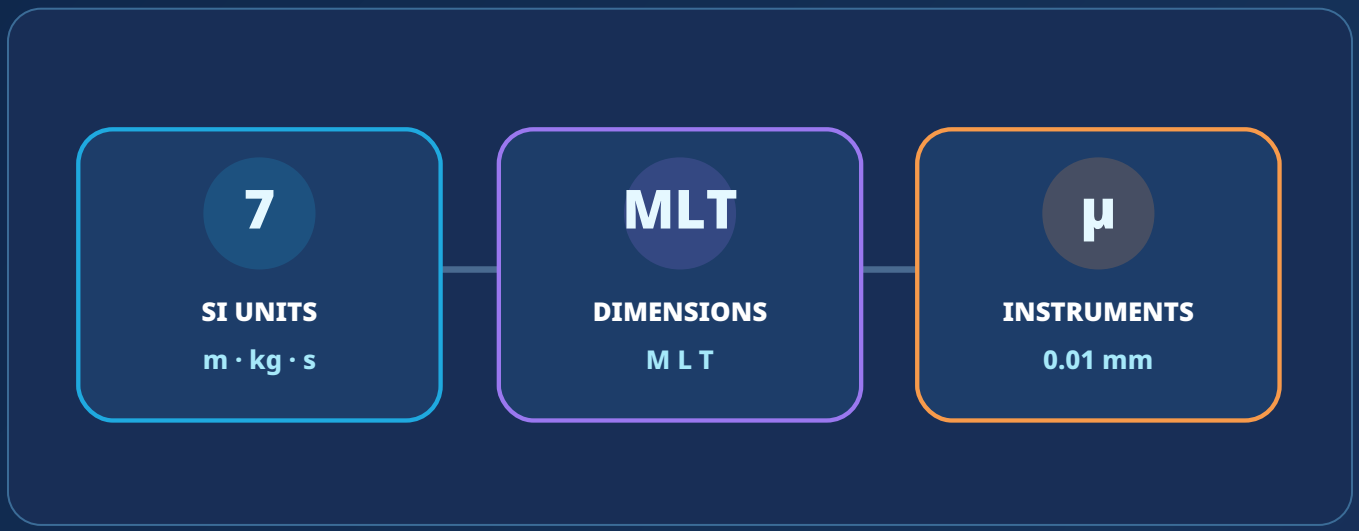
GENERAL SCIENCE · PHYSICS FOUNDATIONS

UNITS & MEASUREMENT

ಏಕಕಗಳು ಮತ್ತು ಮಾಪನ

SI base and derived units · Dimensional analysis · Measurement errors · Vernier calipers · Micrometer screw gauge.

SI ಮೂಲ ಮತ್ತು ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕಗಳು · ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ · ಮಾಪನ ದೋಷಗಳು · ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ · ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್.



60	46	50
FULL-COLOUR PAGES	CONCEPT PAGES	BILINGUAL MCQs

English explanation followed immediately by Kannada. Original vector concept diagrams, solved measurement examples, and an evenly balanced MCQ answer key.

Reference basis: BIPM SI Brochure, 9th edition (updated 2026); introductory physics measurement conventions.

MEASUREMENT BASICS · CONCEPT 01

Why Do We Measure?

ನಾವು ಏಕೆ ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ?

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Measured value = number × unit**

- **Measurement means comparing a physical quantity with an agreed reference unit.**
  ಮಾಪನ ಎಂದರೆ ಒಂದು ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಗೆಯಾದ ಪ್ರಮಾಣಿತ ಏಕಕದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸುವುದು.
- **A complete measurement states a number and an appropriate unit.**
  ಪೂರ್ಣ ಮಾಪನದಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಜೊತೆಗೆ ಸೂಕ್ತ ಏಕಕವನ್ನು ಹೇಳಬೇಕು.
- **The same quantity can have different numerical values when different units are used.**
  ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಏಕಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ ಒಂದೇ ಪರಿಮಾಣದ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಮೌಲ್ಯ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.
- **Standards allow scientists and technicians to compare results across places and times.**
  ಪ್ರಮಾಣಿತ ಏಕಕಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳ ಮತ್ತು ಸಮಯಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಬಹುದು.
- **Every practical measurement has limited resolution and some uncertainty.**
  ಪ್ರತಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಮಾಪನಕ್ಕೂ ಸೀಮಿತ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಇರುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A desk may be 1.20 m long, which is also 120 cm.
ಮೇಜಿನ ಉದ್ದ 1.20 m ಅಂದರೆ 120 cm ಕೂಡ ಆಗಿದೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Writing only “5” for a length is incomplete without the unit.
ಉದ್ದಕ್ಕೆ ಏಕಕವಿಲ್ಲದೆ ಕೇವಲ “5” ಎಂದು ಬರೆಯುವುದು ಅಪೂರ್ಣ.

MEASUREMENT BASICS · CONCEPT 02

Physical Quantities and Units

ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಮತ್ತು ಏಕಕಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Physical quantity = numerical value × reference unit**

- **Length, mass, time and temperature are physical quantities that can be measured.**
  ಉದ್ದ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ, ಕಾಲ ಮತ್ತು ತಾಪಮಾನ ಇವು ಅಳೆಯಬಹುದಾದ ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣಗಳು.
- **A unit provides a reproducible reference for expressing a quantity.**
  ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಏಕಕವು ಪುನರುತ್ಪಾದಿಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಮಾಣಿತ ಆಧಾರ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ.
- **Base quantities are conventionally independent quantities chosen to construct a unit system.**
  ಮೂಲ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಏಕಕ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಸಂಪ್ರದಾಯದಂತೆ ಆಯ್ದ ಸ್ವತಂತ್ರ ಪರಿಮಾಣಗಳು.
- **Derived quantities are related to base quantities by mathematical equations.**
  ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಗಣಿತ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಂದ ಮೂಲ ಪರಿಮಾಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸುತ್ತವೆ.
- **Some quantities are scalars, while others such as displacement and force are vectors.**
  ಕೆಲವು ಪರಿಮಾಣಗಳು ಅದಿಶಗಳಾಗಿದ್ದು, ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಮತ್ತು ಬಲದಂಥವು ಸದಿಶಗಳಾಗಿವೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Speed has magnitude only; velocity also specifies direction.
ಜವಕ್ಕೆ ಪರಿಮಾಣ ಮಾತ್ರವಿದ್ದು ವೇಗಕ್ಕೆ ದಿಕ್ಕೂ ಇರುತ್ತದೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

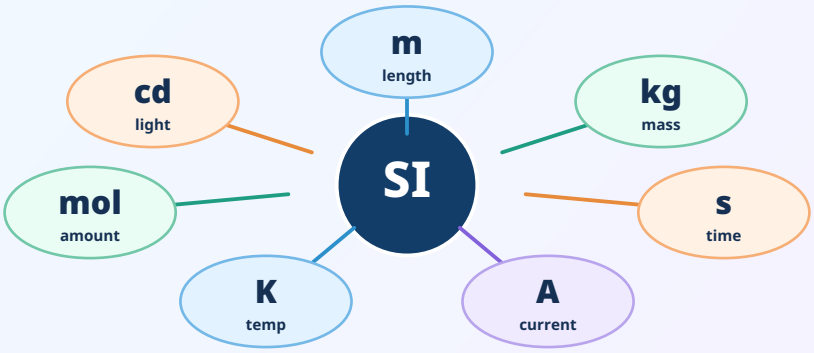
Do not confuse a physical quantity with the symbol of its unit.
ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಅದರ ಏಕಕದ ಸಂಕೇತದೊಂದಿಗೆ ಗೊಂದಲಪಡಬೇಡಿ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 03

The Seven SI Base Units

ಏಳು SI ಮೂಲ ಏಕಕಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **m · kg · s · A · K · mol · cd**

- **The International System of Units is abbreviated SI from its French name.**
  ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಏಕಕ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಅದರ ಫ್ರೆಂಚ್ ಹೆಸರಿನಿಂದ SI ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.
- **The seven base units are metre, kilogram, second, ampere, kelvin, mole and candela.**
  ಏಳು ಮೂಲ ಏಕಕಗಳು ಮೀಟರ್, ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ, ಸೆಕೆಂಡ್, ಆಂಪಿಯರ್, ಕೆಲ್ವಿನ್, ಮೋಲ್ ಮತ್ತು ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ.
- **Their symbols are m, kg, s, A, K, mol and cd respectively.**
  ಇವುಗಳ ಸಂಕೇತಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ m, kg, s, A, K, mol ಮತ್ತು cd ಆಗಿವೆ.
- **SI has been defined through fixed numerical values of seven constants since 20 May 2019.**
  20 ಮೇ 2019ರಿಂದ SI ಪದ್ಧತಿ ಏಳು ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳ ನಿಗದಿತ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ.
- **Derived SI units are formed from products of powers of these base units.**
  ಮೂಲ ಏಕಕಗಳ ಘಾತಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧದಿಂದ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ SI ಏಕಕಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತಾರೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Area is measured in m^2 and is derived from length × length.
ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು m^2 ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ; ಇದು ಉದ್ದ × ಉದ್ದದಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

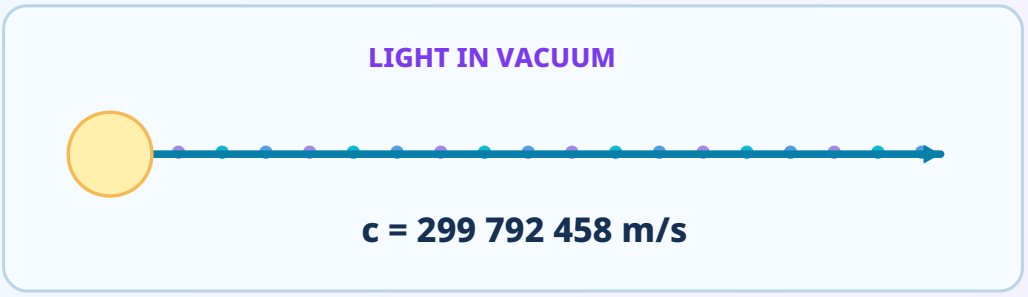
There are seven, not six or eight, SI base units.
SI ಮೂಲ ಏಕಕಗಳು ಆರು ಅಥವಾ ಎಂಟಲ್ಲ; ಏಳು.

SI BASE UNITS · CONCEPT 04

Metre: The Unit of Length

ಮೀಟರ್: ಉದ್ದದ ಏಕಕ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **1 m = distance travelled by light in vacuum in 1/299 792 458 s**

- **The metre, symbol m, is the SI base unit of length.**
  ಮೀಟರ್ (m) ಉದ್ದದ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **The speed of light in vacuum has the exact value 299 792 458 m/s in SI.**
  ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ನಿಖರ SI ಮೌಲ್ಯ 299 792 458 m/s ಆಗಿದೆ.
- **The modern metre is defined using that fixed speed of light and the second.**
  ಆಧುನಿಕ ಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಸ್ಥಿರ ವೇಗ ಮತ್ತು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಆಧಾರದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುತ್ತಾರೆ.
- **A ruler is useful for ordinary lengths, but laser interferometers offer high precision.**
  ಸಾಮಾನ್ಯ ಉದ್ದಗಳಿಗೆ ಮಾಪಕ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ; ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಖರತೆಗೆ ಲೇಸರ್ ಇಂಟರ್ಫೆರೋಮೀಟರ್ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
- **A kilometre equals 1000 m and a millimetre equals 0.001 m.**
  ಒಂದು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ 1000 m ಹಾಗೂ ಒಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರ್ 0.001 m ಗೆ ಸಮನಾಗಿದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

The width 2.5 cm is equal to 0.025 m.
2.5 cm ಅಗಲವು 0.025 m ಗೆ ಸಮನಾಗಿದೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

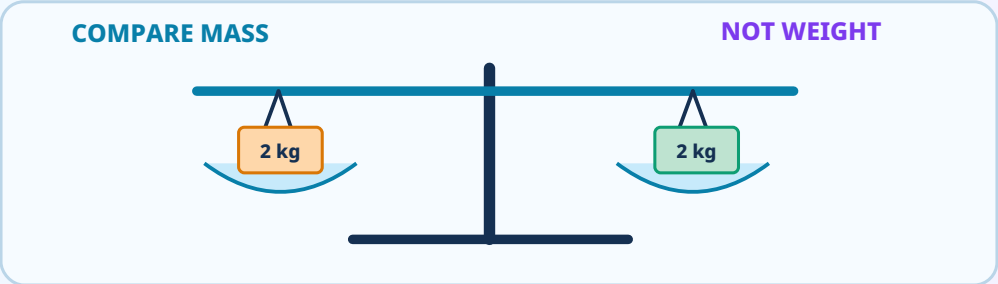
Use lowercase m for metre; uppercase M denotes the mega prefix.
ಮೀಟರಿಗೆ ಸಣ್ಣಕ್ಷರ m; ದೊಡ್ಡಕ್ಷರ M ಮೆಗಾ ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 05

Kilogram: The Unit of Mass

ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ: ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಏಕಕ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Weight W = mg • unit of W: N**

- **The kilogram, symbol kg, is the SI base unit of mass.**
  ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ (kg) ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **Since 2019, its definition is linked to the exact Planck constant h.**
  2019ರಿಂದ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವು ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ h ನ ನಿಖರ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ.
- **The exact SI value of h is $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J s.**
  h ನ ನಿಖರ SI ಮೌಲ್ಯ $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J s ಆಗಿದೆ.
- **A balance compares mass; a spring balance responds to force or weight.**
  ತಕ್ಕಡಿಯು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೋಲಿಸುತ್ತದೆ; ಸ್ಪ್ರಿಂಗ್ ತಕ್ಕಡಿ ಬಲ ಅಥವಾ ತೂಕವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.
- **Mass is a scalar quantity, whereas weight is the gravitational force mg.**
  ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಅದಿಶ ಪರಿಮಾಣ; ತೂಕವು mg ಗುರುತ್ವಬಲವಾಗಿದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A 2 kg body has weight about 19.6 N where $g \approx 9.8\ m/s^2$.
$g \approx 9.8\ m/s^2$ ಇರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ 2 kg ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕ ಸುಮಾರು 19.6 N.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Kilogram is a base unit even though its name includes the prefix kilo.
ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಕಿಲೋ ಇದ್ದರೂ ಅದು ಮೂಲ ಏಕಕ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 06

Second: The Unit of Time

ಸೆಕೆಂಡ್: ಕಾಲದ ಏಕಕ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **1 s = 9 192 631 770 specified Cs-133 periods**

- **The second, symbol s, is the SI base unit of time.**
  ಸೆಕೆಂಡ್ (s) ಕಾಲದ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **Its definition uses the unperturbed ground-state hyperfine transition of caesium-133.**
  ಇದರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಕ್ಕೆ ಸೀಸಿಯಮ್-133 ಪರಮಾಣುವಿನ ನಿರ್ಬಾಧಿತ ಮೂಲಸ್ಥಿತಿಯ ಹೈಪರ್‌ಫೈನ್ ಪರಿವರ್ತನೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
- **The defining frequency is exactly 9 192 631 770 Hz.**
  ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುವ ಆವೃತ್ತಿಯ ನಿಖರ ಮೌಲ್ಯ 9 192 631 770 Hz ಆಗಿದೆ.
- **Atomic clocks realize extremely accurate and stable time intervals.**
  ಪರಮಾಣು ಗಡಿಯಾರಗಳು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರ ಹಾಗೂ ಸ್ಥಿರ ಕಾಲಾಂತರಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ.
- **One minute equals 60 s and one hour equals 3600 s.**
  ಒಂದು ನಿಮಿಷ 60 s ಮತ್ತು ಒಂದು ಗಂಟೆ 3600 s ಗೆ ಸಮನಾಗಿವೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A 2 Hz periodic signal completes two cycles each second.
2 Hz ಆವರ್ತನದ ಸಂಕೇತವು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಎರಡು ಆವರ್ತಗಳನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

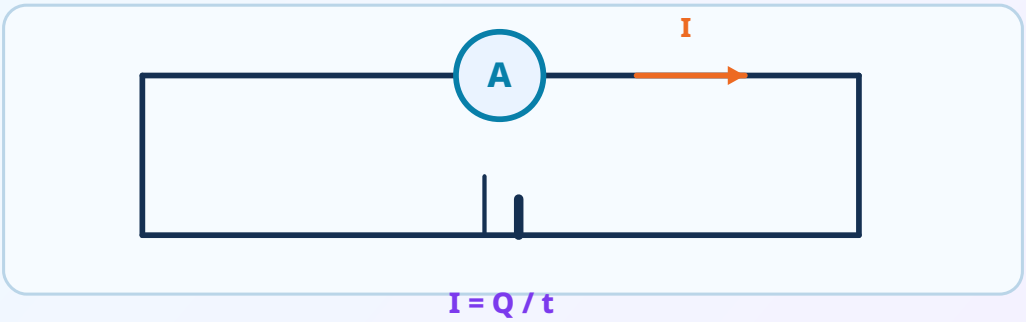
Second is denoted by s; S is the symbol for siemens.
ಸೆಕೆಂಡಿನ ಸಂಕೇತ s; S ಸೀಮೆನ್ಸ್ ಏಕಕದ ಸಂಕೇತ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 07

Ampere: Electric Current

ಆಂಪಿಯರ್: ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



$I = Q / t$

KEY RELATION **I = Q/t • 1 A = 1 C/s**

- **The ampere, symbol A, is the SI base unit of electric current.**
  ಆಂಪಿಯರ್ (A) ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹದ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **Electric current is the rate of flow of electric charge through a cross-section.**
  ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವು ಒಂದು ಅಡ್ಡವಿಭಾಗದ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶದ ದರವಾಗಿದೆ.
- **The elementary charge e is exactly 1.602 176 634 × 10^{-19} coulomb.**
  ಮೂಲ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ e ನ ನಿಖರ ಮೌಲ್ಯ 1.602 176 634 × 10^{-19} ಕೂಲಾಂಬ್.
- **An ammeter is connected in series to measure current in a circuit.**
  ಪರಿಪಥದಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹ ಅಳೆಯಲು ಆಮ್ಮೀಟರನ್ನು ಸರಣಿಯಾಗಿ ಜೋಡಿಸುತ್ತಾರೆ.
- **One ampere means one coulomb of charge passes per second.**
  ಒಂದು ಆಂಪಿಯರ್ ಎಂದರೆ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಕೂಲಾಂಬ್ ಆವೇಶ ಹರಿಯುವುದು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

If 6 C passes in 3 s, the current is 2 A.
3 s ನಲ್ಲಿ 6 C ಆವೇಶ ಹರಿದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹ 2 A.

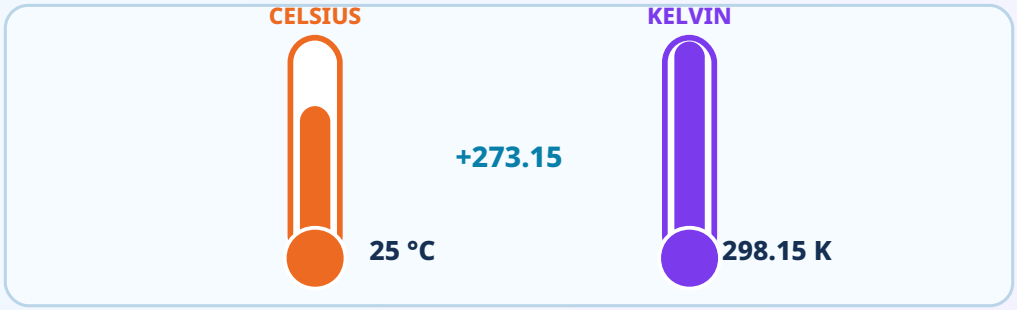
EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Ammeter: series; voltmeter: parallel in a basic circuit.
ಸರಳ ಪರಿಪಥದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಮೀಟರ್ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ, ವೋಲ್ಟ್‌ಮೀಟರ್ ಸಮಾನಾಂತರದಲ್ಲಿ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 08

Kelvin: Thermodynamic Temperature
ಕೆಲ್ವಿನ್: ಉಷ್ಣಗತಿಕ ತಾಪಮಾನ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **T(K) = t(°C) + 273.15**

- **Kelvin, symbol K, is the SI base unit of thermodynamic temperature.**
  ಕೆಲ್ವಿನ್ (K) ಉಷ್ಣಗತಿಕ ತಾಪಮಾನದ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **The kelvin is defined by fixing the Boltzmann constant k exactly.**
  ಬೋಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ k ನ ನಿಖರ ಮೌಲ್ಯದಿಂದ ಕೆಲ್ವಿನ್ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವಾಗಿದೆ.
- **Its fixed value is 1.380 649 × 10^{-23} J/K.**
  ಇದರ ಸ್ಥಿರ ಮೌಲ್ಯ 1.380 649 × 10^{-23} J/K ಆಗಿದೆ.
- **A temperature interval of 1 K has the same size as an interval of 1 °C.**
  1 K ತಾಪಮಾನ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಗಾತ್ರವು 1 °C ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿದೆ.
- **Thermodynamic temperature cannot be lower than 0 K for ordinary equilibrium states.**
  ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಷ್ಣ ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಗತಿಕ ತಾಪಮಾನ 0 K ಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

25 °C = 298.15 K by exact scale conversion.
ನಿಖರ ಮಾಪಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಪ್ರಕಾರ 25 °C = 298.15 K.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

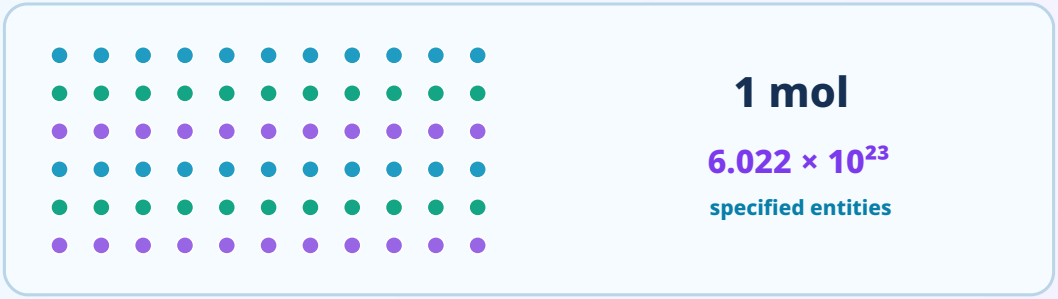
Write 300 K, not 300 °K; kelvin has no degree sign.
300 K ಎಂದು ಬರೆಯಿರಿ; 300 °K ಅಲ್ಲ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 09

Mole: Amount of Substance

ಮೋಲ್: ಪದಾರ್ಥದ ಪ್ರಮಾಣ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $N = nN_a$ • $n = m/M$

- **The mole, symbol mol, is the SI base unit of amount of substance.**
  ಮೋಲ್ (mol) ಪದಾರ್ಥದ ಪ್ರಮಾಣದ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **One mole contains exactly 6.022 140 76 × 10^{23} specified elementary entities.**
  ಒಂದು ಮೋಲ್‌ನಲ್ಲಿ ನಿಖರವಾಗಿ 6.022 140 76 × 10^{23} ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮೂಲ ಘಟಕಗಳಿರುತ್ತವೆ.
- **Those entities may be atoms, molecules, ions, electrons or named groups.**
  ಆ ಘಟಕಗಳು ಪರಮಾಣು, ಅಣು, ಅಯಾನು, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಅಥವಾ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿರಬಹುದು.
- **The Avogadro constant has unit mol^{-1}.**
  ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಏಕಕ mol^{-1} ಆಗಿದೆ.
- **Molar mass relates the mass of a sample to its amount in moles.**
  ಮೋಲಾರ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮಾದರಿಯ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಮೋಲ್ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಸಂಪರ್ಕಿಸುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Approximately 18 g of water contains 1 mol of H_2O molecules.
ಸುಮಾರು 18 g ನೀರಿನಲ್ಲಿ 1 mol H_2O ಅಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

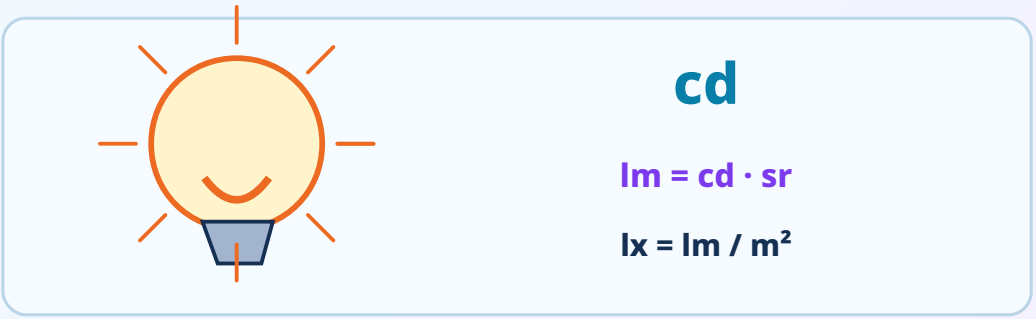
A mole counts entities; it is not a unit of mass.
ಮೋಲ್ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಎಣಿಸುವ ಏಕಕ; ಅದು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಏಕಕವಲ್ಲ.

SI BASE UNITS · CONCEPT 10

Candela: Luminous Intensity

ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ: ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **1 lm = 1 cd · sr ; 1 lx = 1 lm/m²**

- **The candela, symbol cd, is the SI base unit of luminous intensity.**
  ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ (cd) ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆಯ SI ಮೂಲ ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **Luminous intensity refers to light emitted in a specified direction.**
  ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆಯು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೊರಸೂಸುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ.
- **The candela definition uses a luminous efficacy of exactly 683 lm/W at 540 × 10^{12} Hz.**
  540 × 10^{12} Hz ನಲ್ಲಿ 683 lm/W ಎಂಬ ನಿಖರ ಪ್ರಕಾಶ ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವಾಗುತ್ತದೆ.
- **The lumen is a derived unit of luminous flux, equal to cd sr.**
  ಲುಮೆನ್ ಪ್ರಕಾಶ ಹರಿವಿನ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕ; ಅದು cd sr ಗೆ ಸಮಾನ.
- **Illuminance on a surface is measured in lux, equal to lm/m².**
  ಮೇಲ್ಮೈಯ ಪ್ರಕಾಶನವನ್ನು ಲಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ; 1 lx = 1 lm/m^2.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A flashlight can have strong intensity along its beam direction.
ಟಾರ್ಚ್ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆ ಇರಬಹುದು.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

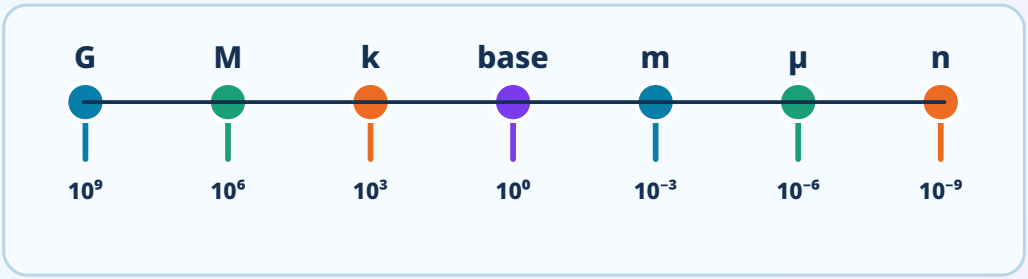
Candela, lumen and lux describe different photometric quantities.
ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ, ಲುಮೆನ್ ಮತ್ತು ಲಕ್ಸ್ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಕಾಶಮಿತೀಯ ಪರಿಮಾಣಗಳು.

SI CONVERSIONS · CONCEPT 11

SI Prefixes and Powers of Ten

SI ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯಗಳು ಮತ್ತು ಹತ್ತಿನ ಘಾತಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $k = 10^{3} \cdot c = 10^{-2} \cdot m = 10^{-3} \cdot \mu = 10^{-6}$

- **Prefixes express decimal multiples and submultiples of a unit.**
  ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯಗಳು ಏಕಕದ ದಶಮಾನ ಗುಣಿತಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಗುಣಿತಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.
- **Kilo (k) means 10^{3}, mega (M) means 10^{6} and giga (G) means 10^{9}.**
  ಕಿಲೋ (k) = 10^{3}, ಮೆಗಾ (M) = 10^{6} ಮತ್ತು ಗಿಗಾ (G) = 10^{9}.
- **Milli (m) means 10^{-3}, micro (μ) means 10^{-6} and nano (n) means 10^{-9}.**
  ಮಿಲಿ (m) = 10^{-3}, ಮೈಕ್ರೋ (μ) = 10^{-6} ಮತ್ತು ನ್ಯಾನೋ (n) = 10^{-9}.
- **Since 2022, SI also includes ronna (R, 10^{27}) and quetta (Q, 10^{30}).**
  2022ರಿಂದ SI ಯಲ್ಲಿ ರೊನ್ನಾ (R, 10^{27}) ಮತ್ತು ಕ್ವೆಟ್ಟಾ (Q, 10^{30}) ಸೇರಿವೆ.
- **Prefixes attach to unit symbols without a space, for example km and mg.**
  ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯವನ್ನು ಏಕಕದ ಸಂಕೇತಕ್ಕೆ ಅಂತರವಿಲ್ಲದೆ ಸೇರಿಸುತ್ತಾರೆ; ಉದಾ. km, mg.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

3.5 mg = 3.5 × 10^{-6} kg.

3.5 mg = 3.5 × 10^{-6} kg.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Capital M (mega) and small m (milli) differ by a factor of 10^{9}.

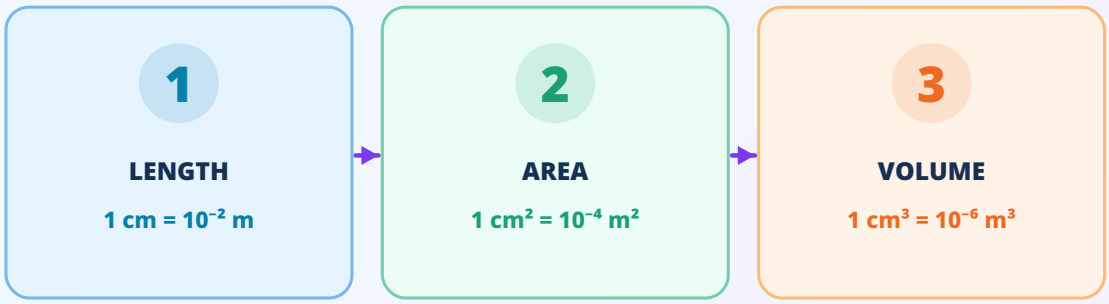
ದೊಡ್ಡ M (ಮೆಗಾ) ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ m (ಮಿಲಿ) ನಡುವೆ 10^{9} ಪಟ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸ.

SI CONVERSIONS · CONCEPT 12

Scientific Notation and Conversions

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಕೇತನ ಮತ್ತು ಪರಿವರ್ತನೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



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

- **Scientific notation writes a value as a × 10ⁿ where 1 ≤** a| < 10.|ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಕೇತನದಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು a × 10ⁿ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ; ಇಲ್ಲಿ 1 ≤ |a| < 10.
- **Moving a decimal point left by one place increases the power of ten by one.**
  ದಶಮಾಂಶವನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಥಾನ ಎಡಕ್ಕೆ ಸರಿಸಿದರೆ ಹತ್ತಿನ ಘಾತ ಒಂದು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.
- **Unit conversion must preserve the physical quantity, even when the number changes.**
  ಏಕಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಬದಲಾದರೂ ಭೌತಿಕ ಪರಿಮಾಣ ಬದಲಾಗಬಾರದು.
- **One square centimetre equals $10^{-4}\ m^2$, not $10^{-2}\ m^2$.**
  ಒಂದು $cm^2 = 10^{-4}\ m^2$; $10^{-2}\ m^2$ ಅಲ್ಲ.
- **One cubic centimetre equals $10^{-6}\ m^3$ and is also one millilitre.**
  ಒಂದು $cm^3 = 10^{-6}\ m^3$ ಮತ್ತು ಅದು ಒಂದು ಮಿಲಿಲೀಟರ್‌ಗೆ ಸಮಾನ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

72 km/h × (1000/3600) = 20 m/s.

72 km/h × (1000/3600) = 20 m/s.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Square or cube the entire length conversion factor for area or volume.

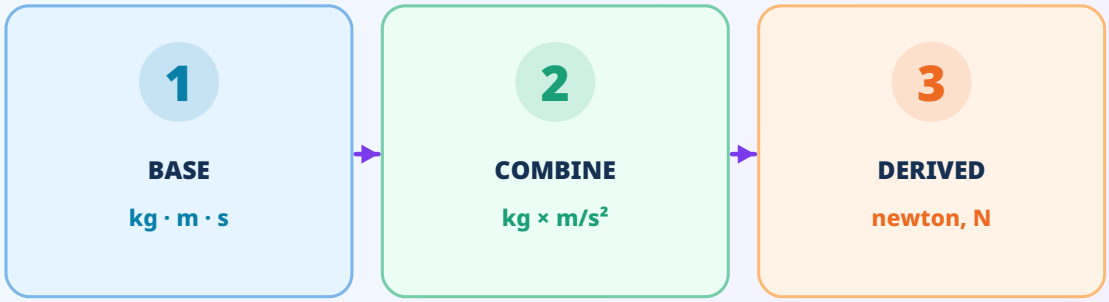
ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಅಥವಾ ಘನಪರಿಮಾಣ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಉದ್ದ ಪರಿವರ್ತನಾ ಗುಣಕವನ್ನು ವರ್ಗ ಅಥವಾ ಘನ ಮಾಡಿ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 13

What Are Derived SI Units?

ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ SI ಏಕಕಗಳು ಎಂದರೇನು?

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **1 N = 1 kg m s^{-2}**

- **A derived unit is obtained by combining base units according to a quantity equation.**
  ಪರಿಮಾಣ ಸಮೀಕರಣದಂತೆ ಮೂಲ ಏಕಕಗಳನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸಿ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ.
- **The SI unit of area is m^2, while the unit of volume is m^3.**
  ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ SI ಏಕಕ m^2; ಘನಪರಿಮಾಣದ ಏಕಕ m^3.
- **The unit of speed is m/s and acceleration is m/s^2.**
  ಜವದ ಏಕಕ m/s; ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಏಕಕ m/s^2.
- **Some derived units have special names: newton, joule, pascal and watt.**
  ಕೆಲವು ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕಗಳಿಗೆ ನ್ಯೂಟನ್, ಜೂಲ್, ಪಾಸ್ಕಲ್ ಮತ್ತು ವಾಟ್ ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ಹೆಸರುಗಳಿವೆ.
- **A coherent SI derived unit has no extra numerical conversion factor.**
  ಸುಸಂಗತ SI ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಪರಿವರ್ತನಾ ಗುಣಕ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A newton is kg m s^{-2} by F = ma.
F = ma ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ = kg m s^{-2}.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

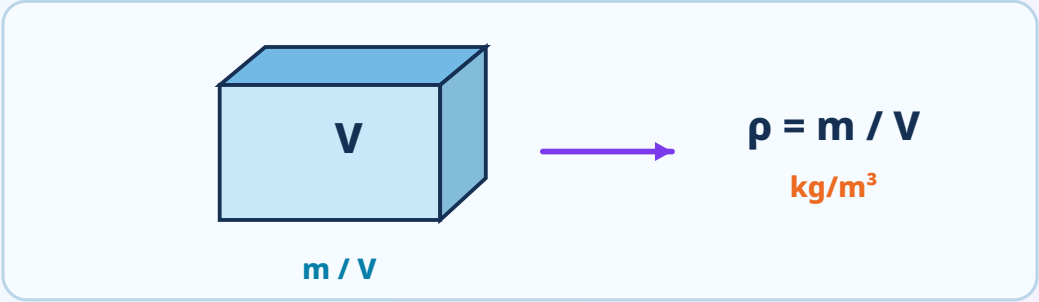
Litre is accepted for use with SI, but m^3 is the coherent SI volume unit.
ಲೀಟರ್ SI ಜೊತೆಗೆ ಬಳಕೆಗೆ ಅಂಗೀಕೃತ; ಆದರೆ m^3 ಸುಸಂಗತ ಘನಪರಿಮಾಣ ಏಕಕ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 14

Area, Volume and Density

ವಿಸ್ತೀರ್ಣ, ಘನಪರಿಮಾಣ ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $\rho = m/V \bullet [\rho] = M\,L^{-3}$

- **Area describes the extent of a surface and has unit m^2.**
  ವಿಸ್ತೀರ್ಣವು ಮೇಲ್ಮೈ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ; ಇದರ ಏಕಕ m^2.
- **Volume describes occupied three-dimensional space and has unit m^3.**
  ಘನಪರಿಮಾಣವು ಆಕ್ರಮಿಸಿದ ತ್ರಿಮಿತಿಯ ಜಾಗವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ; ಏಕಕ m^3.
- **Density is mass divided by volume and has unit kg/m^3.**
  ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಂದರೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ / ಘನಪರಿಮಾಣ; ಏಕಕ kg/m^3.
- **One g/cm^3 equals 1000 kg/m^3.**
  ಒಂದು g/cm^3 = 1000 kg/m^3.
- **Objects float or sink depending on average density and buoyant conditions.**
  ಸರಾಸರಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ಮತ್ತು ತೇಲುವ ಬಲದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ವಸ್ತು ತೇಲುವುದು ಅಥವಾ ಮುಳುಗುವುದು ನಿರ್ಧಾರವಾಗುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Mass 0.4 kg and volume 0.0002 m^3 give density 2000 kg/m^3.
0.4 kg ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು 0.0002 m^3 ಘನಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಾಂದ್ರತೆ 2000 kg/m^3.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

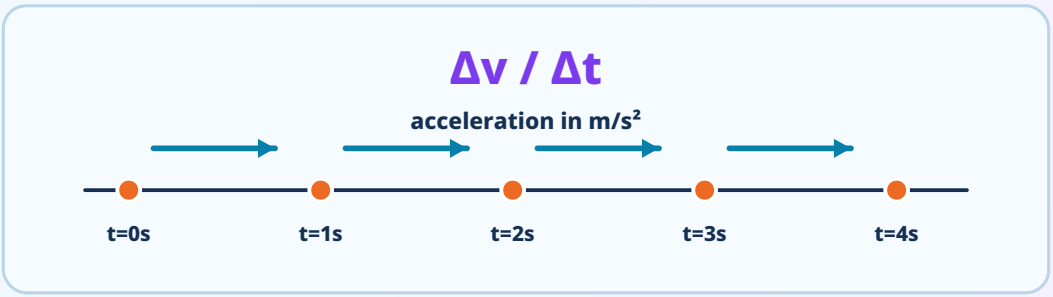
Density is not mass; their SI units are kg/m^3 and kg respectively.
ಸಾಂದ್ರತೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯಲ್ಲ; ಅವುಗಳ ಏಕಕಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ kg/m^3 ಮತ್ತು kg.

DERIVED UNITS · CONCEPT 15

Speed, Velocity and Acceleration

ಜವ, ವೇಗ ಮತ್ತು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **v = displacement/time ; a = Δv/Δt**

- **Average speed equals total distance divided by total time.**
  ಸರಾಸರಿ ಜವ = ಒಟ್ಟು ಕ್ರಮಿಸಿದ ದೂರ / ಒಟ್ಟು ಸಮಯ.
- **Average velocity equals displacement divided by elapsed time.**
  ಸರಾಸರಿ ವೇಗ = ಸ್ಥಾನಾಂತರ / ಕಳೆದ ಸಮಯ.
- **Speed and velocity have SI unit m/s but differ in whether direction is included.**
  ಜವ ಮತ್ತು ವೇಗಕ್ಕೆ SI ಏಕಕ m/s; ಆದರೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಕು ಕೂಡ ಅಡಕವಾಗಿದೆ.
- **Acceleration is change in velocity per unit time, with unit m/s².**
  ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಪ್ರತಿ ಏಕಕ ಕಾಲಕ್ಕೆ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆ; ಏಕಕ m/s².
- **A body can accelerate when its velocity direction changes at constant speed.**
  ಜವ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದರೂ ವೇಗದ ದಿಕ್ಕು ಬದಲಾದರೆ ವಸ್ತುವಿಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಇರುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A car changing velocity by 12 m/s in 3 s has average acceleration 4 m/s².
3 s ನಲ್ಲಿ ವೇಗ 12 m/s ಬದಲಾಗಿದರೆ ಸರಾಸರಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ 4 m/s².

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

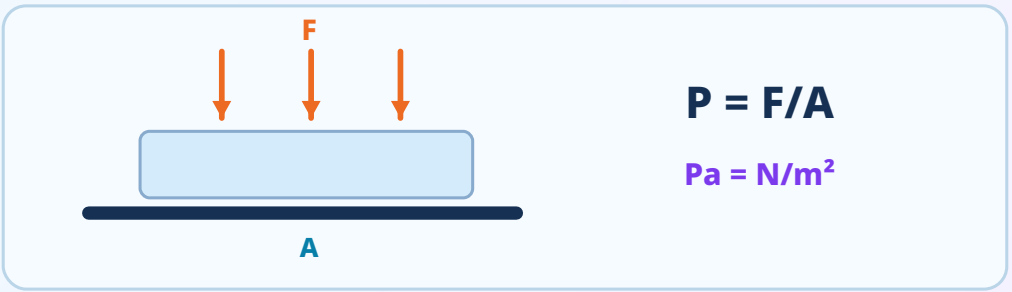
Distance is scalar; displacement is vector.
ದೂರ ಅದಿಶ; ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಸದಿಶ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 16

Force and Pressure

ಬಲ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **F = ma ; P = F⊥/A**

- **Newton's second law gives net force F = ma for constant mass.**
  ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವಾಗ ನ್ಯೂಟನ್ ಎರಡನೇ ನಿಯಮದಂತೆ ನಿವ್ವಳ ಬಲ F = ma.
- **The newton, symbol N, is the SI derived unit of force.**
  ನ್ಯೂಟನ್ (N) ಬಲದ SI ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕ.
- **One newton equals one kg m/s².**
  ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ = ಒಂದು kg m/s².
- **Pressure is normal force divided by area, measured in pascal.**
  ಒತ್ತಡ = ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಲಂಬ ಬಲ / ವಿಸ್ತೀರ್ಣ; ಏಕಕ ಪಾಸ್ಕಲ್.
- **One pascal equals one N/m², or one kg m⁻¹ s⁻².**
  ಒಂದು ಪಾಸ್ಕಲ್ = ಒಂದು N/m² ಅಥವಾ kg m⁻¹ s⁻².

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A 200 N perpendicular force over 0.5 m² gives 400 Pa.

0.5 m² ಮೇಲೆ 200 N ಲಂಬ ಬಲ ಇದ್ದರೆ 400 Pa ಒತ್ತಡ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Force is not pressure: doubling contact area halves pressure for fixed force.

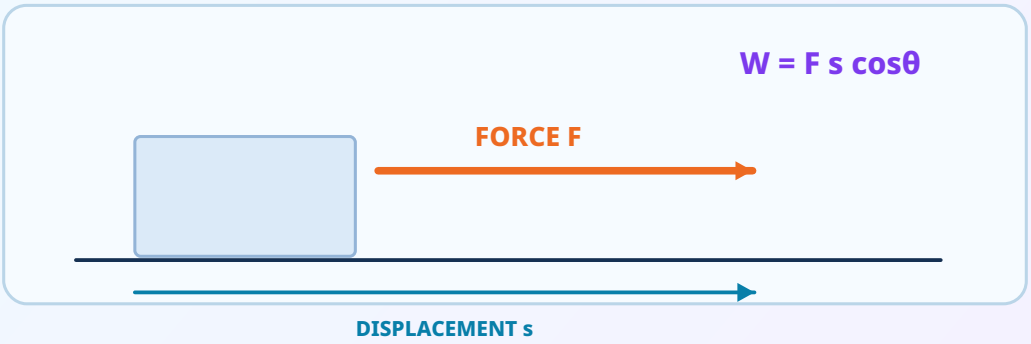
ಬಲ ಮತ್ತು ಒತ್ತಡ ಬೇರೆ; ಸ್ಥಿರ ಬಲಕ್ಕೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಎರಡು ಪಟ್ಟಾದರೆ ಒತ್ತಡ ಅರ್ಧ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 17

Work, Energy and Power

ಕೆಲಸ, ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **W = Fs cosθ ; Power = W/t**

- **Mechanical work by a constant force is the force–displacement dot product.**
  ಸ್ಥಿರ ಬಲ ಮಾಡಿದ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಕೆಲಸವು ಬಲ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನಾಂತರದ ಅದಿಶ ಗುಣಲಬ್ಧ.
- **The joule, symbol J, is the SI unit of work and energy.**
  ಜೂಲ್ (J) ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ SI ಏಕಕ.
- **One joule equals one newton metre or kg m²/s².**
  ಒಂದು ಜೂಲ್ = ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ಮೀಟರ್ ಅಥವಾ kg m^2/s^2.
- **Power is the rate of energy transfer or work done and is measured in watt.**
  ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಎಂದರೆ ಶಕ್ತಿ ವರ್ಗಾವಣೆಯ ಅಥವಾ ಕೆಲಸದ ದರ; ಏಕಕ ವಾಟ್.
- **One watt equals one joule per second, or kg m²/s³.**
  ಒಂದು ವಾಟ್ = ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಜೂಲ್ ಅಥವಾ kg m^2/s^3.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

120 J of work in 4 s corresponds to average power 30 W.
4 s ನಲ್ಲಿ 120 J ಕೆಲಸವಾದರೆ ಸರಾಸರಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ 30 W.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

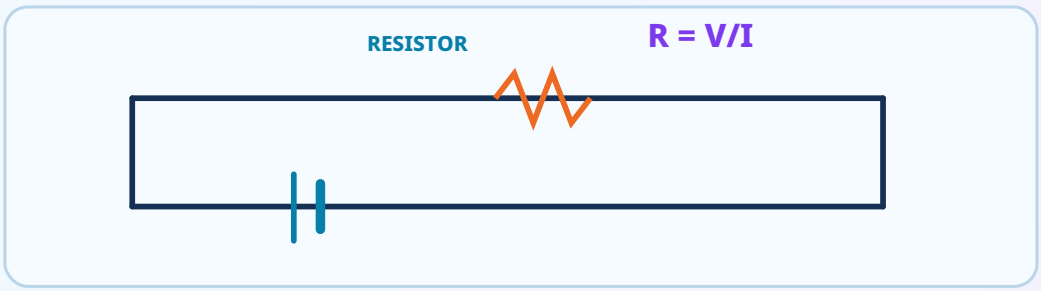
Work is zero for force perpendicular to displacement.
ಬಲ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿದ್ದರೆ ಕೆಲಸ ಶೂನ್ಯ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 18

Electrical Derived Units

ವಿದ್ಯುತ್‌ನ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **V = W/Q ; R = V/I ; P = VI**

- **Electric charge Q has SI unit coulomb, with 1 C = 1 A s.**
  ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ Q ಗೆ ಕೂಲಾಂಬ್ ಏಕಕ; 1 C = 1 A s.
- **Potential difference is energy transferred per unit charge and is measured in volt.**
  ವಿಭವಾಂತರವು ಪ್ರತಿ ಏಕಕ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾವಣೆಯಾದ ಶಕ್ತಿ; ಏಕಕ ವೋಲ್ಟ್.
- **One volt is one joule per coulomb.**
  ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ = ಒಂದು ಜೂಲ್ / ಕೂಲಾಂಬ್.
- **Resistance is potential difference divided by current; its unit is ohm.**
  ಪ್ರತಿರೋಧ = ವಿಭವಾಂತರ / ಪ್ರವಾಹ; ಏಕಕ ಓಮ್.
- **Electrical power is VI and is measured in watt.**
  ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ VI ಆಗಿದ್ದು ವಾಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

At 6 V and 2 A, a resistor has resistance 3 Ω and power 12 W.
6 V ಮತ್ತು 2 A ಇದ್ದಾಗ ಪ್ರತಿರೋಧ 3 Ω ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ 12 W.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

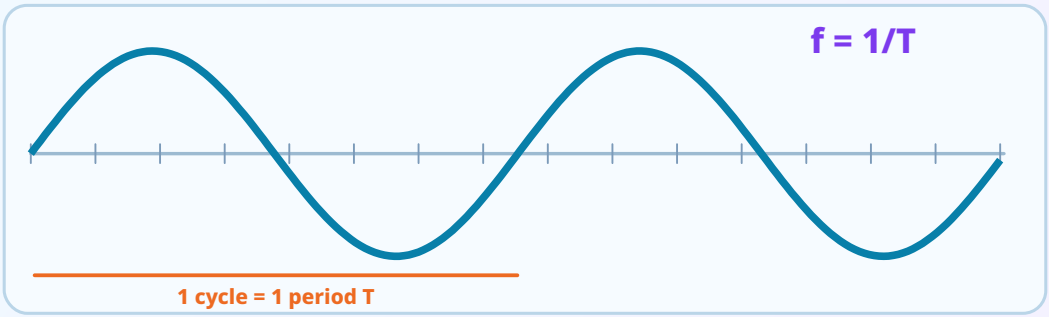
Volt measures potential difference, not current.
ವೋಲ್ಟ್ ವಿಭವಾಂತರದ ಏಕಕ; ಪ್ರವಾಹದ ಏಕಕವಲ್ಲ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 19

Frequency and Other Named Units

ಆವೃತ್ತಿ ಮತ್ತು ಇತರೆ ವಿಶೇಷ ಏಕಕಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $f = 1/T$; $1\ Hz = 1\ s^{-1}$

- **Frequency is the number of cycles per second, measured in hertz.**
  ಆವೃತ್ತಿ ಎಂದರೆ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ನಡೆಯುವ ಆವರ್ತಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ; ಏಕಕ ಹರ್ಟ್ಜ್.
- **One hertz is one reciprocal second, written s^{-1}.**
  ಒಂದು ಹರ್ಟ್ಜ್ = ಒಂದು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡ್; s^{-1} ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ.
- **Electric capacitance has unit farad, and magnetic flux has unit weber.**
  ವಿದ್ಯುತ್ ಧಾರಿತೆಯ ಏಕಕ ಫ್ಯಾರಡ್; ಚುಂಬಕೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್‌ನ ಏಕಕ ವೆಬರ್.
- **Magnetic flux density has unit tesla and inductance has unit henry.**
  ಚುಂಬಕೀಯ ಫ್ಲಕ್ಸ್ ಸಾಂದ್ರತೆಗೆ ಟೆಸ್ಲಾ; ಪ್ರೇರಕತ್ವಕ್ಕೆ ಹೆನ್ರಿ.
- **These names are shortcuts for combinations of SI base units.**
  ಈ ಹೆಸರುಗಳು SI ಮೂಲ ಏಕಕಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ರೂಪಗಳು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A 50 Hz supply has 50 electrical cycles per second.
50 Hz ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 50 ಆವರ್ತಗಳು ಇರುತ್ತವೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

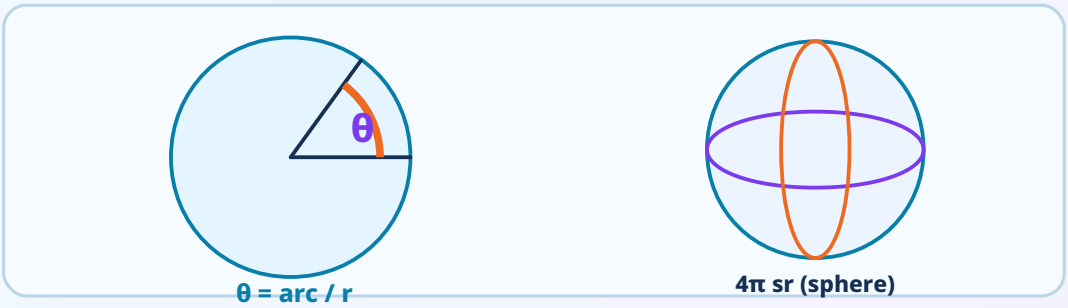
Hertz is a unit of frequency; rad/s expresses angular frequency.
Hz ಆವೃತ್ತಿಯ ಏಕಕ; rad/s ಕೋನೀಯ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

DERIVED UNITS · CONCEPT 20

Angles: Radian and Steradian

ಕೋನಗಳು: ರೇಡಿಯನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೆರೇಡಿಯನ್

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **θ = arc/radius ; Ω = spherical area/radius²**

- **The radian is the SI unit for plane angle.**
  ರೇಡಿಯನ್ ಸಮತಲ ಕೋನದ SI ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **One radian is the angle subtended by an arc equal to the circle's radius.**
  ವೃತ್ತದ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸಮವಾದ ಚಾಪವು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕೋನ ಒಂದು ರೇಡಿಯನ್.
- **The steradian is the SI unit for solid angle.**
  ಸ್ಟೆರೇಡಿಯನ್ ಘನಕೋನದ SI ಏಕಕವಾಗಿದೆ.
- **Both rad and sr are special names for the dimensionless SI derived unit one.**
  rad ಮತ್ತು sr ಎರಡೂ ಆಯಾಮರಹಿತ SI ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕ 'ಒಂದು' ಗೆ ವಿಶೇಷ ಹೆಸರುಗಳು.
- **A complete circle spans 2π rad, and a complete sphere spans 4π sr.**
  ಪೂರ್ಣ ವೃತ್ತ 2π rad; ಸಂಪೂರ್ಣ ಗೋಳ 4π sr ಕೋನವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A right angle is π/2 rad = 90°.
ಸಮಕೋನ π/2 rad = 90°.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Radian and steradian are not additional SI base units.
ರೇಡಿಯನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೆರೇಡಿಯನ್ ಹೆಚ್ಚುವರಿ SI ಮೂಲ ಏಕಕಗಳಲ್ಲ.

SI CONVERSIONS · CONCEPT 21

Writing SI Symbols Correctly

SI ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಬರೆಯುವುದು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **25 m · 60 s · 30 °C · 300 K**

- **SI unit symbols are not abbreviations and normally do not take a final period.**
  SI ಏಕಕ ಸಂಕೇತಗಳು ಸಂಕ್ಷೇಪ ರೂಪಗಳಲ್ಲ; ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅವುಗಳ ನಂತರ ಪೂರ್ಣವಿರಾಮ ಹಾಕುವುದಿಲ್ಲ.
- **A space separates the numerical value from the unit symbol: 25 m or 30 °C.**
  ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಏಕಕ ಸಂಕೇತದ ನಡುವೆ ಅಂತರ ಇರಬೇಕು: 25 m ಅಥವಾ 30 °C.
- **Symbols named after people begin with capitals, such as N, J, W and Pa.**
  ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಹೆಸರಿನ ಏಕಕ ಸಂಕೇತಗಳು N, J, W, Pa ಮೊದಲಾದ ದೊಡ್ಡಕ್ಷರಗಳಿಂದ ಆರಂಭವಾಗುತ್ತವೆ.
- **Unit names are generally lowercase: newton, joule, watt and pascal.**
  ಏಕಕಗಳ ಪೂರ್ಣ ಹೆಸರುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಣ್ಣಕ್ಷರಗಳಲ್ಲಿ: newton, joule, watt, pascal.
- **Prefixes cannot be compounded; write nm, not mμm.**
  ಎರಡು ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಬಾರದು; nm ಬರೆಯಿರಿ, mμm ಅಲ್ಲ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

5 kg is correct; “5 kgs” is not an SI symbol expression.

5 kg ಸರಿಯಾದ ರೂಪ; “5 kgs” SI ಸಂಕೇತದ ಸರಿಯಾದ ಬಳಕೆ ಅಲ್ಲ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Symbols are case-sensitive: m = metre; M = mega prefix.

ಸಂಕೇತಗಳಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ-ಸಣ್ಣಕ್ಷರ ಮುಖ್ಯ: m = ಮೀಟರ್; M = ಮೆಗಾ.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 22

Fundamental Dimensions

ಮೂಲ ಆಯಾಮಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $[Q] = M^aL^bT^cI^dΘ^eN^fJ^g$

- **A physical dimension identifies the kind of quantity independent of its chosen unit.**
  ಭೌತಿಕ ಆಯಾಮವು ಆಯ್ದ ಏಕಕದಿಂದ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಪರಿಮಾಣದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ.
- **The conventional symbols for length, mass and time are L, M and T.**
  ಉದ್ದ, ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಕಾಲದ ಆಯಾಮ ಸಂಕೇತಗಳು L, M ಮತ್ತು T.
- **Electric current uses I; temperature uses Θ; amount of substance uses N.**
  ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ I, ತಾಪಮಾನಕ್ಕೆ Θ, ಪದಾರ್ಥದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ N ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
- **Luminous intensity has dimensional symbol J in a common SI convention.**
  ಸಾಮಾನ್ಯ SI ಸಂಪ್ರದಾಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆಯ ಆಯಾಮ ಸಂಕೇತ J.
- **A dimensional formula lists powers of the fundamental dimensions of a quantity.**
  ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರವು ಪರಿಮಾಣದ ಮೂಲ ಆಯಾಮಗಳ ಘಾತಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Area has $[A] = L^2$, and volume has $[V] = L^3$.
ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ $[A] = L^2$ ಮತ್ತು ಘನಪರಿಮಾಣದ $[V] = L^3$.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

J as a dimension symbol for luminous intensity differs from J as joule unit.
ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆಯ ಆಯಾಮ J ಮತ್ತು ಜೂಲ್‌ನ ಏಕಕ J ಬೇರೆ ಸಂದರ್ಭಗಳ ಸಂಕೇತಗಳು.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 23

Common Dimensional Formulas

ಪ್ರಮುಖ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $[\rho] = M L^{-3}$; $[G] = M^{-1} L^{3} T^{-2}$

- **Speed and velocity have dimension $L T^{-1}$.**
  ಜವ ಮತ್ತು ವೇಗದ ಆಯಾಮ $L T^{-1}$.
- **Acceleration has dimension $L T^{-2}$.**
  ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಆಯಾಮ $L T^{-2}$.
- **Force has dimension $M L T^{-2}$.**
  ಬಲದ ಆಯಾಮ $M L T^{-2}$.
- **Work and energy have dimension $M L^{2} T^{-2}$.**
  ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಯ ಆಯಾಮ $M L^{2} T^{-2}$.
- **Pressure has dimension $M L^{-1} T^{-2}$, and power has $M L^{2} T^{-3}$.**
  ಒತ್ತಡದ ಆಯಾಮ $M L^{-1} T^{-2}$ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಆಯಾಮ $M L^{2} T^{-3}$.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

From $F = ma$, $[F] = M \times L T^{-2} = M L T^{-2}$.
$F = ma$ ಯಿಂದ $[F] = M \times L T^{-2} = M L T^{-2}$.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

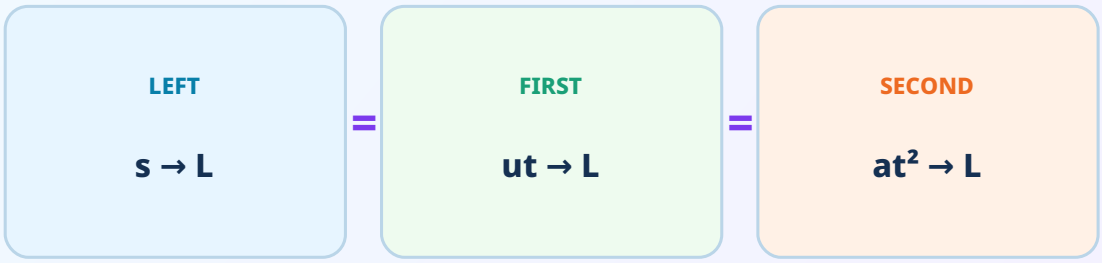
The dimensions of work and torque coincide, but the quantities differ.
ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಬಲದ ಆಘೂರ್ಣದ ಆಯಾಮ ಒಂದೇ; ಆದರೆ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಬೇರೆ.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 24

Principle of Dimensional Homogeneity

ಆಯಾಮಗಳ ಸಮರೂಪತೆಯ ತತ್ವ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION $[s] = [ut] = [at^2] = L$

- **Every term that is added or subtracted in a valid physical equation has the same dimensions.**
  ಸರಿಯಾದ ಭೌತಿಕ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸುವ ಅಥವಾ ಕಳೆಯುವ ಪ್ರತಿ ಪದಕ್ಕೂ ಒಂದೇ ಆಯಾಮ ಇರಬೇಕು.
- **An equation may equate quantities only when their dimensions are compatible.**
  ಸಮೀಕರಣದ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳ ಆಯಾಮಗಳು ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಾಗಬೇಕು.
- **Pure numerical constants do not carry physical dimensions.**
  ಶುದ್ಧ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳಿಗೆ ಭೌತಿಕ ಆಯಾಮಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ.
- **Dimensionally correct equations may still be physically or numerically wrong.**
  ಆಯಾಮದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಸರಿಯಾದ ಸಮೀಕರಣವೂ ಭೌತಿಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕವಾಗಿ ತಪ್ಪಾಗಿರಬಹುದು.
- **Trigonometric and exponential function arguments must be dimensionless.**
  ತ್ರಿಕೋನಮಿತಿಯ ಮತ್ತು ಘಾತೀಯ ಫಲಕಗಳ ವಾದಗಳು ಆಯಾಮರಹಿತವಾಗಿರಬೇಕು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

In $s = ut + \frac{1}{2}at^2$, every term has dimension L.

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ಸಮೀಕರಣದ ಪ್ರತಿ ಪದದ ಆಯಾಮ L.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Dimensional consistency is a necessary test, not a proof of correctness.

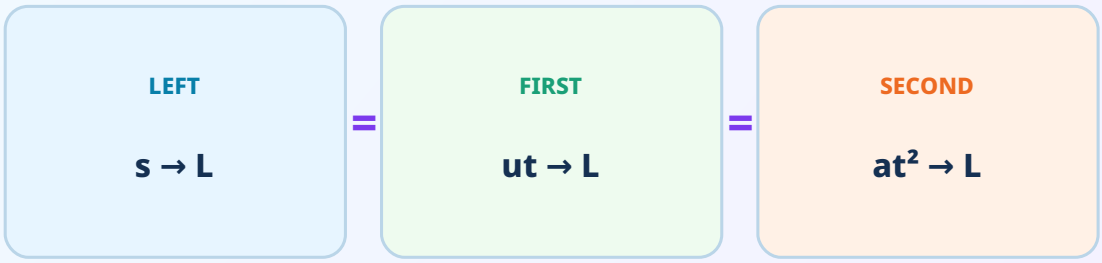
ಆಯಾಮ ಸಮರೂಪತೆ ಅಗತ್ಯ ಪರೀಕ್ಷೆ; ಅದು ಸರಿಯೆಂಬ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಾಕ್ಷ್ಯವಲ್ಲ.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 25

Check Equations by Dimensions

ಆಯಾಮಗಳಿಂದ ಸಮೀಕರಣ ಪರಿಶೀಲನೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Correct: $v = u + at$ | Incorrect: $v = u + at^2$**

- **The dimensions of v^2 are $L^2 T^{-2}$.**
  v^2 ನ ಆಯಾಮ $L^2 T^{-2}$.
- **The dimensions of $2as$ are also $L^2 T^{-2}$.**
  $2as$ ನ ಆಯಾಮವೂ $L^2 T^{-2}$ ಆಗಿದೆ.
- **Thus $v^2 = u^2 + 2as$ passes a dimensional consistency check.**
  ಹೀಗಾಗಿ $v^2 = u^2 + 2as$ ಆಯಾಮ ಸಮರೂಪತೆ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ.
- **An expression $v = u + at^2$ fails because at^2 has dimension L, not $L T^{-1}$.**
  $v = u + at^2$ ತಪ್ಪು; ಏಕೆಂದರೆ at^2 ಆಯಾಮ L, ಆದರೆ ವೇಗದ ಆಯಾಮ $L T^{-1}$.
- **It is useful to label every variable's dimensions before simplifying.**
  ಸರಳೀಕರಣಕ್ಕೂ ಮುನ್ನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚರದ ಆಯಾಮ ಬರೆಯುವುದು ಉಪಯುಕ್ತ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

For $v = u + at$, $[at] = (L T^{-2})T = L T^{-1}$.

$v = u + at$ ಯಲ್ಲಿ $[at] = (L T^{-2})T = L T^{-1}$.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

An equation passing this test may still miss a numerical factor such as ½.

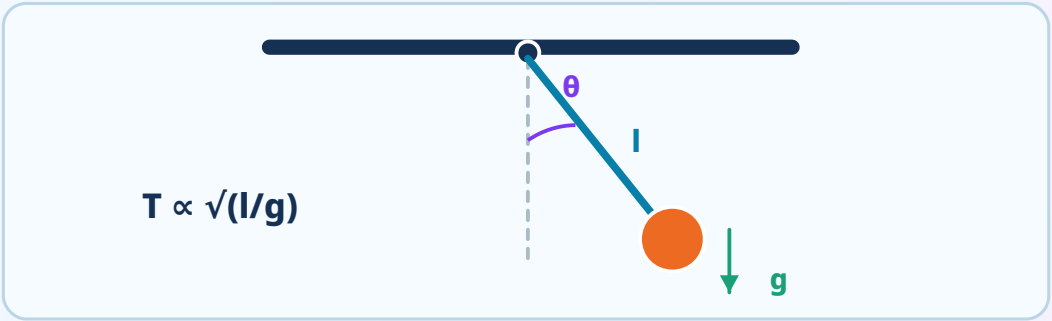
ಆಯಾಮ ಪರೀಕ್ಷೆ ಪಾಸಾದರೂ ½ ನಂಥ ಸಂಖ್ಯಾ ಗುಣಕ ತಪ್ಪಿಹೋಗಿರಬಹುದು.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 26

Use Dimensions to Predict a Relation

ಆಯಾಮಗಳಿಂದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಊಹಿಸುವುದು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **a = ½, b = −½ ; T ∝ √(l/g)**

- **Suppose pendulum period T depends on length l and gravitational acceleration g.**
  ಲೋಲಕದ ಆವರ್ತಕಾಲ T ಉದ್ದ l ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ g ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತ ಎಂದು ಊಹಿಸೋಣ.
- **Assume $T \propto l^a g^b$ for unknown powers a and b.**
  ತಿಳಿಯದ ಘಾತಗಳಾದ a ಮತ್ತು b ಗಾಗಿ $T \propto l^a g^b$ ಎಂದು ಧಾರಣೆ ಮಾಡೋಣ.
- **Dimensions give $T = L^a(L\,T^{-2})^b = L^{a+b}\,T^{-2b}$.**
  ಆಯಾಮಗಳಿಂದ $T = L^a(L\,T^{-2})^b = L^{a+b}\,T^{-2b}$ ಬರುತ್ತದೆ.
- **Matching powers yields a + b = 0 and −2b = 1.**
  ಘಾತಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದರೆ a + b = 0 ಮತ್ತು −2b = 1 ಸಿಗುತ್ತವೆ.
- **Therefore $T \propto \sqrt{(l/g)}$; the numerical factor needs physics or experiment.**
  ಆದ್ದರಿಂದ $T \propto \sqrt{(l/g)}$; ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಗುಣಕಕ್ಕೆ ಭೌತಿಕ ನಿಯಮ ಅಥವಾ ಪ್ರಯೋಗ ಬೇಕು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

For small oscillations the actual formula is $T = 2\pi\sqrt{(l/g)}$.
ಸಣ್ಣ ದೋಲನಗಳಿಗೆ ನಿಜವಾದ ಸೂತ್ರ $T = 2\pi\sqrt{(l/g)}$.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Dimensional analysis cannot determine the constant 2π.
ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ 2π ಸ್ಥಿರಾಂಕ ತಿಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 27

Convert Units Using Dimensions

ಆಯಾಮಗಳ ಮೂಲಕ ಏಕಕ ಪರಿವರ್ತನೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **1 J = 10^7 erg ; 1 N = 10^5 dyne**

- **A quantity retains its physical magnitude when expressed in another unit system.**
  ಬೇರೆ ಏಕಕ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆದರೂ ಪರಿಮಾಣದ ಭೌತಿಕ ಗಾತ್ರ ಬದಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.
- **For a quantity with dimensions $M^aL^bT^c$, conversion factors carry these powers.**
  $M^aL^bT^c$ ಆಯಾಮದ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತನಾ ಗುಣಕಗಳು ಇದೇ ಘಾತಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.
- **One newton is 10^5 dynes because 1 kg = 10^3 g and 1 m = 10^2 cm.**
  1 kg = 10^3 g ಮತ್ತು 1 m = 10^2 cm ಆದ್ದರಿಂದ 1 N = 10^5 ಡೈನ್.
- **One joule equals 10^7 ergs in the CGS system.**
  CGS ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೂಲ್ = 10^7 ಎರ್ಗ್.
- **The numerical value changes inversely with the size of the chosen unit.**
  ಆಯ್ದ ಏಕಕದ ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಮೌಲ್ಯ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

1 N = 1 kg·m/s² = 10^3×10^2 g·cm/s² = 10^5 dyne.

1 N = 10^3×10^2 g·cm/s² = 10^5 ಡೈನ್.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

CGS refers to centimetre–gram–second; SI uses seven base quantities.

CGS ಎಂದರೆ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್–ಗ್ರಾಂ–ಸೆಕೆಂಡ್; SI ಯಲ್ಲಿ ಏಳು ಮೂಲ ಪರಿಮಾಣಗಳಿವೆ.

DIMENSIONAL ANALYSIS · CONCEPT 28

Limits of Dimensional Analysis

ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಮಿತಿಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Same dimensions ≠ same physical meaning**

- **Dimensional analysis cannot determine dimensionless constants such as 2 or π.**
  ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ 2 ಅಥವಾ π ನಂಥ ಆಯಾಮರಹಿತ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.
- **It cannot by itself establish whether a proposed physical relationship is true.**
  ಉದ್ದೇಶಿತ ಭೌತಿಕ ಸಂಬಂಧ ನಿಜವೇ ಎಂದು ಇದರಿಂದ ಮಾತ್ರ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.
- **It cannot generally identify the exact form of a sum of several terms.**
  ಹಲವು ಪದಗಳ ಮೊತ್ತದ ನಿಖರ ರೂಪವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇದು ತಿಳಿಸಲಾರದು.
- **It cannot distinguish different quantities having identical dimensions.**
  ಒಂದೇ ಆಯಾಮ ಹೊಂದಿದ ವಿಭಿನ್ನ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಇದು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲಾರದು.
- **It requires knowing all relevant variables and how quantities depend on them.**
  ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಎಲ್ಲ ಚರಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಅವಲಂಬನೆಯನ್ನು ತಿಳಿದಿರಬೇಕು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Work and torque both have dimension $M L^2 T^{-2}$.
ಕೆಲಸ ಮತ್ತು ಆಘೂರ್ಣ ಎರಡಕ್ಕೂ $M L^2 T^{-2}$ ಆಯಾಮ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Dimensional correctness never guarantees experimental correctness.
ಆಯಾಮ ಸಮರೂಪತೆ ಇದ್ದರೆ ಪ್ರಯೋಗಾತ್ಮಕ ಸರಿತನ ಖಚಿತ ಎನ್ನಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 29

The Process of Measurement
ಮಾಪನದ ಕ್ರಮ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Select → Zero → Read → Repeat → Report**

- **Choose an instrument suitable for the object and expected range.**
  ವಸ್ತು ಮತ್ತು ಅಂದಾಜು ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ತಕ್ಕ ಮಾಪನ ಉಪಕರಣ ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿ.
- **Check calibration, zero setting and environmental conditions before measuring.**
  ಮಾಪನಕ್ಕೂ ಮೊದಲು ಮಾಪನಾಂಕನ, ಶೂನ್ಯಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಪರಿಸರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ.
- **Read the scale with the eye appropriately aligned to reduce parallax error.**
  ಪ್ಯಾರಾಲಾಕ್ಸ್ ದೋಷ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಮಾಪಕವನ್ನು ಸರಿಯಾದ ದೃಷ್ಟಿರೇಖೆಯಿಂದ ಓದಿ.
- **Repeat readings when possible and record them with units.**
  ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಮರುಮರು ಮಾಪನ ಮಾಡಿ ಏಕಕಗಳೊಂದಿಗೆ ದಾಖಲಿಸಿ.
- **State the result with sensible significant figures and an uncertainty estimate.**
  ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಸಾರಗರ್ಭಿತ ಅಂಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಅಂದಾಜಿನೊಂದಿಗೆ ಹೇಳಿ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A length result could be reported as (12.35 ± 0.05) cm.
ಉದ್ದದ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು (12.35 ± 0.05) cm ಎಂದು ತಿಳಿಸಬಹುದು.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

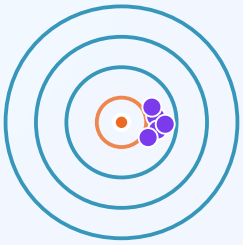
More decimal places do not automatically mean more accuracy.
ಹೆಚ್ಚಿನ ದಶಮಾಂಶ ಸ್ಥಾನಗಳು ಎಂದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಿಖರತೆ ಎಂದೇನಲ್ಲ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 30

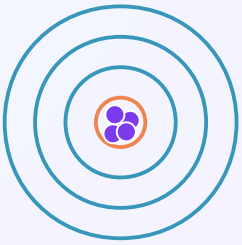
Accuracy Versus Precision

ಯಥಾರ್ಥತೆ ಮತ್ತು ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರತೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



PRECISE, BIASED



PRECISE, ACCURATE

KEY RELATION **Accurate → close to reference; precise → tightly grouped**

- **Accuracy describes closeness of a measurement to a reference or true value.**
  ಯಥಾರ್ಥತೆ ಎಂದರೆ ಮಾಪಿತ ಮೌಲ್ಯವು ಉಲ್ಲೇಖ ಅಥವಾ ನಿಜ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವಿದೆ ಎಂಬುದು.
- **Precision describes closeness of repeated measurements to one another.**
  ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರತೆ ಎಂದರೆ ಮರುಮರು ಪಡೆದ ಮೌಲ್ಯಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರವಿವೆ ಎಂಬುದು.
- **Results can be precise but inaccurate when a systematic error is present.**
  ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ದೋಷವಿದ್ದರೆ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮೀಪವಾಗಿದ್ದರೂ ನಿಜ ಮೌಲ್ಯದಿಂದ ದೂರ ಇರಬಹುದು.
- **Random errors often reduce repeatability and therefore precision.**
  ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ದೋಷಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪುನರಾವರ್ತಿತ ಸಮೀಪತೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುತ್ತವೆ.
- **Calibration helps improve accuracy; repeated careful measurements assess precision.**
  ಮಾಪನಾಂಕನ ಯಥಾರ್ಥತೆಯನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುತ್ತದೆ; ಮರುಮರು ಮಾಪನ ಪುನರಾವರ್ತಿತತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Readings 9.80, 9.81 and 9.80 cm may be precise but biased if true length is 10 cm.

ನಿಜ ಉದ್ದ 10 cm ಆಗಿದ್ದರೆ 9.80, 9.81, 9.80 cm ಮೌಲ್ಯಗಳು ಸಮೀಪವಾಗಿದ್ದರೂ ಪಕ್ಷಪಾತಿತ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Accuracy and precision are not synonyms.

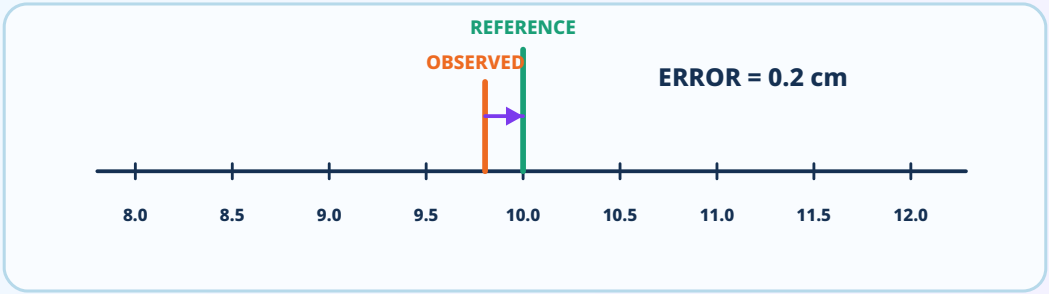
ಯಥಾರ್ಥತೆ ಮತ್ತು ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರತೆ ಸಮಾನಾರ್ಥಕ ಪದಗಳಲ್ಲ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 31

Absolute, Relative and Percent Error

ನಿರಪೇಕ್ಷ, ಸಾಪೇಕ್ಷ ಮತ್ತು ಶೇಕಡಾ ದೋಷ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **% error = |x−xref| / |xref| × 100%**

- **The absolute error relative to a reference is the magnitude of measured minus reference value.**
  ನಿರಪೇಕ್ಷ ದೋಷ = ಮಾಪಿತ ಮೌಲ್ಯ ಮತ್ತು ಉಲ್ಲೇಖ ಮೌಲ್ಯದ ವ್ಯತ್ಯಾಸದ ಪರಮ ಮೌಲ್ಯ.
- **Relative error equals absolute error divided by the magnitude of reference value.**
  ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೋಷ = ನಿರಪೇಕ್ಷ ದೋಷ / ಉಲ್ಲೇಖ ಮೌಲ್ಯದ ಪರಮ ಮೌಲ್ಯ.
- **Percentage error is relative error multiplied by 100%.**
  ಶೇಕಡಾ ದೋಷವು ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೋಷವನ್ನು 100% ನಿಂದ ಗುಣಿಸಿದ ಮೌಲ್ಯ.
- **Absolute error carries the quantity's unit, while relative error is dimensionless.**
  ನಿರಪೇಕ್ಷ ದೋಷಕ್ಕೆ ಪರಿಮಾಣದ ಏಕಕ ಇರುತ್ತದೆ; ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೋಷ ಆಯಾಮರಹಿತ.
- **When a reference value is unavailable, experimental uncertainty is estimated from measurements.**
  ಉಲ್ಲೇಖ ಮೌಲ್ಯ ತಿಳಿದಿಲ್ಲದಾಗ ಪ್ರಯೋಗದ ಮಾಪನಗಳಿಂದ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಯನ್ನು ಅಂದಾಜಿಸುತ್ತಾರೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Measured 9.8 cm versus reference 10.0 cm gives 0.2 cm and 2% error.

ಮಾಪಿತ 9.8 cm, ಉಲ್ಲೇಖ 10.0 cm ಇದ್ದರೆ 0.2 cm ಮತ್ತು 2% ದೋಷ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Percent error is undefined by this formula when reference value is zero.

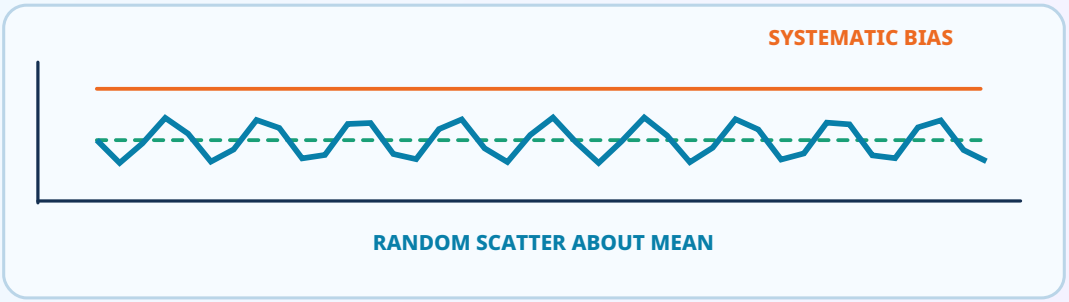
ಉಲ್ಲೇಖ ಮೌಲ್ಯ ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಈ ಸೂತ್ರದ ಶೇಕಡಾ ದೋಷ ಲೆಕ್ಕಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 32

Types of Measurement Error

ಮಾಪನ ದೋಷಗಳ ವಿಧಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Systematic · Random · Gross**

- **Systematic errors repeatedly shift readings in a consistent direction or pattern.**
  ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ದೋಷಗಳು ಮಾಪನಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಿಸುತ್ತವೆ.
- **Random errors cause unpredictable variation between repeated readings.**
  ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ದೋಷಗಳು ಮರುಮರು ಮಾಪನಗಳಲ್ಲಿ ಊಹಿಸಲಾಗದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.
- **Gross errors arise from mistakes such as misreading, wrong recording or incorrect calculation.**
  ಸ್ಥೂಲ ದೋಷಗಳು ತಪ್ಪಾಗಿ ಓದುವುದು, ದಾಖಲಿಸುವುದು ಅಥವಾ ಲೆಕ್ಕಿಸುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ.
- **Zero error and poorly calibrated scales are common instrumental systematic errors.**
  ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಮತ್ತು ತಪ್ಪು ಮಾಪನಾಂಕಿತ ಮಾಪಕಗಳು ಉಪಕರಣದ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ದೋಷಗಳ ಉದಾಹರಣೆ.
- **Repeated measurements may reduce random uncertainty but do not remove systematic bias.**
  ಮರುಮರು ಮಾಪನ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದು; ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಪಕ್ಷಪಾತವನ್ನು ಅಳಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A stopwatch consistently 0.4 s fast produces a systematic offset.

ಗಡಿಯಾರವು ಸದಾ 0.4 s ಮುಂದೆ ಇದ್ದರೆ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Do not treat every observed discrepancy as a human mistake.

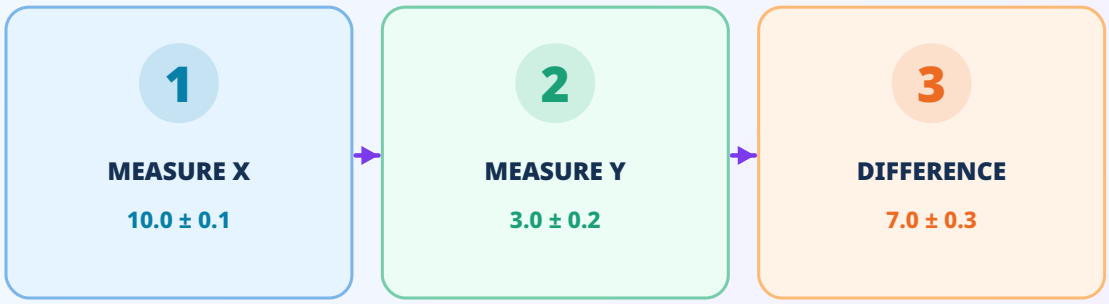
ಕಾಣುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನೂ ಮಾನವ ತಪ್ಪು ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಡಿ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 33

Propagation: Addition and Subtraction

ದೋಷ ಪ್ರಸರಣ: ಸಂಕಲನ ಮತ್ತು ವ್ಯವಕಲನ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Worst case: Δ(x ± y) ≤ Δx + Δy**

- **For independent small uncertainties, statistical combination often uses root-sum-square.**
  ಸ್ವತಂತ್ರ ಸಣ್ಣ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಯೋಜನೆಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತದ ವರ್ಗಮೂಲ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.
- **For a conservative worst-case bound, absolute uncertainties add in sums or differences.**
  ಗರಿಷ್ಠ ಸಾಧ್ಯ ದೋಷದ ಮಿತಿಗಾಗಿ ಸಂಕಲನ ಅಥವಾ ವ್ಯವಕಲನದಲ್ಲಿ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುತ್ತಾರೆ.
- **If z = x + y, the worst-case bound is Δz ≤ Δx + Δy.**
  z = x + y ಇದ್ದರೆ ಗರಿಷ್ಠ ದೋಷ ಮಿತಿ Δz ≤ Δx + Δy.
- **The same worst-case rule applies if z = x − y.**
  z = x − y ಇದ್ದರೂ ಅದೇ ಗರಿಷ್ಠ ದೋಷ ನಿಯಮ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.
- **An uncertainty should carry the same physical unit as its reported result.**
  ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗೆ ಫಲಿತಾಂಶದಂತೆಯೇ ಭೌತಿಕ ಏಕಕ ಇರಬೇಕು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

For (10.0 ± 0.1) cm − (3.0 ± 0.2) cm, worst-case bound is 7.0 ± 0.3 cm.

(10.0 ± 0.1) cm − (3.0 ± 0.2) cm ಗೆ ಗರಿಷ್ಠ ದೋಷ 7.0 ± 0.3 cm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Do not simply subtract uncertainties when subtracting quantities.

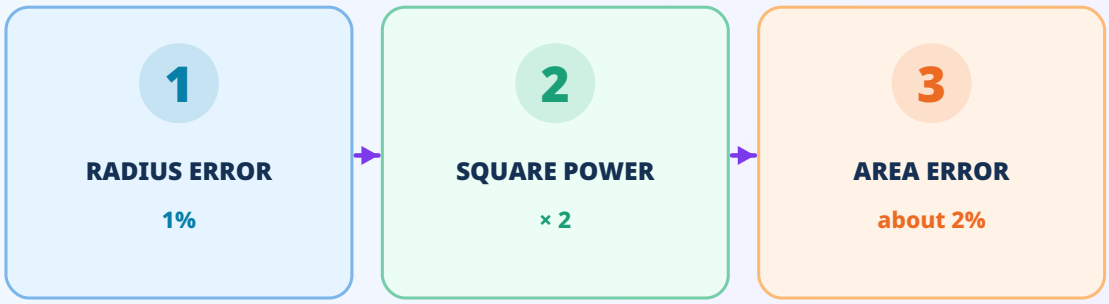
ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಕಳೆಯುವಾಗ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಕಳೆಯಬೇಡಿ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 34

Propagation: Products and Powers

ದೋಷ ಪ್ರಸರಣ: ಗುಣಾಕಾರ ಮತ್ತು ಘಾತಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **For $A = \pi r^2$: $\Delta A/A \approx 2\Delta r/r$**

- **For products and quotients, small worst-case fractional uncertainties approximately add.**
  ಗುಣಾಕಾರ ಅಥವಾ ಭಾಗಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಗರಿಷ್ಠ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು ಸೇರಿಸುತ್ತಾರೆ.

- **For z = xy, Δz/**
  z| ≈ Δx/|x| + Δy/|y| is a conservative approximation.|z = xy ಗೆ Δz/|z| ≈ Δx/|x| + Δy/|y| ಗರಿಷ್ಠ ಅಂದಾಜು.

- **For $z = x^n$, its small relative uncertainty is approximately**
  n|Δx/|x|.|z = x^n ಗೆ ಸಣ್ಣ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಸುಮಾರು |n|Δx/|x|.

- **For independent statistical uncertainties, quadrature is often more realistic.**
  ಸ್ವತಂತ್ರ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳಿಗೆ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತದ ವರ್ಗಮೂಲ ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತವಾಗಬಹುದು.

- **These approximate rules assume uncertainties are small compared with measured values.**
  ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳು ಮಾಪಿತ ಮೌಲ್ಯಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಸಣ್ಣವು ಎಂಬ ಊಹೆಯಿಂದ ಈ ನಿಯಮಗಳು ಬರುತ್ತವೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

If radius error is 1%, the area πr^2 has about 2% relative error.

ತ್ರಿಜ್ಯದಲ್ಲಿ 1% ದೋಷವಿದ್ದರೆ πr^2 ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 2% ಸಾಪೇಕ್ಷ ದೋಷ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Differentiate worst-case bounds from independent random-uncertainty rules.

ಗರಿಷ್ಠ ದೋಷ ಮಿತಿಗಳು ಮತ್ತು ಸ್ವತಂತ್ರ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 35

Significant Figures
ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳು

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **0.00450 → 3 significant figures**

- **Significant figures express meaningful digits consistent with measurement resolution.**
  ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳು ಮಾಪನದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಗೆ ಹೊಂದುವ ಅರ್ಥಪೂರ್ಣ ಅಂಕೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.
- **All nonzero digits are significant, as are zeros between nonzero digits.**
  ಶೂನ್ಯವಲ್ಲದ ಎಲ್ಲ ಅಂಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಶೂನ್ಯಗಳು ಸಾರ್ಥಕ.
- **Leading zeros are placeholders and are not significant.**
  ಮೊದಲಿನ ಸ್ಥಾನ ಸೂಚಕ ಶೂನ್ಯಗಳು ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳಲ್ಲ.
- **Trailing zeros to the right of a decimal point are significant.**
  ದಶಮಾಂಶದ ಬಲಭಾಗದ ಕೊನೆಯ ಶೂನ್ಯಗಳು ಸಾರ್ಥಕ.
- **Scientific notation makes the number of significant figures clear.**
  ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಕೇತನ ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

0.00450 has three significant figures: 4, 5 and final 0.
0.00450 ನಲ್ಲಿ 4, 5 ಮತ್ತು ಕೊನೆಯ 0 ಸೇರಿ ಮೂರು ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳು.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

1000 without context has ambiguous significant figures; use notation like 1.00×10^{3}.
ಸಂದರ್ಭವಿಲ್ಲದ 1000 ರ ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳು ಅಸ್ಪಷ್ಟ; 1.00×10^{3} ರೂಪ ಬಳಸಿ.

MEASUREMENT QUALITY · CONCEPT 36

Rounding and Reporting Results

ಸಮೀಪೀಕರಣ ಮತ್ತು ಫಲಿತಾಂಶದ ವರದಿ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **12.1 + 0.34 → 12.4 (decimal-place rule)**

- **Rounding should preserve the precision justified by the data and instrument.**
  ಸಮೀಪೀಕರಣವು ದತ್ತಾಂಶ ಮತ್ತು ಉಪಕರಣಕ್ಕೆ ಹೊಂದುವ ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಉಳಿಸಬೇಕು.
- **For multiplication or division, answers generally match the least number of significant figures.**
  ಗುಣಾಕಾರ ಅಥವಾ ಭಾಗಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳಷ್ಟು ಫಲಿತಾಂಶ ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ.
- **For addition or subtraction, round to the least precise decimal place.**
  ಸಂಕಲನ ಅಥವಾ ವ್ಯವಕಲನದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ನಿಖರ ದಶಮಾಂಶ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಸಮೀಪೀಕರಿಸುತ್ತಾರೆ.
- **Avoid rounding intermediate calculations too early.**
  ಮಧ್ಯಂತರ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಮುಂಚೆಯೇ ಸಮೀಪೀಕರಣ ಮಾಡಬೇಡಿ.
- **Report value and uncertainty to compatible decimal places.**
  ಮೌಲ್ಯ ಮತ್ತು ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವ ದಶಮಾಂಶ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ವರದಿ ಮಾಡಿ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

12.1 cm + 0.34 cm = 12.44 cm, reported as 12.4 cm.

12.1 cm + 0.34 cm = 12.44 cm; ವರದಿಯಲ್ಲಿ 12.4 cm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Exact counted numbers and defined conversion factors do not limit significant figures.

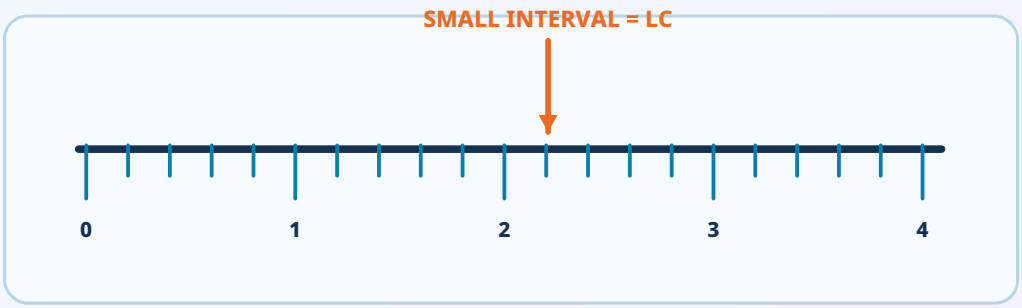
ನಿಖರ ಎಣಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿತ ಪರಿವರ್ತನಾ ಗುಣಕಗಳು ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳ ಮಿತಿಯಲ್ಲ.

MEASURING INSTRUMENTS · CONCEPT 37

Least Count, Resolution and Zero Error

ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ದೋಷ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Correct reading = observed reading − zero error**

- **Least count is the smallest indicated increment readable directly on a scale.**
  ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ ಎಂದರೆ ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಓದಬಹುದಾದ ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಹೆಚ್ಚಳ.
- **Instrument resolution is its ability to distinguish nearby measured values.**
  ಉಪಕರಣದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಎಂದರೆ ಹತ್ತಿರದ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಗುರುತಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ.
- **An instrument can have fine resolution yet poor accuracy when wrongly calibrated.**
  ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಹೆಚ್ಚು ಇದ್ದರೂ ತಪ್ಪು ಮಾಪನಾಂಕನದಿಂದ ಯಥಾರ್ಥತೆ ಕಡಿಮೆ ಇರಬಹುದು.
- **Zero error occurs when an instrument reads a nonzero value for a true zero input.**
  ನಿಜ ಶೂನ್ಯ ಇನ್‌ಪುಟ್‌ಗೆ ಉಪಕರಣ ಶೂನ್ಯವಲ್ಲದ ಮೌಲ್ಯ ತೋರಿಸಿದರೆ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ.
- **Zero correction is the negative of the observed zero error.**
  ಶೂನ್ಯ ತಿದ್ದುಪಡಿ = ಕಂಡುಬಂದ ಶೂನ್ಯ ದೋಷದ ಋಣ ಮೌಲ್ಯ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

If a closed caliper reads +0.02 mm, subtract 0.02 mm from the observation.

ಮುಚ್ಚಿದ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ +0.02 mm ತೋರಿಸಿದರೆ ಓದಿನಿಂದ 0.02 mm ಕಳೆಯಿರಿ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

A smaller least count does not automatically ensure a correct reading.

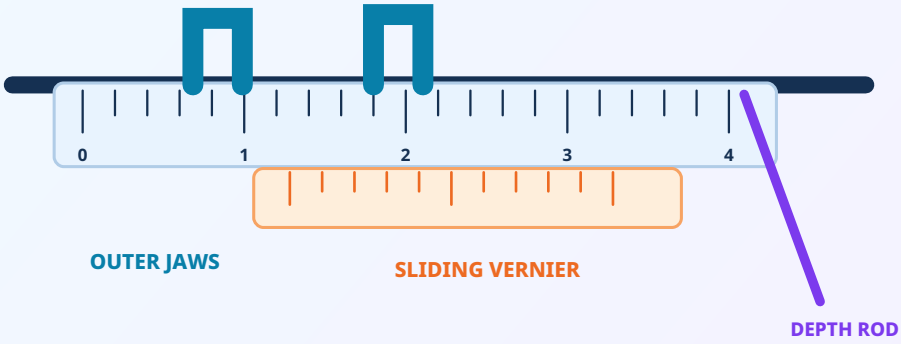
ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ ಕಡಿಮೆ ಎಂದರೆ ಮಾಪನ ತಪ್ಪದೇ ಸರಿಯೆಂದಲ್ಲ.

VERNIER CALIPERS · CONCEPT 38

Vernier Calipers: Construction

ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್: ರಚನೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **MSR = main scale reading; VSR = vernier coincidence**

- **A vernier caliper has a fixed main scale and a movable vernier scale.**
  ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರ ಮುಖ್ಯ ಮಾಪಕ ಮತ್ತು ಚಲಿಸುವ ವೆರ್ನಿಯರ್ ಮಾಪಕ ಇವೆ.
- **Outer jaws measure external dimensions such as the thickness of a block.**
  ಹೊರದವಡೆಗಳು ಗಟ್ಟಿಯಾದ ವಸ್ತುವಿನ ದಪ್ಪದಂಥ ಹೊರ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತವೆ.
- **Inner jaws measure the internal diameter of a tube or opening.**
  ಒಳದವಡೆಗಳು ಕೊಳವೆ ಅಥವಾ ರಂಧ್ರದ ಒಳ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತವೆ.
- **A depth rod or depth probe measures the depth of holes and recesses.**
  ಆಳದ ಕಡ್ಡಿ ರಂಧ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಕುಳಿಗಳ ಆಳವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.
- **The sliding vernier improves readability beyond the main scale division.**
  ಚಲಿಸುವ ವೆರ್ನಿಯರ್ ಮುಖ್ಯ ಮಾಪಕದ ಒಂದು ವಿಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಓದನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

A caliper may measure a tube's outside diameter, inside diameter and depth.
ಒಂದೇ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ ಕೊಳವೆಯ ಹೊರ ವ್ಯಾಸ, ಒಳ ವ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಆಳ ಅಳೆಯಬಹುದು.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

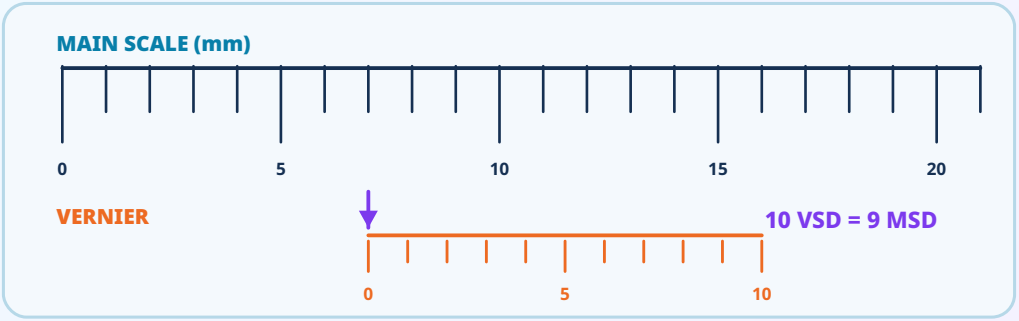
Keep the measuring jaws clean, aligned and gently contacting the object.
ದವಡೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿಟ್ಟು, ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿಸಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಮೃದುವಾಗಿ ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿ.

VERNIER CALIPERS · CONCEPT 39

Vernier Principle and Least Count

ವೆರ್ನಿಯರ್ ತತ್ವ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **LC = 1 MSD − 1 VSD (direct vernier)**

- **A direct vernier compares two scales having slightly different division sizes.**
  ನೇರ ವೆರ್ನಿಯರ್‌ನಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಬೇರೆ ಗಾತ್ರದ ವಿಭಾಗಗಳಿರುವ ಎರಡು ಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಹೋಲಿಸುತ್ತಾರೆ.
- **For a common metric vernier, 10 vernier divisions equal 9 main scale divisions.**
  ಸಾಮಾನ್ಯ ಮೆಟ್ರಿಕ್ ವೆರ್ನಿಯರ್‌ನಲ್ಲಿ 10 ವೆರ್ನಿಯರ್ ವಿಭಾಗಗಳು 9 ಮುಖ್ಯ ವಿಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸಮಾನ.
- **If 1 main scale division is 1 mm, then 1 vernier division is 0.9 mm.**
  1 ಮುಖ್ಯ ವಿಭಾಗ = 1 mm ಇದ್ದರೆ 1 ವೆರ್ನಿಯರ್ ವಿಭಾಗ = 0.9 mm.
- **Least count is 1 MSD − 1 VSD = 0.1 mm in this example.**
  ಈ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ = 1 MSD − 1 VSD = 0.1 mm.
- **Other designs have different least counts, so always inspect the instrument.**
  ಬೇರೆ ಮಾದರಿಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ ಇರುತ್ತದೆ; ಉಪಕರಣವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Here LC = 1.0 mm − 0.9 mm = 0.1 mm = 0.01 cm.

ಇಲ್ಲಿ LC = 1.0 mm − 0.9 mm = 0.1 mm = 0.01 cm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Do not assume every vernier caliper has least count 0.1 mm.

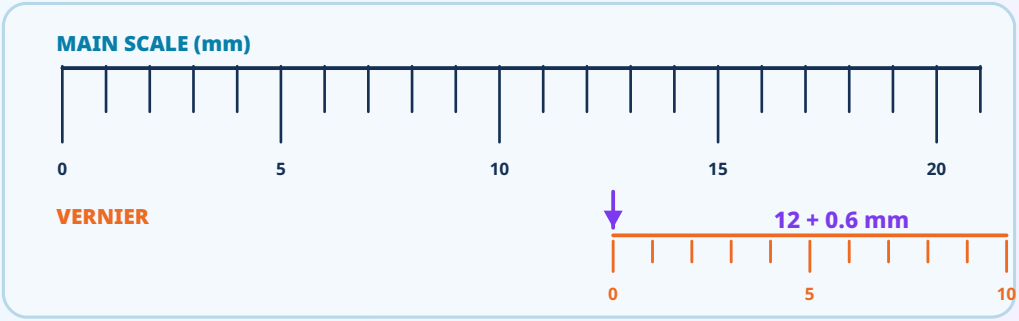
ಪ್ರತಿ ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್‌ನ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ 0.1 mm ಎಂದು ಊಹಿಸಬೇಡಿ.

VERNIER CALIPERS · CONCEPT 40

Reading a Vernier Caliper

ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ ಓದುವ ವಿಧಾನ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Reading = MSR + (coincidence × LC)**

- **First read the main-scale mark immediately left of the vernier zero.**
  ಮೊದಲು ವೆರ್ನಿಯರ್ ಶೂನ್ಯದ ಎಡಬದಿಯ ತಕ್ಷಣದ ಮುಖ್ಯ ಮಾಪಕ ಓದಿ.
- **Identify which vernier division aligns exactly with a main-scale line.**
  ಮುಖ್ಯ ಮಾಪಕದ ರೇಖೆಯೊಂದಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೊಂದಿದ ವೆರ್ನಿಯರ್ ವಿಭಾಗ ಗುರುತಿಸಿ.
- **Multiply the coinciding division number by the least count.**
  ಹೊಂದಿದ ವಿಭಾಗದ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆಯಿಂದ ಗುಣಿಸಿ.
- **Add this vernier contribution to the main scale reading.**
  ಈ ವೆರ್ನಿಯರ್ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಮುಖ್ಯ ಮಾಪಕ ಓದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ.
- **Finally apply zero correction if the instrument has a zero error.**
  ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯ ದೋಷವಿದ್ದರೆ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಅನ್ವಯಿಸಿ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

MSR = 12 mm, coincidence = 6, LC = 0.1 mm gives 12.6 mm.

MSR = 12 mm, ಹೊಂದಾಣಿಕೆ = 6, LC = 0.1 mm ಇದ್ದರೆ 12.6 mm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

The correct main scale reading is the mark just before vernier zero.

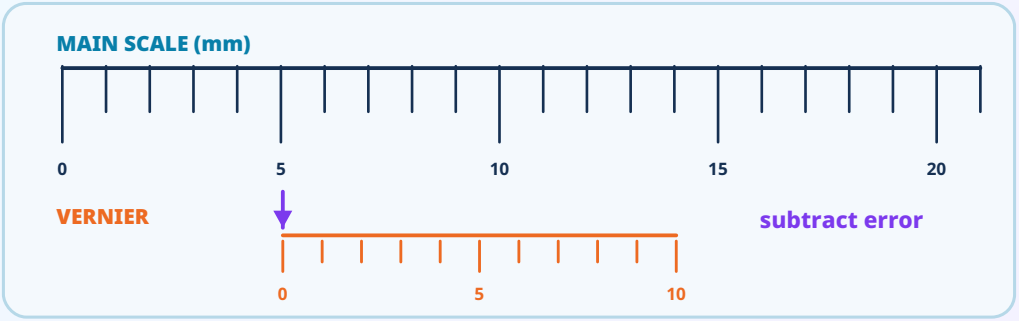
ಮುಖ್ಯ ಮಾಪಕದ ಸರಿಯಾದ ಓದು ವೆರ್ನಿಯರ್ ಶೂನ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚಿನ ಗುರುತು.

VERNIER CALIPERS · CONCEPT 41

Vernier Zero Error and Correction

ವೆರ್ನಿಯರ್ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಮತ್ತು ತಿದ್ದುಪಡಿ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **True value = observed − signed zero error**

- **With jaws closed and clean, the instrument should ideally read zero.**
  ದವಡೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ಉಪಕರಣವು ಶೂನ್ಯ ಓದನ್ನು ತೋರಿಸಬೇಕು.
- **A positive zero error means the closed-jaw reading is above zero.**
  ಧನ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಎಂದರೆ ಮುಚ್ಚಿದ ದವಡೆಗಳ ಓದು ಶೂನ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು.
- **A negative zero error means the closed-jaw reading is below zero.**
  ಋಣ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಎಂದರೆ ಮುಚ್ಚಿದ ದವಡೆಗಳ ಓದು ಶೂನ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ.
- **The corrected value always equals observed value minus the signed zero error.**
  ತಿದ್ದಿದ ಮೌಲ್ಯ = ಕಂಡ ಮೌಲ್ಯ − ಚಿಹ್ನೆಯೊಡನೆಯ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ.
- **Check for wear, dirt or misalignment before deciding that zero correction is enough.**
  ಕೇವಲ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಮಾಡುವ ಮೊದಲು ಸವೆತ, ಧೂಳು ಅಥವಾ ಅಸಮರೇಖಿತತೆ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Observed 8.46 mm and zero error −0.04 mm give corrected 8.50 mm.

ಓದು 8.46 mm ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ದೋಷ −0.04 mm ಇದ್ದರೆ ತಿದ್ದಿದ ಮೌಲ್ಯ 8.50 mm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Positive zero error: subtract; negative zero error: add its magnitude.

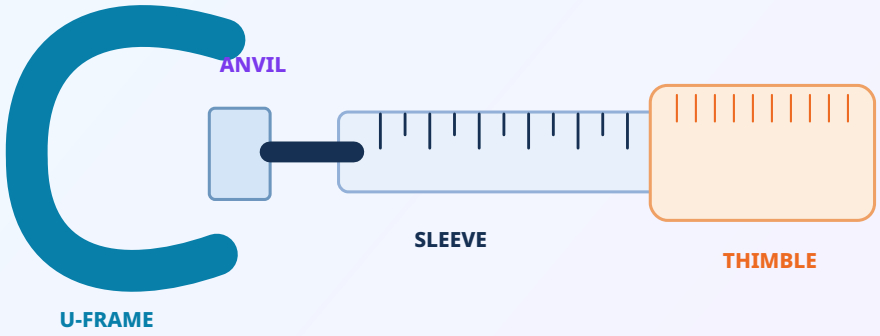
ಧನ ಶೂನ್ಯ ದೋಷವನ್ನು ಕಳೆಯಿರಿ; ಋಣ ಶೂನ್ಯ ದೋಷದ ಪರಮ ಮೌಲ್ಯ ಸೇರಿಸಿ.

SCREW GAUGE · CONCEPT 42

Screw Gauge: Construction and Use

ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್: ರಚನೆ ಮತ್ತು ಉಪಯೋಗ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Axial travel per turn = pitch**

- **A micrometer screw gauge measures small thicknesses and diameters.**
  ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಸಣ್ಣ ದಪ್ಪ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.
- **It uses a finely threaded screw that converts rotation into axial motion.**
  ಇದು ತಿರುಗುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ಅಕ್ಷೀಯ ಚಲನೆಯಾಗಿ ಬದಲಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ತಿರುಗುಬಿರುಡೆ ಬಳಸುತ್ತದೆ.
- **The sleeve carries a linear or pitch scale, and the thimble carries a circular scale.**
  ಸ್ಲೀವ್‌ನಲ್ಲಿ ರೇಖೀಯ ಅಥವಾ ಪಿಚ್ ಮಾಪಕ, ತಿಮ್ಬಲ್‌ನಲ್ಲಿ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಮಾಪಕ ಇವೆ.
- **The anvil is fixed; the spindle moves towards or away from it.**
  ಅನ್ವಿಲ್ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಸ್ಪಿಂಡಲ್ ಅದರ ಕಡೆಗೆ ಅಥವಾ ದೂರಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.
- **The ratchet helps apply repeatable contact force and avoids over-tightening.**
  ರ್ಯಾಚೆಟ್ ಸಮಾನ ಸ್ಪರ್ಶಬಲ ನೀಡಲು ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಗಿಗೊಳಿಸದಂತೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Use a screw gauge to measure the diameter of a fine wire.
ತೆಳುವಾದ ತಂತಿಯ ವ್ಯಾಸ ಅಳೆಯಲು ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

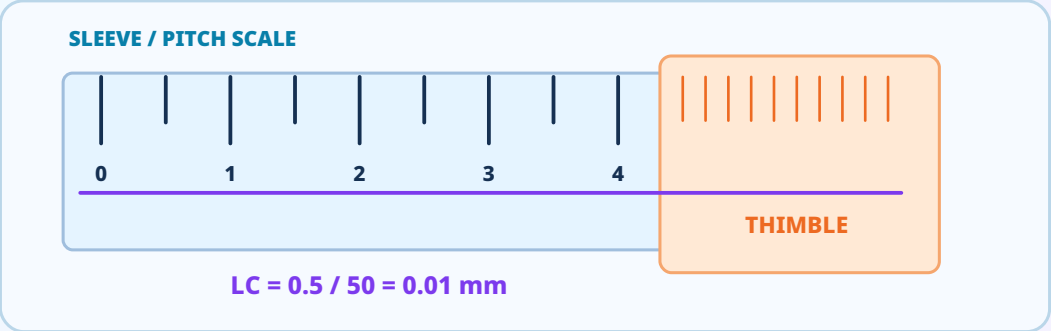
Do not tighten the spindle strongly; it can deform soft samples.
ಸ್ಪಿಂಡಲ್ ಅನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಗಿಗೊಳಿಸಬೇಡಿ; ಮೃದು ವಸ್ತು ವಕ್ರವಾಗಬಹುದು.

SCREW GAUGE · CONCEPT 43

Screw Gauge Pitch and Least Count

ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಪಿಚ್ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **LC = pitch / circular-scale divisions**

- **Pitch is the axial distance moved by the spindle in one complete revolution.**
  ಪಿಚ್ ಎಂದರೆ ಸ್ಪಿಂಡಲ್ ಒಂದು ಪೂರ್ಣ ಸುತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಅಕ್ಷೀಯ ದೂರ.
- **Least count equals pitch divided by the number of thimble-scale divisions.**
  ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ = ಪಿಚ್ / ತಿಮ್ಬಲ್ ಮಾಪಕದ ವಿಭಾಗಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ.
- **For a pitch of 0.5 mm and 50 circular divisions, least count is 0.01 mm.**
  ಪಿಚ್ 0.5 mm ಮತ್ತು 50 ವೃತ್ತಾಕಾರದ ವಿಭಾಗಗಳಿದ್ದರೆ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ 0.01 mm.
- **A 1 mm pitch with 100 divisions also yields 0.01 mm least count.**
  1 mm ಪಿಚ್ ಮತ್ತು 100 ವಿಭಾಗಗಳಿದ್ದರೂ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ 0.01 mm ಸಿಗುತ್ತದೆ.
- **The pitch must be checked because different screw gauges have different designs.**
  ಬೇರೆ ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್‌ಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ವಿನ್ಯಾಸ ಇರುವುದರಿಂದ ಪಿಚ್ ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Pitch 0.5 mm with 100 divisions gives LC = 0.005 mm.

0.5 mm ಪಿಚ್ ಮತ್ತು 100 ವಿಭಾಗಗಳಿಗೆ LC = 0.005 mm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Never calculate least count without knowing pitch and division count.

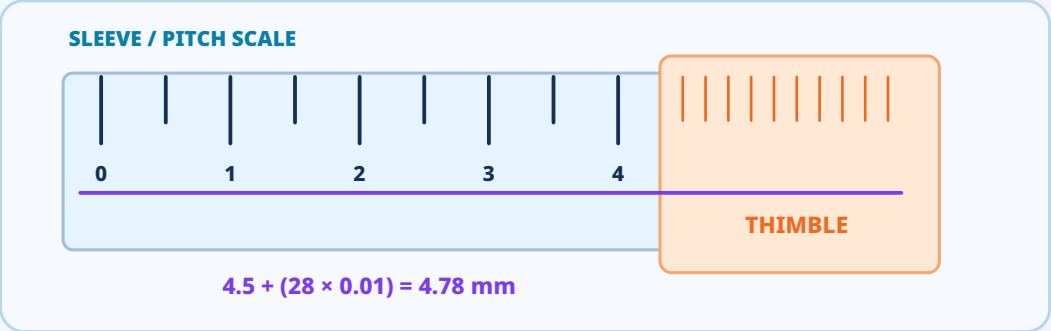
ಪಿಚ್ ಮತ್ತು ವಿಭಾಗಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಲ್ಲದೆ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ ಲೆಕ್ಕಿಸಬೇಡಿ.

SCREW GAUGE · CONCEPT 44

Reading a Screw Gauge

ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಓದುವ ವಿಧಾನ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Reading = sleeve + (thimble division × LC)**

- **Read the last visible pitch-scale mark on the sleeve before the thimble edge.**
  ತಿಮ್ಬಲ್ ಅಂಚಿನ ಮೊದಲು ಸ್ಲೀವ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಕೊನೆಯ ಪಿಚ್ ಮಾಪಕ ಗುರುತು ಓದಿ.
- **Identify the circular-scale division aligned with the sleeve reference line.**
  ಸ್ಲೀವ್ ಉಲ್ಲೇಖ ರೇಖೆಯೊಡನೆ ಹೊಂದಿದ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಮಾಪಕ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ.
- **Multiply its division number by the least count.**
  ಆ ವಿಭಾಗ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆಯಿಂದ ಗುಣಿಸಿ.
- **Add the circular contribution to the sleeve reading to obtain the observed size.**
  ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಸ್ಲೀವ್ ಓದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಕಂಡ ಗಾತ್ರ ಪಡೆಯಿರಿ.
- **Apply signed zero correction and report the result with the unit.**
  ಚಿಹ್ನೆಯೊಡನೆಯ ಶೂನ್ಯ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಮಾಡಿ, ಏಕಕದೊಂದಿಗೆ ಫಲಿತಾಂಶ ಬರೆಯಿರಿ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Sleeve 4.5 mm + 28 × 0.01 mm = 4.78 mm.

ಸ್ಲೀವ್ 4.5 mm + 28 × 0.01 mm = 4.78 mm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

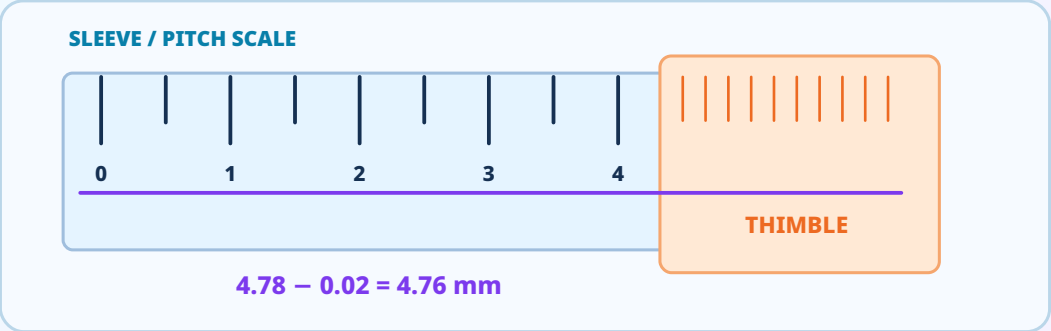
Check whether the half-millimetre line is visible before reading the thimble.

ತಿಮ್ಬಲ್ ಓದುವುದಕ್ಕೂ ಮೊದಲು ಅರ್ಧ ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಗುರುತು ಕಾಣುತ್ತಿದೆಯೇ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ.

SCREW GAUGE · CONCEPT 45

Screw Gauge Zero Error
ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Correct size = observed size − zero error**

- **Close the micrometer gently using the ratchet to check its zero.**
  ಶೂನ್ಯ ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ರ್ಯಾಚೆಟ್ ಬಳಸಿ ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ ಅನ್ನು ಮೃದುವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಿ.
- **If the closed instrument indicates +0.02 mm, zero error is positive.**
  ಮುಚ್ಚಿದಾಗ +0.02 mm ತೋರಿಸಿದರೆ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಧನ.
- **Subtract a positive zero error from the observed measurement.**
  ಮಾಪಿತ ಮೌಲ್ಯದಿಂದ ಧನ ಶೂನ್ಯ ದೋಷವನ್ನು ಕಳೆಯಿರಿ.
- **If the signed zero error is −0.01 mm, add 0.01 mm to the observed value.**
  ಚಿಹ್ನೆಯೊಡನೆಯ ಶೂನ್ಯ ದೋಷ −0.01 mm ಇದ್ದರೆ ಕಂಡ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕೆ 0.01 mm ಸೇರಿಸಿ.
- **Repeat measurements at different positions to identify a nonuniform wire.**
  ತಂತಿಯ ಅಸಮಾನ ದಪ್ಪ ತಿಳಿಯಲು ವಿಭಿನ್ನ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮರುಮಾಪನ ಮಾಡಿ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Observed 4.78 mm, zero error +0.02 mm → corrected 4.76 mm.

ಕಂಡ ಮೌಲ್ಯ 4.78 mm, ಶೂನ್ಯ ದೋಷ +0.02 mm → ತಿದ್ದಿದ 4.76 mm.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Zero correction has sign opposite to zero error.

ಶೂನ್ಯ ತಿದ್ದುಪಡಿಯ ಚಿಹ್ನೆ ಶೂನ್ಯ ದೋಷದ ಚಿಹ್ನೆಗೆ ವಿರುದ್ಧ.

MEASURING INSTRUMENTS · CONCEPT 46

Compare Calipers and Screw Gauge

ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ ಮತ್ತು ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಹೋಲಿಕೆ

VISUAL EXPLANATION · ORIGINAL CONCEPT DIAGRAM



KEY RELATION **Vernier: multiple dimensions • Micrometer: fine external sizes**

- **A vernier caliper commonly measures external, internal and depth dimensions.**
  ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೊರ, ಒಳ ಮತ್ತು ಆಳದ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.
- **A screw gauge is usually more suitable for small external thicknesses and diameters.**
  ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಣ್ಣ ಹೊರದಪ್ಪ ಮತ್ತು ವ್ಯಾಸ ಅಳೆಯಲು ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ.
- **Both instruments require the least count and zero error to be checked.**
  ಎರಡೂ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ದೋಷ ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು.
- **A typical school vernier may resolve 0.1 mm; a screw gauge often resolves 0.01 mm.**
  ಸಾಮಾನ್ಯ ಶಾಲಾ ವೆರ್ನಿಯರ್ 0.1 mm ಮತ್ತು ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ 0.01 mm ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆ ಹೊಂದಿರಬಹುದು.
- **Handling, alignment, calibration and sample condition affect the final measurement.**
  ಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನ, ಹೊಂದಾಣಿಕೆ, ಮಾಪನಾಂಕನ ಮತ್ತು ಮಾದರಿಯ ಸ್ಥಿತಿ ಅಂತಿಮ ಮಾಪನಕ್ಕೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತವೆ.

EXAMPLE / ಉದಾಹರಣೆ

Choose calipers for a pipe's inner diameter and a screw gauge for thin wire.
ಕೊಳವೆಯ ಒಳ ವ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್; ತೆಳು ತಂತಿಗೆ ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಆರಿಸಿ.

EXAM ALERT / ಪರೀಕ್ಷಾ ಸೂಚನೆ

Least counts given in examples are not universal instrument specifications.
ಉದಾಹರಣೆಗಳಲ್ಲಿನ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆಗಳು ಎಲ್ಲ ಉಪಕರಣಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

50 QUESTIONS · Q01–Q05

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q01. **Which is the complete set of SI base-unit symbols?**
SI ಮೂಲ ಏಕಕ ಸಂಕೇತಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಮೂಹ ಯಾವುದು?

- **A.** **m, kg, s, A, K, mol, cd**
  m, kg, s, A, K, mol, cd
- **B.** **m, kg, s, C, K, mol, cd**
  m, kg, s, C, K, mol, cd
- **C.** **m, g, s, A, K, mol, cd**
  m, g, s, A, K, mol, cd
- **D.** **m, kg, s, A, °C, mol, cd**
  m, kg, s, A, °C, mol, cd

Q02. **Which SI base unit includes a prefix in its official name?**
ಅಧಿಕೃತ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯ ಹೊಂದಿರುವ SI ಮೂಲ ಏಕಕ ಯಾವುದು?

- **A.** **candela**
  ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ
- **B.** **metre**
  ಮೀಟರ್
- **C.** **kilogram**
  ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ
- **D.** **second**
  ಸೆಕೆಂಡ್

Q03. **Choose the correct SI symbol for thermodynamic temperature.**
ಉಷ್ಣಗತಿಕ ತಾಪಮಾನದ ಸರಿಯಾದ SI ಸಂಕೇತ ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿ.

- **A.** **°K**
  °K
- **B.** **K**
  K
- **C.** **k**
  k
- **D.** **°C**
  °C

Q04. **Which constant fixes the present SI definition of the kilogram?**
ಪ್ರಸ್ತುತ SI ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವನ್ನು ನಿಗದಿಪಡಿಸುವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಯಾವುದು?

- **A.** **Planck constant h**
  ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ h
- **B.** **Avogadro constant N_a**
  ಅವೊಗಾಡ್ರೊ ಸ್ಥಿರಾಂಕ N_a
- **C.** **Gravitational constant G**
  ಗುರುತ್ವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ G
- **D.** **Gas constant R**
  ಅನಿಲ ಸ್ಥಿರಾಂಕ R

Q05. **Which exact constant is central to the modern definition of the metre?**
ಮೀಟರ್‌ನ ಆಧುನಿಕ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಕ್ಕೆ ಯಾವ ನಿಖರ ಸ್ಥಿರಾಂಕ ಮುಖ್ಯ?

- **A.** **Speed of sound in air**
  ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿನ ಶಬ್ದದ ವೇಗ
- **B.** **Earth's mean radius**
  ಭೂಮಿಯ ಸರಾಸರಿ ತ್ರಿಜ್ಯ
- **C.** **Speed of light in vacuum**
  ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿನ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ
- **D.** **Acceleration due to gravity**
  ಗುರುತ್ವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ

50 QUESTIONS · Q06–Q10

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q06. **A current transports 15 C in 5 s; calculate its magnitude.**
5 s ನಲ್ಲಿ 15 C ಆವೇಶ ಹರಿದರೆ ಪ್ರವಾಹದ ಪರಿಮಾಣ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **3 A**
  3 A
- **B.** **75 A**
  75 A
- **C.** **0.33 A**
  0.33 A
- **D.** **10 A**
  10 A

Q07. **How many specified elementary entities are present in one mole?**
ಒಂದು ಮೋಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಮೂಲ ಘಟಕಗಳಿವೆ?

- **A.** **Exactly $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$**
  ನಿಖರವಾಗಿ $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$
- **B.** **Exactly 3×10^{8}**
  ನಿಖರವಾಗಿ 3×10^{8}
- **C.** **Exactly 1.6×10^{-19}**
  ನಿಖರವಾಗಿ 1.6×10^{-19}
- **D.** **Exactly 9.81×10^{23}**
  ನಿಖರವಾಗಿ 9.81×10^{23}

Q08. **Which is the SI base unit of luminous intensity?**
ಪ್ರಕಾಶ ತೀವ್ರತೆಯ SI ಮೂಲ ಏಕಕ ಯಾವುದು?

- **A.** **watt**
  ವಾಟ್
- **B.** **candela**
  ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ
- **C.** **lux**
  ಲಕ್ಸ್
- **D.** **lumen**
  ಲುಮೆನ್

Q09. **What does the prefix μ (micro) represent?**
μ (ಮೈಕ್ರೋ) ಪೂರ್ವಪ್ರತ್ಯಯದ ಮೌಲ್ಯ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **10^{-9}**
  10^{-9}
- **B.** **10^{6}**
  10^{6}
- **C.** **10^{-3}**
  10^{-3}
- **D.** **10^{-6}**
  10^{-6}

Q10. **Convert 2.75 km into metres.**
2.75 km ಅನ್ನು ಮೀಟರ್‌ಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

- **A.** **2750 m**
  2750 m
- **B.** **275 m**
  275 m
- **C.** **27 500 m**
  27 500 m
- **D.** **0.00275 m**
  0.00275 m

50 QUESTIONS · Q11–Q15

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q11. Express 1 cm^2 in m^2.
1 cm^2 ಅನ್ನು m^2 ನಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿ.

- **A.** 10^4 m^2 — 10^4 m^2
- **B.** 10^{-6} m^2 — 10^{-6} m^2
- **C.** 10^{-2} m^2 — 10^{-2} m^2
- **D.** 10^{-4} m^2 — 10^{-4} m^2

Q12. Convert 72 km/h into SI speed units.
72 km/h ಅನ್ನು SI ಜವ ಏಕಕಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

- **A.** 7.2 m/s — 7.2 m/s
- **B.** 259.2 m/s — 259.2 m/s
- **C.** 2 m/s — 2 m/s
- **D.** 20 m/s — 20 m/s

Q13. Convert a density of 1.2 g/cm^3 into kg/m^3.
1.2 g/cm^3 ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು kg/m^3 ಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

- **A.** 12 kg/m^3 — 12 kg/m^3
- **B.** 0.0012 kg/m^3 — 0.0012 kg/m^3
- **C.** 120 kg/m^3 — 120 kg/m^3
- **D.** 1200 kg/m^3 — 1200 kg/m^3

Q14. What is 1 newton in SI base units?
ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ SI ಮೂಲ ಏಕಕಗಳಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು?

- **A.** $kg\ m^2\ s^{-2}$ — $kg\ m^2\ s^{-2}$
- **B.** $kg\ m\ s^{-2}$ — $kg\ m\ s^{-2}$
- **C.** $kg\ m\ s^{-1}$ — $kg\ m\ s^{-1}$
- **D.** $kg\ m^{-1}\ s^{-2}$ — $kg\ m^{-1}\ s^{-2}$

Q15. A normal force of 150 N acts on 0.5 m^2; what is pressure?
0.5 m^2 ಮೇಲೆ 150 N ಲಂಬ ಬಲ ಇದ್ದರೆ ಒತ್ತಡ ಎಷ್ಟು?

- **A.** 150.5 Pa — 150.5 Pa
- **B.** 75 Pa — 75 Pa
- **C.** 300 Pa — 300 Pa
- **D.** 0.0033 Pa — 0.0033 Pa

50 QUESTIONS · Q16–Q20

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q16. **Which SI base-unit expression equals one joule?**
ಒಂದು ಜೂಲ್‌ಗೆ ಸಮನಾದ SI ಮೂಲ ಏಕಕ ರೂಪ ಯಾವುದು?

- **A.** **kg m s^{-2}**
  kg m s^{-2}
- **B.** **kg m^{-1} s^{-2}**
  kg m^{-1} s^{-2}
- **C.** **kg m^{2} s^{-2}**
  kg m^{2} s^{-2}
- **D.** **kg m^{2} s^{-3}**
  kg m^{2} s^{-3}

Q17. **Work done by a force perpendicular to displacement is:**
ಸ್ಥಾನಾಂತರಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ಬಲ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **equal to force divided by distance**
  ಬಲ / ದೂರ
- **B.** **always negative**
  ಯಾವಾಗಲೂ ಋಣ
- **C.** **zero**
  ಶೂನ್ಯ
- **D.** **equal to force times displacement**
  ಬಲ × ಸ್ಥಾನಾಂತರ

Q18. **A machine does 480 J in 8 s; find average power.**
ಯಂತ್ರವು 8 s ನಲ್ಲಿ 480 J ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದರೆ ಸರಾಸರಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **3840 W**
  3840 W
- **B.** **60 W**
  60 W
- **C.** **488 W**
  488 W
- **D.** **0.0167 W**
  0.0167 W

Q19. **One volt is equivalent to which expression?**
ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಸಮಾನ?

- **A.** **1 C/J**
  1 C/J
- **B.** **1 J/C**
  1 J/C
- **C.** **1 C/s**
  1 C/s
- **D.** **1 J/s**
  1 J/s

Q20. **A 12 V supply drives 3 A through a resistor; find resistance.**
12 V ನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿರೋಧಕದ ಮೂಲಕ 3 A ಹರಿದರೆ ಪ್ರತಿರೋಧ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **9 Ω**
  9 Ω
- **B.** **0.25 Ω**
  0.25 Ω
- **C.** **36 Ω**
  36 Ω
- **D.** **4 Ω**
  4 Ω

50 QUESTIONS · Q21–Q25

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q21. The radian is classified in SI as:
SI ನಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯನ್ ಯಾವ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದೆ?

- **A.** a special name for the dimensionless derived unit one
  ಆಯಾಮರಹಿತ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಏಕಕ ಒಂದರ ವಿಶೇಷ ಹೆಸರು
- **B.** an eighth base unit
  ಎಂಟನೇ ಮೂಲ ಏಕಕ
- **C.** a unit of temperature
  ತಾಪಮಾನದ ಏಕಕ
- **D.** a unit of force
  ಬಲದ ಏಕಕ

Q22. One hertz equals:
ಒಂದು ಹರ್ಟ್ಜ್ ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದೆ?

- **A.** 1 rad
  1 rad
- **B.** $1\ s^{-1}$
  $1\ s^{-1}$
- **C.** 1 m/s
  1 m/s
- **D.** 1 s
  1 s

Q23. Choose the correctly written SI measurement.
ಸರಿಯಾಗಿ ಬರೆದ SI ಮಾಪನವನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿ.

- **A.** 5kg.
  5kg.
- **B.** 5 kgs
  5 kgs
- **C.** 5 kg
  5 kg
- **D.** 5 Kg
  5 Kg

Q24. What is the dimensional formula of velocity?
ವೇಗದ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು?

- **A.** $L\ T^{-2}$
  $L\ T^{-2}$
- **B.** $L\ T^{-1}$
  $L\ T^{-1}$
- **C.** $L^2\ T^{-1}$
  $L^2\ T^{-1}$
- **D.** $M\ L\ T^{-1}$
  $M\ L\ T^{-1}$

Q25. What is the dimensional formula of force?
ಬಲದ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು?

- **A.** $M\ T^{-1}$
  $M\ T^{-1}$
- **B.** $M\ L^{-1}\ T^{-2}$
  $M\ L^{-1}\ T^{-2}$
- **C.** $M\ L\ T^{-2}$
  $M\ L\ T^{-2}$
- **D.** $M\ L^2\ T^{-2}$
  $M\ L^2\ T^{-2}$

50 QUESTIONS · Q26–Q30

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q26. **The dimensional formula of pressure is:**
ಒತ್ತಡದ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು?

- **A.** $M L^{-1} T^{-2}$
- **B.** $M^{-1} L^{3} T^{-2}$
- **C.** $M L T^{-2}$
- **D.** $M L^{2} T^{-2}$

Q27. **Which is the dimensional formula of gravitational constant G?**
ಗುರುತ್ವ ಸ್ಥಿರಾಂಕ G ಯ ಆಯಾಮ ಸೂತ್ರ ಯಾವುದು?

- **A.** $M L^{3} T^{-2}$
- **B.** $M L^{-3} T^{2}$
- **C.** $M^{-1} L^{3} T^{-2}$
- **D.** $M^{-1} L^{2} T^{-1}$

Q28. **Which kinematic equation is dimensionally consistent?**
ಆಯಾಮ ಸಮರೂಪತೆ ಹೊಂದಿದ ಚಲನ ಸಮೀಕರಣ ಯಾವುದು?

- **A.** $v = u + at^2$
- **B.** $s = u + at^2$
- **C.** $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
- **D.** $s = ut + at$

Q29. **What cannot be determined by dimensional analysis alone?**
ಕೇವಲ ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಯಾವುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ?

- **A.** **Dimension of velocity**
  ವೇಗದ ಆಯಾಮ
- **B.** **Dimension of force**
  ಬಲದ ಆಯಾಮ
- **C.** **Whether both sides have the same dimensions**
  ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಿಗೆ ಒಂದೇ ಆಯಾಮವಿದೆಯೇ ಎಂಬುದು
- **D.** **Numerical coefficient 2π in pendulum formula**
  ಲೋಲಕ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ಮಕ ಗುಣಕ 2π

Q30. **Dimensional reasoning predicts the pendulum period proportional to:**
ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಂತೆ ಲೋಲಕದ ಆವರ್ತಕಾಲ ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತ?

- **A.** $l g$
- **B.** $\sqrt{(l/g)}$
- **C.** $\sqrt{(g/l)}$
- **D.** l/g

50 QUESTIONS · Q31–Q35

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q31. **Repeated readings agree closely but lie far from the true value; they are:**
ಮರುಮಾಪನಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮೀಪವಿದ್ದರೂ ನಿಜ ಮೌಲ್ಯದಿಂದ ದೂರವಿದ್ದರೆ ಅವು:

- **A.** **precise but inaccurate**
  ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರತೆ ಇದೆ; ಯಥಾರ್ಥತೆ ಇಲ್ಲ
- **B.** **accurate and precise**
  ಯಥಾರ್ಥ ಮತ್ತು ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರ
- **C.** **neither measured nor recorded**
  ಮಾಪನವೂ ದಾಖಲೆಯೂ ಅಲ್ಲ
- **D.** **accurate but imprecise**
  ಯಥಾರ್ಥ; ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರತೆ ಇಲ್ಲ

Q32. **Unpredictable fluctuations among repeat measurements are mainly:**
ಮರುಮಾಪನಗಳಲ್ಲಿ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಏರಿಳಿತಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಯಾವ ದೋಷ?

- **A.** **unit conversion factors**
  ಏಕಕ ಪರಿವರ್ತನಾ ಗುಣಕಗಳು
- **B.** **defining constants**
  ವ್ಯಾಖ್ಯಾನ ಸ್ಥಿರಾಂಕಗಳು
- **C.** **random errors**
  ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ದೋಷಗಳು
- **D.** **systematic errors**
  ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ದೋಷಗಳು

Q33. **Reference length is 20.0 cm and measured length is 19.6 cm; percent error?**
ಉಲ್ಲೇಖ ಉದ್ದ 20.0 cm ಮತ್ತು ಮಾಪಿತ ಉದ್ದ 19.6 cm; ಶೇಕಡಾ ದೋಷ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **20%**
  20%
- **B.** **0.4%**
  0.4%
- **C.** **2%**
  2%
- **D.** **4%**
  4%

Q34. **For observed 10.2 cm and reference 10.0 cm, absolute error is:**
ಮಾಪಿತ 10.2 cm ಮತ್ತು ಉಲ್ಲೇಖ 10.0 cm ಇದ್ದರೆ ನಿರಪೇಕ್ಷ ದೋಷ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **0.2 cm**
  0.2 cm
- **B.** **2.0 cm**
  2.0 cm
- **C.** **20 cm**
  20 cm
- **D.** **0.2%**
  0.2%

Q35. **The worst-case uncertainty in (8.0 ± 0.1) − (3.0 ± 0.2) cm is:**
(8.0 ± 0.1) − (3.0 ± 0.2) cm ಯ ಗರಿಷ್ಠ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಎಷ್ಟು?

- **A.** **±0.02 cm**
  ±0.02 cm
- **B.** **±0.1 cm**
  ±0.1 cm
- **C.** **±0.0 cm**
  ±0.0 cm
- **D.** **±0.3 cm**
  ±0.3 cm

50 QUESTIONS · Q36–Q40

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q36. **Radius uncertainty is 1%; area $A = \pi r^2$ has approximately what relative uncertainty?**
ತ್ರಿಜ್ಯದ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ 1% ಇದ್ದರೆ $A = \pi r^2$ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಸುಮಾರು ಎಷ್ಟು?

- **A.** 4%
- **B.** 0.5%
- **C.** 1%
- **D.** 2%

Q37. **How many significant figures are in 0.00450?**
0.00450 ನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳಿವೆ?

- **A.** 5
- **B.** 3
- **C.** 4
- **D.** 2

Q38. **Report 12.1 cm + 0.34 cm using the addition rule.**
ಸಂಕಲನ ನಿಯಮದಿಂದ 12.1 cm + 0.34 cm ಫಲಿತಾಂಶ ಬರೆಯಿರಿ.

- **A.** 12.4 cm
- **B.** 12 cm
- **C.** 12.440 cm
- **D.** 12.44 cm

Q39. **Ten vernier divisions equal nine 1-mm main divisions; find least count.**
10 ವೆರ್ನಿಯರ್ ವಿಭಾಗಗಳು ಒಂಬತ್ತು 1-mm ಮುಖ್ಯ ವಿಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸಮ; ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ ಎಷ್ಟು?

- **A.** 0.1 mm
- **B.** 1.0 mm
- **C.** 0.9 mm
- **D.** 0.01 mm

Q40. **Vernier MSR = 12 mm, coincidence 6, LC = 0.1 mm; reading?**
ವೆರ್ನಿಯರ್ MSR = 12 mm, ಹೊಂದಾಣಿಕೆ 6, LC = 0.1 mm; ಓದು ಎಷ್ಟು?

- **A.** 13.6 mm
- **B.** 18.0 mm
- **C.** 12.06 mm
- **D.** 12.6 mm

50 QUESTIONS · Q41–Q45

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q41. **Observed vernier reading is 8.46 mm and zero error is −0.04 mm; corrected reading?**
ವೆರ್ನಿಯರ್ ಓದು 8.46 mm ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ದೋಷ −0.04 mm; ತಿದ್ದಿದ ಓದು ಎಷ್ಟು?

- **A.** 8.40 mm
  8.40 mm
- **B.** 8.50 mm
  8.50 mm
- **C.** 8.42 mm
  8.42 mm
- **D.** 8.46 mm
  8.46 mm

Q42. **Which part of a vernier caliper measures the depth of a narrow hole?**
ವೆರ್ನಿಯರ್ ಕ್ಯಾಲಿಪರ್‌ನ ಯಾವ ಭಾಗ ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರದ ಆಳ ಅಳೆಯುತ್ತದೆ?

- **A.** inner jaws
  ಒಳದವಡೆಗಳು
- **B.** depth rod
  ಆಳದ ಕಡ್ಡಿ
- **C.** locking screw alone
  ಲಾಕ್ ಸ್ಕ್ರೂ ಮಾತ್ರ
- **D.** outer jaws
  ಹೊರದವಡೆಗಳು

Q43. **Which feature of calipers is best suited to measure a pipe's internal diameter?**
ಕೊಳವೆಯ ಒಳ ವ್ಯಾಸ ಅಳೆಯಲು ಕ್ಯಾಲಿಪರ್‌ನ ಯಾವ ಭಾಗ ಸೂಕ್ತ?

- **A.** inner jaws
  ಒಳದವಡೆಗಳು
- **B.** ratchet
  ರ್ಯಾಚೆಟ್
- **C.** outer jaws
  ಹೊರದವಡೆಗಳು
- **D.** depth rod alone
  ಆಳದ ಕಡ್ಡಿ ಮಾತ್ರ

Q44. **A screw advances 1.5 mm in three complete turns; its pitch is:**
ಸ್ಕ್ರೂ ಮೂರು ಪೂರ್ಣ ಸುತ್ತುಗಳಲ್ಲಿ 1.5 mm ಸಾಗಿದರೆ ಪಿಚ್ ಎಷ್ಟು?

- **A.** 3.0 mm
  3.0 mm
- **B.** 0.5 mm
  0.5 mm
- **C.** 4.5 mm
  4.5 mm
- **D.** 1.5 mm
  1.5 mm

Q45. **Screw gauge pitch 0.5 mm and 50 circular divisions give least count:**
ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಪಿಚ್ 0.5 mm ಮತ್ತು 50 ವೃತ್ತಾಕಾರದ ವಿಭಾಗಗಳಿಗೆ ಕನಿಷ್ಠ ಎಣಿಕೆ:

- **A.** 0.01 mm
  0.01 mm
- **B.** 25 mm
  25 mm
- **C.** 0.1 mm
  0.1 mm
- **D.** 0.5 mm
  0.5 mm

50 QUESTIONS · Q46–Q50

Bilingual Practice Questions

ದ್ವಿಭಾಷಾ ಅಭ್ಯಾಸ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

Choose one correct option. All answers appear only after Question 50.
ಒಂದು ಸರಿಯಾದ ಆಯ್ಕೆಯನ್ನು ಆರಿಸಿ. ಪ್ರಶ್ನೆ 50 ನಂತರವೇ ಉತ್ತರಗಳು ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

Q46. **Screw gauge sleeve 4.5 mm, thimble 28 divisions, LC 0.01 mm; reading?**
ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್ ಸ್ಲೀವ್ 4.5 mm, ತಿಮ್ಬಲ್ 28 ವಿಭಾಗ, LC 0.01 mm; ಓದು ಎಷ್ಟು?

- **A.** 4.22 mm
  4.22 mm
- **B.** 4.78 mm
  4.78 mm
- **C.** 4.528 mm
  4.528 mm
- **D.** 7.30 mm
  7.30 mm

Q47. **If observed size is 4.78 mm and signed zero error is +0.02 mm, corrected size?**
ಕಂಡ ಗಾತ್ರ 4.78 mm ಮತ್ತು ಶೂನ್ಯ ದೋಷ +0.02 mm ಇದ್ದರೆ ತಿದ್ದಿದ ಗಾತ್ರ?

- **A.** 4.80 mm
  4.80 mm
- **B.** 4.78 mm
  4.78 mm
- **C.** 4.76 mm
  4.76 mm
- **D.** 4.58 mm
  4.58 mm

Q48. **Why is a ratchet provided on a micrometer screw gauge?**
ಮೈಕ್ರೋಮೀಟರ್ ಸ್ಕ್ರೂ ಗೇಜ್‌ನಲ್ಲಿ ರ್ಯಾಚೆಟ್ ಏಕೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ?

- **A.** To double the screw pitch
  ಸ್ಕ್ರೂ ಪಿಚ್ ಎರಡು ಪಟ್ಟು ಮಾಡಲು
- **B.** To change the SI length unit
  SI ಉದ್ದದ ಏಕಕ ಬದಲಿಸಲು
- **C.** To calculate density directly
  ನೇರವಾಗಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ಲೆಕ್ಕಿಸಲು
- **D.** To apply approximately repeatable measuring force
  ಸುಮಾರು ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಮಾಪನ ಬಲ ನೀಡಲು

Q49. **What is the solid angle around a point covering an entire sphere?**
ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಸಂಪೂರ್ಣ ಗೋಳವನ್ನು ಆವರಿಸುವ ಘನಕೋನ ಎಷ್ಟು?

- **A.** 360 sr
  360 sr
- **B.** π sr
  π sr
- **C.** 2π sr
  2π sr
- **D.** 4π sr
  4π sr

Q50. **Convert 2.5 N into dynes in the CGS system.**
2.5 N ಅನ್ನು CGS ಡೈನ್‌ಗಳಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ.

- **A.** 2.5×10^{3} dyne
  2.5×10^{3} ಡೈನ್
- **B.** 2.5×10^{7} dyne
  2.5×10^{7} ಡೈನ್
- **C.** 2.5×10^{-5} dyne
  2.5×10^{-5} ಡೈನ್
- **D.** 2.5×10^{5} dyne
  2.5×10^{5} ಡೈನ್

ANSWER KEY · EXPLANATIONS 1/3

Answers and Explanations

ಉತ್ತರಗಳು ಮತ್ತು ವಿವರಣೆಗಳು

01 · A **The seven base-unit symbols are m, kg, s, A, K, mol and cd.**
ಏಳು ಮೂಲ ಏಕಕ ಸಂಕೇತಗಳು m, kg, s, A, K, mol ಮತ್ತು cd.

02 · C **The kilogram is the SI base unit of mass despite including kilo.**
ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಕಿಲೋ ಇದ್ದರೂ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ SI ಮೂಲ ಏಕಕ.

03 · B **The kelvin symbol is K, without a degree sign.**
ಕೆಲ್ವಿನ್ ಸಂಕೇತ K; ಡಿಗ್ರಿ ಚಿಹ್ನೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

04 · A **The kilogram definition uses the fixed value of Planck constant h.**
ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನವು ಪ್ಲಾಂಕ್ ಸ್ಥಿರಾಂಕ h ನ ಸ್ಥಿರ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತದೆ.

05 · C **The speed of light has the exact SI value 299 792 458 m/s.**
ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ನಿಖರ SI ಮೌಲ್ಯ 299 792 458 m/s.

06 · A **I = Q/t = 15/5 = 3 A.**
I = Q/t = 15/5 = 3 A.

07 · A **This exact count defines one mole in the modern SI.**
ಆಧುನಿಕ SI ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ನಿಖರ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ಒಂದು ಮೋಲ್ ಅನ್ನು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುತ್ತದೆ.

08 · B **Candela is base; lumen and lux are derived photometric units.**
ಕ್ಯಾಂಡೆಲಾ ಮೂಲ ಏಕಕ; ಲುಮೆನ್ ಮತ್ತು ಲಕ್ಸ್ ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಪ್ರಕಾಶ ಏಕಕಗಳು.

09 · D **Micro is 10^{-6}, while milli is 10^{-3} and nano is 10^{-9}.**
ಮೈಕ್ರೋ 10^{-6}; ಮಿಲಿ 10^{-3} ಮತ್ತು ನ್ಯಾನೋ 10^{-9}.

10 · A **2.75 × 1000 = 2750 m.**
2.75 × 1000 = 2750 m.

11 · D **Because 1 cm = 10^{-2} m, squaring gives 10^{-4} m².**
1 cm = 10^{-2} m ಆದ್ದರಿಂದ ವರ್ಗ ಮಾಡಿದಾಗ 10^{-4} m².

12 · D **72 ÷ 3.6 = 20 m/s.**
72 ÷ 3.6 = 20 m/s.

13 · D **One g/cm³ equals 1000 kg/m³, so 1.2 becomes 1200.**
ಒಂದು g/cm³ = 1000 kg/m³; ಹೀಗಾಗಿ 1.2 = 1200.

14 · B **F = ma gives kg × m/s² = kg m s⁻².**
F = ma ಪ್ರಕಾರ kg × m/s² = kg m s⁻².

15 · C **Pressure = 150/0.5 = 300 Pa.**
ಒತ್ತಡ = 150/0.5 = 300 Pa.

16 · C **J = N m = kg m² s⁻².**
J = N m = kg m² s⁻².

17 · C **W = Fs cos90° = 0.**
W = Fs cos90° = 0.

ANSWER KEY · EXPLANATIONS 2/3

Answers and Explanations

ಉತ್ತರಗಳು ಮತ್ತು ವಿವರಣೆಗಳು

18 · B **Power = work/time = 480/8 = 60 W.**
ಸಾಮರ್ಥ್ಯ = ಕೆಲಸ/ಸಮಯ = 480/8 = 60 W.

19 · B **Potential difference = energy per unit charge.**
ವಿಭವಾಂತರ = ಪ್ರತಿ ಏಕಕ ಆವೇಶಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ.

20 · D **Ohm's law gives R = V/I = 12/3 = 4 Ω.**
ಓಮ್ ನಿಯಮದಂತೆ R = V/I = 12/3 = 4 Ω.

21 · A **Plane angle is dimensionless and the SI unit is radian.**
ಸಮತಲ ಕೋನ ಆಯಾಮರಹಿತವಾಗಿದ್ದು SI ಏಕಕ ರೇಡಿಯನ್.

22 · B **Frequency counts cycles per unit time.**
ಆವೃತ್ತಿ ಪ್ರತಿ ಏಕಕ ಕಾಲದ ಆವರ್ತಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

23 · C **The unit symbol kg has fixed case, no plural s and a separating space.**
kg ಸಂಕೇತಕ್ಕೆ ನಿಗದಿತ ಅಕ್ಷರರೂಪ; ಬಹುವಚನ s ಇಲ್ಲ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯೆ ಅಂತರ ಇರಬೇಕು.

24 · B **Velocity is displacement divided by time.**
ವೇಗ = ಸ್ಥಾನಾಂತರ / ಕಾಲ.

25 · C **Force = mass × acceleration, giving M L T^{-2}.**
ಬಲ = ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ × ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ; ಆಯಾಮ M L T^{-2}.

26 · A **Pressure = force/area = (M L T^{-2})/L^2.**
ಒತ್ತಡ = ಬಲ/ವಿಸ್ತೀರ್ಣ = (M L T^{-2})/L^2.

27 · C **From $F = Gm_1m_2/r^2$, $[G] = [F]L^2/M^2 = M^{-1}L^3T^{-2}$.**
$F = Gm_1m_2/r^2$ ನಿಂದ $[G] = [F]L^2/M^2 = M^{-1}L^3T^{-2}$.

28 · C **Each term in $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ has dimension L.**
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪದದ ಆಯಾಮ L.

29 · D **Dimensionless factors are beyond pure dimensional analysis.**
ಆಯಾಮರಹಿತ ಸಂಖ್ಯಾ ಗುಣಕಗಳನ್ನು ಆಯಾಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ತಿಳಿಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

30 · B **Time dimension requires √(length/acceleration).**
ಕಾಲದ ಆಯಾಮಕ್ಕಾಗಿ √(ಉದ್ದ/ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ) ಬೇಕು.

31 · A **Close grouping means precision; distance from truth means inaccuracy.**
ಒಟ್ಟುಗೂಡಿದ ಮೌಲ್ಯಗಳು ಪುನರಾವರ್ತಿತ ನಿಖರತೆ; ನಿಜ ಮೌಲ್ಯದಿಂದ ದೂರ ಯಥಾರ್ಥತೆಯ ಕೊರತೆ.

32 · C **Random error creates unpredictable scatter.**
ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ದೋಷ ಊಹಿಸಲಾಗದ ಚದುರಿಕೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ.

33 · C **Absolute difference 0.4 cm; 0.4/20 × 100 = 2%.**
ನಿರಪೇಕ್ಷ ವ್ಯತ್ಯಾಸ 0.4 cm; 0.4/20 × 100 = 2%.

34 · A **Absolute error is**
10.2 − 10.0| = 0.2 cm.|ನಿರಪೇಕ್ಷ ದೋಷ |10.2 − 10.0| = 0.2 cm.

ANSWER KEY · EXPLANATIONS 3/3

Answers and Explanations

ಉತ್ತರಗಳು ಮತ್ತು ವಿವರಣೆಗಳು

35 · D **Worst-case absolute uncertainties add: 0.1 + 0.2 = 0.3 cm.**
ಗರಿಷ್ಠ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳು ಸೇರಬೇಕು: 0.1 + 0.2 = 0.3 cm.

36 · D **For a power 2, small fractional uncertainty is multiplied by 2.**
ಘಾತ 2 ಇದ್ದರೆ ಸಣ್ಣ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಯನ್ನು 2 ರಿಂದ ಗುಣಿಸುತ್ತಾರೆ.

37 · B **The digits 4, 5 and the trailing decimal zero are significant.**
4, 5 ಮತ್ತು ಕೊನೆಯ ದಶಮಾಂಶ ಶೂನ್ಯ ಸಾರ್ಥಕ ಅಂಕೆಗಳು.

38 · A **The least precise addend has one decimal place.**
ಕಡಿಮೆ ನಿಖರ ಸೇರಿಸುವ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಶಮಾಂಶ ಸ್ಥಾನವಿದೆ.

39 · A **1 VSD = 0.9 mm, so LC = 1.0 − 0.9 = 0.1 mm.**
1 VSD = 0.9 mm; ಹೀಗಾಗಿ LC = 1.0 − 0.9 = 0.1 mm.

40 · D **12 + 6 × 0.1 = 12.6 mm, before any zero correction.**
ಶೂನ್ಯ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಮೊದಲು 12 + 6 × 0.1 = 12.6 mm.

41 · B **Corrected = 8.46 − (−0.04) = 8.50 mm.**
ತಿದ್ದಿದ ಮೌಲ್ಯ = 8.46 − (−0.04) = 8.50 mm.

42 · B **The depth rod extends into a hole to measure depth.**
ಆಳದ ಕಡ್ಡಿ ರಂಧ್ರದೊಳಗೆ ಹೋಗಿ ಆಳ ಅಳೆಯುತ್ತದೆ.

43 · A **Inner jaws expand against the inside surfaces.**
ಒಳದವಡೆಗಳು ಒಳ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿಗೆ ಸ್ಪರ್ಶಿಸಿ ವ್ಯಾಸ ಅಳೆಯುತ್ತವೆ.

44 · B **Pitch = axial advance/turns = 1.5/3 = 0.5 mm.**
ಪಿಚ್ = ಅಕ್ಷೀಯ ಚಲನೆ/ಸುತ್ತುಗಳು = 1.5/3 = 0.5 mm.

45 · A **LC = pitch/divisions = 0.5/50 = 0.01 mm.**
LC = ಪಿಚ್/ವಿಭಾಗಗಳು = 0.5/50 = 0.01 mm.

46 · B **4.5 + 28 × 0.01 = 4.78 mm.**
4.5 + 28 × 0.01 = 4.78 mm.

47 · C **Corrected = observed − error = 4.78 − 0.02 = 4.76 mm.**
ತಿದ್ದಿದ = ಕಂಡ ಮೌಲ್ಯ − ದೋಷ = 4.78 − 0.02 = 4.76 mm.

48 · D **The ratchet helps prevent excessive tightening and contact force.**
ರ್ಯಾಚೆಟ್ ಅತಿಯಾದ ಬಿಗಿತ ಮತ್ತು ಸ್ಪರ್ಶಬಲ ತಪ್ಪಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

49 · D **A full sphere subtends 4π steradians.**
ಸಂಪೂರ್ಣ ಗೋಳವು 4π ಸ್ಟೆರೇಡಿಯನ್ ಘನಕೋನ ಹೊಂದಿದೆ.

50 · D **1 N = 10^5 dyne, so 2.5 N = 2.5 × 10^5 dyne.**
1 N = 10^5 ಡೈನ್; ಹೀಗಾಗಿ 2.5 N = 2.5 × 10^5 ಡೈನ್.

ANSWER DISTRIBUTION · A = 13 · B = 13 · C = 12 · D = 12

Scientific reference: BIPM, The International System of Units (SI), 9th edition, updated 2026; https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/ .
Study note: Measurement instrument examples are illustrative; verify least count and zero setting on the actual instrument.