε μόνο 3 σημαντικά ψηφία (γιατί ;),

οπότε, γράφουμε $\rho = 11.4 \times 10^3\,\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Πράξεις με σημαντικά ψηφία – Ασκήσεις *(συνέχεια)*

3. Πόσα σημαντικά ψηφία έχουν οι παρακάτω αριθμοί; (α) 78.9 ± 0.2 (β) 3.788×10^{9} (γ) 2.46×10^{-6} και (δ) 0.005 3

4. Ορθογώνια πλάκα έχει μήκος (21.3 ± 0.2)cm και πλάτος (9.8 ± 0.1)cm. Υπολογίστε το εμβαδόν της πλάκας λαμβάνοντας υπόψη και την αβεβαιότητα.

Λύση

$$A = (21.3 \pm 0.2)\ \text{cm} \times (9.8 \pm 0.1)\ \text{cm}$$

$$= (21.3\ \text{cm} \pm 0.9\%) \times (9.8\ \text{cm} \pm 1.0\%)$$

$$= 208.74\ \text{cm}^2 \pm 1.9\%$$

$$= (209 \pm 4)\ \text{cm}^2$$

Πράξεις με σημαντικά ψηφία – Ασκήσεις (*συνέχεια*)

5. Εκτελέστε τις εξής αριθμητικές πράξεις:

   (α) Το άθροισμα των μετρήσεων 756, 37.2, 0.83 και 2

   (β) το γινόμενο 0.003 2 $\times$ 356.3

   (γ) Το γινόμενο5.620 $\times$ π.

ΤΕΛΟΣ