



Teach To India Publication
ITI All Trades:

Workshop Calculation and Science वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस

(1st & 2nd)
Year

Second
Edition

CTS | NSQF



Dual Language: English | हिंदी

THEORY + MCQs

Common for all ITI trades
सभी आईटीआई ट्रेडों के लिए मान्य

For ITI Students Across India,
Based on the DGT/NCVT Syllabus and NIMI Exam Pattern



Teach To India
Publication

Workshop Calculation and Science

वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस

(First Year and Second Year | प्रथम वर्ष एवं द्वितीय वर्ष)

**A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions
Under the Craftsmen Training Scheme (CTS) | NSQF Level 4**

Designed for:

ITI students across all states. This book is prepared as per the latest syllabus prescribed by DGT / NCVT and follows the NIMI examination pattern.

Key Features of the Book:

Dual Language Format: English | हिंदी

Detailed Trade Theory: Structured according to Modules

Comprehensive MCQ Practice: Topic-wise Multiple-Choice Questions with Detailed Solutions

Complete Coverage of ITI Examination Sections:

- Workshop Calculation and Science - First Year
- Workshop Calculation and Science - Second Year

Also Useful For:

This book is also useful for **CITS trainees, apprenticeship and job seekers, and candidates preparing for government and private-sector employment.**

Title: Workshop Calculation and Science

Subtitle: A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions

Dual-Language Edition: English | हिंदी

Editor-in-Chief: Dr. Parvendra Kumar

Editorial and Technical Support: Teach To India Technical Team

Computer Graphics & Layout: Teach To India Design Team

Author:

Dr. Parvendra Kumar

B.Tech (UPTU), PG Diploma (C-DAC Hyderabad), M.Tech (IIT Roorkee), Ph.D

Reviewer:

Mukul Kumar

Instructor, Government ITI, Hata, Kushinagar, U.P.

Publisher:

Teach To India Publication

Adarsh Colony, Saharanpur, U.P. – 247001

Mobile: +91 9084496877

Email: info@teachtoindia.com | Website: www.teachtoindia.com

Printed at: Shree Education and Publication Private Limited, Ajmer, Rajasthan

Edition: Second Edition, 2026

ISBN: 978-81-69424-01-1

Copyright © Teach To India Publication. All rights reserved.

Legal Note:

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means — electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise — without prior written permission of the publisher. While every effort has been made to ensure accuracy, the publisher assumes no responsibility for errors. Feedback and suggestions for improvement are always welcome.

Colophon:

This book is printed on environmentally responsible paper. The layout, typesetting, and graphics have been optimized for dual-language (English-Hindi) clarity and accessibility, suitable for technical and vocational training.

Printed in India

Price: ₹695/-

Preface | प्रस्तावना

This book, **Workshop Calculation and Science**, has been specially designed to help students succeed in both academic examinations and career-oriented preparation.

It includes detailed Theory of **Workshop Calculation and Science**, and a question bank in mock test format based on the NIMI exam pattern.

This book follows the latest syllabus prescribed by **DGT/NCVT** and is aligned with the latest **NIMI** examination pattern. It is structured for easy understanding and practical application.

The MCQs in this book have been designed at multiple levels—**Remembering, Understanding, Application, and Analysis**—in a dual-language format to enhance conceptual clarity and examination readiness.

Our goal is not only to help students excel in **ITI courses and NCVT examinations**, but also to prepare them for competitive employment opportunities in both the **government and private sectors**.

यह पुस्तक, **वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस**, विद्यार्थियों को शैक्षणिक परीक्षाओं तथा करियर-केंद्रित तैयारी दोनों में सफलता दिलाने के उद्देश्य से विशेष रूप से तैयार की गई है।

इसमें **वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस के विस्तृत सिद्धांत** तथा **NIMI परीक्षा पैटर्न पर आधारित मॉक टेस्ट प्रारूप में प्रश्न बैंक** शामिल है।

यह पुस्तक **DGT/NCVT** द्वारा निर्धारित नवीनतम पाठ्यक्रम का पालन करती है तथा नवीनतम **NIMI** परीक्षा पैटर्न के अनुरूप तैयार की गई है। इसे सरल समझ और व्यावहारिक उपयोग को ध्यान में रखते हुए संरचित किया गया है।

इस पुस्तक में दिए गए **MCQs** को बहु-स्तरीय स्तरों—**स्मरण, समझ, अनुप्रयोग, और विश्लेषण**—पर द्विभाषी प्रारूप में तैयार किया गया है, ताकि संकल्पनात्मक स्पष्टता तथा परीक्षा-तत्परता को सुदृढ़ किया जा सके।

हमारा उद्देश्य केवल विद्यार्थियों को **ITI पाठ्यक्रमों** एवं **NCVT परीक्षाओं** में उत्कृष्ट प्रदर्शन के लिए सक्षम बनाना ही नहीं, बल्कि उन्हें **सरकारी** तथा **निजी** दोनों क्षेत्रों में प्रतिस्पर्धी रोजगार अवसरों के लिए भी तैयार करना है।

How to Study This Book | इस पुस्तक का अध्ययन कैसे करें

The Theory section is covered in detail. Students are advised to study this section thoroughly and carefully, and to develop a clear conceptual understanding with the help of detailed explanations, diagrams, and a flow-based presentation.

Practice the MCQs only after completing the theory part of the module.

Students are advised to study this book in only one language, either Hindi or English. They should not compare the Hindi version with the English version during study.

In case of any discrepancy in technical terminology, translation, or conceptual interpretation, the English version shall be considered authoritative.

To practice the question bank in a computer-based mock test format, scan the QR code provided in the last part of the book.

थ्योरी अनुभाग को विस्तृत रूप से प्रस्तुत किया गया है। विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे इस अनुभाग का गहन एवं सावधानीपूर्वक अध्ययन करें तथा विस्तृत व्याख्याओं, आरेखों और क्रमबद्ध प्रस्तुतीकरण की सहायता से अपनी अवधारणाओं को स्पष्ट एवं सुदृढ़ करें।

थ्योरी भाग पूर्ण करने के बाद ही संबंधित बहुविकल्पीय प्रश्नों (MCQs) का अभ्यास करें।

विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे इस पुस्तक का अध्ययन केवल एक ही भाषा—हिंदी अथवा अंग्रेज़ी—में करें। अध्ययन के समय हिंदी और अंग्रेज़ी संस्करणों की आपस में तुलना न करें।

तकनीकी शब्दावली, अनुवाद या अवधारणात्मक व्याख्या में किसी भी असंगति की स्थिति में अंग्रेज़ी संस्करण को प्रामाणिक माना जाएगा।

प्रश्न बैंक का अभ्यास कंप्यूटर-आधारित मॉक टेस्ट प्रारूप में करने के लिए, पुस्तक के अंतिम भाग में दिए गए QR कोड को स्कैन करें।

Acknowledgment | आभार

The content of this book has been developed with reference to the official ITI syllabus and the guidelines issued by the Directorate General of Training (DGT) and the National Instructional Media Institute (NIMI). It has been prepared using the prescribed syllabus documents and standard training resources for educational purposes. The publishers gratefully acknowledge the contribution of these institutions to curriculum development and the promotion of vocational education in India.

इस पुस्तक की सामग्री का विकास आधिकारिक आईटीआई पाठ्यक्रम तथा प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) और राष्ट्रीय अनुदेशात्मक मीडिया संस्थान (NIMI) द्वारा जारी दिशा-निर्देशों के संदर्भ में किया गया है। इसे शैक्षिक उद्देश्यों के लिए निर्धारित पाठ्यक्रम दस्तावेजों एवं मानक प्रशिक्षण संसाधनों के आधार पर तैयार किया गया है।

प्रकाशक भारत में पाठ्यक्रम विकास तथा व्यावसायिक शिक्षा के प्रोत्साहन में इन संस्थानों के योगदान के प्रति कृतज्ञतापूर्वक आभार व्यक्त करते हैं।

Syllabus

Modules	Workshop Calculation and Science – First Year
Modules -1 Fractions	Classification of unit system Fundamental and Derived units F.P.S, C.G.S, M.K.S and SI units Measurement units and conversion Factors, HCF, LCM and problems Fractions - Addition, subtraction, multiplication & division Decimal fractions - Addition, subtraction, multiplication & division Solving problems by using calculator
Modules -2 Square root, Ratio and Proportions, Percentage	Square and square root Simple problems using calculator Applications of Pythagoras theorem and related problems Ratio and proportion Ratio and proportion - Direct and indirect proportions Percentage Percentage - Changing percentage to decimal
Modules -3 Material Science	Types of metals, types of ferrous and non-ferrous metals Physical and mechanical properties of metals Introduction of iron and cast iron Difference between iron & steel, alloy steel and carbon steel Properties and uses of rubber, timber and insulating materials
Modules -4 Mass, Weight, Volume and Density	Mass, volume, density, weight and specific gravity Related problems for mass, volume, density, weight and specific gravity
Modules -5 Speed and Velocity, Work, Power and Energy	Rest, motion, speed, velocity, difference between speed and velocity, acceleration and retardation Related problems on speed & velocity Work, power, energy, HP, IHP, BHP and efficiency Potential energy, kinetic energy and related problems
Modules -6 Heat & Temperature and Pressure	Concept of heat and temperature, effects of heat, difference between heat and temperature, boiling point & melting point of different metals and non-metals Scales of temperature, Celsius, Fahrenheit, kelvin and conversion between scales of temperature Temperature measuring instruments, types of thermometer, pyrometer and transmission of heat - Conduction, convection and radiation Co-efficient of linear expansion and related problems with assignments Problem of heat loss and heat gain with assignments Thermal conductivity and insulators Boiling point and melting point of different metals and Non-metals Concept of pressure and its units in different system
Modules -7 Basic Electricity	Introduction and uses of electricity, molecule, atom, how electricity is produced, electric current AC, DC their comparison, voltage, resistance and their units Conductor, insulator, types of connections - series and parallel Ohm's law, relation between V.I.R & related problems Electrical power, energy and their units, calculation with assignments Basic electricity - Magnetic induction, self and mutual inductance and EMF generation Basic electricity - Electrical power, HP, energy and units of electrical energy
Modules -8 Mensuration	Area and perimeter of square, rectangle and parallelogram Area and perimeter of Triangles Area and perimeter of circle, semi-circle, circular ring, sector of circle, hexagon and ellipse Surface area and volume of solids - cube, cuboid, cylinder, sphere and hollow cylinder Finding the lateral surface area, total surface area and capacity in litres of hexagonal, conical and cylindrical shaped vessels

Modules -9 Levers and Simple machines	Simple machines - Effort and load, mechanical advantage, velocity ratio, efficiency of machine, relationship between efficiency, velocity ratio and mechanical advantage Lever and its types
Modules -10 Trigonometry	Measurement of angles Trigonometrical ratios Trigonometrical tables Application in calculating height and distance (Simple applications)
Modules	Workshop Calculation and Science – Second Year
Modules-1 Friction	Advantages and disadvantages, Laws of friction, co-efficient of friction, angle of friction, simple problems related to friction Friction - Lubrication Co- efficient of friction, application and effects of friction in workshop practice
Modules-2 Centre of Gravity	Centre of gravity and its practical application
Modules-3 Area of cut out regular surfaces and area of irregular surfaces	Area of cut out regular surfaces - circle, segment and sector of circle Related problems of area of cut out regular surfaces - circle, segment and sector of circle Area of irregular surfaces and application related to shop problems
Modules-4 Algebra	Addition, subtraction, multiplication & division Theory of indices, algebraic formula, related problems
Modules-5 Elasticity	Elastic, plastic materials, stress, strain and their units and young's modulus Elasticity - Ultimate stress and working stress
Modules-6 Heat Treatment	Heat treatment and advantages Heat treatment - Different heat treatment process – Hardening, tempering, annealing, normalising and case hardening
Modules-7 Profit and Loss	Simple problems on profit & loss Simple and compound interest
Modules-8 Estimation and Costing	Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade Problems on estimation and costing

Instructions for Students

Students can study the modules according to their respective trade. Select the modules applicable to your trade from the syllabus table below. A few trades have been listed for reference. If your trade is not listed, write its name and the applicable modules in the blank row provided.

S. No.	Trade Name	First Year Modules	Second Year Modules
1	Electrician	1,2,3,4,6,8,10	1,4,5,7,8
2	Fitter	1,2,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,5,6,8
3	Electronics Mechanic	1,2,3, 6,7, 10	4,8
4	Turner	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,5,6,8
5	Refrigeration and air conditioning	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,5,6,8
6	Draughtsman Civil	1,2,3,4,6,8,10	2,3,4,5,7,8
7	Draughtsman Mechanical	1,2,3,4,6,8,10	1,2,3,8
8	Wireman	1,2,3,4,6,8,10	1,4,5,7,8
9	Machinist	1,2,4,6,7,8,9,10	1,2,3,5,6,8
10	Surveying	1,2,3,4,6,8,10	3,4,7,8
11	Information Communication Technology System Maintenance	1,2,7,10	4,7,8
12	Welder	1,2,3,4,6,7,8,10	
13	Diesel Mechanic	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
14	Computer Operator and Programming Assistant		
15	Sewing Technology		
16	Instrument mechanic	1,2,3,4,5,6,7,10	
17	Basic Designer and Virtual Verifier (Mechanical)	1,2,4,8,10	1,2,3,8
18	Industrial Robotics & Digital Manufacturing Technician	1,2,3,4,5,6,7,8,10	
19	Manufacturing Process Control and Automation Technician	1,2,3,4,5,6,7,10	
20	CNC Machining Technician	1,2,3,4,5,6,7,8,10	1,2,3,5,6,8
21	Mechanic Electric Vehicle	1,2,3,4,5,6,7,9,10	1,2,4,5,8
22	Artisan Using Advanced Tool	1,2,3,4,5,6,7,8,10	
23	Computer Aided Manufacturing (CAM) Programmer	1,2,3,6,7,10	
24	Plumber	1,2,3,4,6,7,8,10	
25	Additive Manufacturing (3d Printing) Technician	1,2,3,4,6,8,10	
26	Mechanic Motor Vehicle	1,2,3,4,5,6,7,8,9	1,2,3,5,6,8
27	Industrial Internet of Things (IIoT) Technician		
28			

Table of Contents

Part – 1: First Year प्रथम वर्ष	1
1. Fractions भिन्न	2
1.1 Classification of Unit System इकाई प्रणालियों का वर्गीकरण	2
1.2 Fundamental Units मौलिक इकाइयाँ	4
1.3 Measurement Units and Conversion मापन इकाइयाँ एवं रूपांतरण	5
1.4 Factors, HCF, LCM and Problems गुणनखंड, महत्तम समापवर्तक (HCF), लघुत्तम समापवर्त्य (LCM)	9
1.5 Fractions – Addition, Subtraction, Multiplication and Division भिन्न – जोड़, घटाव, गुणा और भाग	10
1.6 Decimal Fractions – Addition, Subtraction, Multiplication and Division दशमलव भिन्न – जोड़, घटाव, गुणा एवं भाग	12
1.7 Solving Problems by Using Calculator कैलकुलेटर का उपयोग करके समस्याओं का समाधान	13
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	15
2. Square root, Ratio and Proportions, Percentage वर्गमूल, अनुपात एवं समानुपात, प्रतिशत	18
2.1 Square and Square Root वर्ग और वर्गमूल	18
2.2 Simple Problems Using Calculator कैलकुलेटर का उपयोग करके सरल समस्याएँ	21
2.3 Introduction to Pythagoras Theorem पाइथागोरस प्रमेय का परिचय	22
2.4 Ratio and Proportion अनुपात और समानुपात	25
2.5 Direct Proportion प्रत्यक्ष समानुपात	29
2.6 Percentage प्रतिशत	32
2.7 Percentage Conversion प्रतिशत रूपांतरण	35
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	37
3. Material Science पदार्थ विज्ञान	40
3.1 Types of Metals, Types of Ferrous and Non-Ferrous Metals धातुओं के प्रकार, लौह एवं अलौह धातुओं के प्रकार	40
3.2 Physical and Mechanical Properties of Metals धातुओं के भौतिक एवं यांत्रिक गुण	41
3.3 Introduction of Iron and Cast Iron लोहा तथा ढलवा लोहे का परिचय	43
3.4 Difference Between Iron and Steel, Alloy Steel and Carbon Steel लोहा एवं इस्पात, मिश्रधातु इस्पात तथा कार्बन इस्पात के मध्य अंतर	44
3.5 Properties and Uses of Rubber, Timber and Insulating Materials रबर, लकड़ी तथा विद्युतरोधी सामग्रियों के गुण एवं उपयोग	48
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	50
4. Mass, Weight, Volume and Density द्रव्यमान, भार, आयतन एवं घनत्व	54
4.1 Mass, Volume, Density, Weight and Specific Gravity द्रव्यमान, आयतन, घनत्व, भार एवं विशिष्ट गुरुत्व	54
4.2 Related Problems for Mass, Volume, Density, Weight and Specific Gravity द्रव्यमान, आयतन, घनत्व, भार एवं विशिष्ट गुरुत्व से संबंधित समस्याएँ	56
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	58
5. Speed and Velocity, Work, Power and Energy वेग और चाल, कार्य, शक्ति तथा ऊर्जा	62
5.1 Rest, Motion, Speed, Velocity, Difference Between Speed and Velocity, Acceleration and Retardation विराम, गति, चाल, वेग, चाल और वेग के बीच अंतर, त्वरण एवं मंदन	62

5.2 Related Problems on Speed and Velocity गति और वेग से संबंधित समस्याएँ	63
5.3 Work, Power, Energy, HP, IHP, BHP and Efficiency कार्य, शक्ति, ऊर्जा, अश्वशक्ति (HP), संकेतित अश्वशक्ति (IHP), ब्रेक अश्वशक्ति (BHP) एवं दक्षता.....	65
5.4 Potential Energy, Kinetic Energy and Related Problems स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा एवं उनसे संबंधित समस्याएँ	67
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	69
6. Heat & Temperature and Pressure ऊष्मा एवं तापमान तथा दाब	72
6.1 Heat and Temperature: Effects, Boiling & Melting Points ऊष्मा एवं तापमान: प्रभाव, क्वथनांक एवं गलनांक	72
6.2 Temperature Scales and Conversion तापमान पैमाने एवं रूपांतरण	74
6.3 Temperature Measuring Instruments, Thermometers, Pyrometers & Heat Transfer तापमान मापन उपकरण, थर्मामीटर, पायरोमीटर एवं ऊष्मा संचरण	75
6.4 Co-efficient of Linear Expansion and Related Problems with Assignments रेखीय प्रसार गुणांक तथा उससे संबंधित समस्याएँ एवं असाइनमेंट	77
6.5 Problems of Heat Loss and Heat Gain with Assignments ऊष्मा हानि एवं ऊष्मा प्राप्ति से संबंधित समस्याएँ तथा असाइनमेंट	78
6.6 Thermal Conductivity and Insulators ऊष्मीय चालकता और ऊष्मा रोधक	79
6.7 Boiling Point and Melting Point of Different Metals and Non-Metals विभिन्न धातुओं एवं अधातुओं के क्वथनांक और गलनांक	80
6.8 Concept of Pressure and Its Units in Different Systems दाब की अवधारणा तथा विभिन्न प्रणालियों में इसकी इकाइयाँ	82
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	84
7. Basic Electricity मूल विद्युत	88
7.1 Electricity Basics: Production, Current, Voltage & Resistance विद्युत की मूल बातें: उत्पादन, धारा, वोल्टेज एवं प्रतिरोध	88
7.2 Conductor, Insulator, Types of Connections – Series and Parallel चालक, कुचालक, संयोजनों के प्रकार – श्रेणीक्रम (सीरीज़) एवं समानांतर	90
7.3 Ohm's Law, Relation between V, I, and R, and Related Problems ओम का नियम, V, I और R के बीच संबंध तथा संबंधित प्रश्न	93
7.4 Electrical Power, Energy and Their Units, Calculation with Assignments विद्युत शक्ति, ऊर्जा तथा उनकी इकाइयाँ, गणना एवं अभ्यास प्रश्न	96
7.5 Basic Electricity – Magnetic Induction, Inductance & EMF Generation मूल विद्युत – चुंबकीय प्रेरण, प्रेरकत्व एवं ईएमएफ उत्पादन	97
7.6 Basic Electricity – Power, HP, Energy & Units मूल विद्युत – शक्ति, एचपी, ऊर्जा एवं इकाइयाँ	98
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	100
8. Mensuration क्षेत्रमिति	103
8.1 Area and Perimeter of Square, Rectangle and Parallelogram वर्ग, आयत तथा समांतर चतुर्भुज का क्षेत्रफल और परिमाप	103
8.2 Area and Perimeter of Triangles त्रिभुजों का क्षेत्रफल और परिमाप	105
8.3 Area & Perimeter of Circular and Plane Figures वृत्तीय एवं समतलीय आकृतियों का क्षेत्रफल एवं परिमाप	106
8.4 Surface Area & Volume of Solids – Cube, Cuboid, Cylinder, Sphere & Hollow Cylinder ठोस पिंडों का पृष्ठीय क्षेत्रफल व आयतन – घन, घनाभ, बेलन, गोला व खोखला बेलन	107

8.5 Surface Area and Capacity of Hexagonal, Conical and Cylindrical Vessels षट्भुजाकार, शंकवाकार तथा बेलनाकार पात्रों का पृष्ठीय क्षेत्रफल एवं धारिता	109
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	111
9. Levers and Simple machines लीवर और सरल मशीनें	114
9.1 Simple Machines सरल मशीनें	114
9.2 Effort and Load प्रयास और भार	115
9.3 Mechanical Advantage यांत्रिक लाभ	116
9.4 Velocity Ratio, Efficiency, and Relationship Between MA, VR, and Efficiency वेग अनुपात, दक्षता तथा यांत्रिक लाभ, वेग अनुपात और दक्षता के बीच संबंध	118
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	121
10. Trigonometry त्रिकोणमिति	125
10.1 Measurement of Angles कोणों का मापन	125
10.2 Trigonometry त्रिकोणमिति	126
10.3 Trigonometrical Tables त्रिकोणमितीय सारणियाँ	128
10.4 Application in Calculating Height and Distance ऊँचाई और दूरी की गणना में अनुप्रयोग	130
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	132
Part – 2: Second Year द्वितीय वर्ष	135
1. Friction घर्षण	136
1.1 Advantages and Disadvantages of Friction घर्षण के लाभ एवं हानियाँ	136
1.2 Laws of Friction घर्षण के नियम	137
1.3 Co-efficient of Friction घर्षण गुणांक	140
1.4 Angle of Friction घर्षण कोण	141
1.5 Simple Problems Related to Friction घर्षण से संबंधित सरल समस्याएँ	143
1.6 Friction and Lubrication घर्षण एवं स्नेहन	144
1.7 Application and Effects of Friction in Workshop Practice कार्यशाला व्यवहार में घर्षण के अनुप्रयोग और प्रभाव	146
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	148
2. Centre of Gravity गुरुत्व केंद्र	154
2.1 Centre of Gravity and Its Practical Application गुरुत्व केंद्र एवं इसके व्यावहारिक अनुप्रयोग	154
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	157
3. Area of cut out regular surfaces and area of irregular surfaces नियमित कटे हुए पृष्ठों का क्षेत्रफल तथा अनियमित पृष्ठों का क्षेत्रफल	163
3.1 Area of Cut Out Regular Surfaces – Circle, Segment and Sector of Circle कटे हुए नियमित पृष्ठों का क्षेत्रफल – वृत्त, वृत्तखंड तथा वृत्तीय खंड	163
3.2 Problems on Cut-Out Areas – Circle, Segment & Sector काटी गई सतहों के क्षेत्रफल की समस्याएँ – वृत्त, वृत्तखंड एवं वृत्तीय खंड	165
3.3 Area of Irregular Surfaces and Application Related to Shop Problems अनियमित सतहों का क्षेत्रफल तथा कार्यशाला संबंधी समस्याओं में उसके अनुप्रयोग	166
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न	169
4. Algebra बीजगणित	173

4.1 Addition, Subtraction, Multiplication and Division (Algebraic Expressions) योग, घटाव, गुणा एवं भाग (बीजीय व्यंजक).....	173
4.2 Theory of Indices घातांकों का सिद्धांत.....	177
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	180
5. Elasticity प्रत्यास्थता.....	183
5.1 Elastic Materials, Plastic Materials, Stress, Strain and Young's Modulus प्रत्यास्थ पदार्थ, प्लास्टिक पदार्थ, प्रतिबल, विकृति तथा यंग का प्रत्यास्थता गुणांक.....	183
5.2 Elasticity – Ultimate Stress and Working Stress प्रत्यास्थता – परम प्रतिबल तथा कार्यशील प्रतिबल.....	188
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	190
6. Heat Treatment ऊष्मा उपचार.....	194
6.1 Heat Treatment and Its Advantages ऊष्मा उपचार तथा उसके लाभ.....	194
6.2 Different Heat Treatment Processes विभिन्न ऊष्मा उपचार प्रक्रियाएँ.....	196
6.3 Revision and Examination Preparation पुनरावृत्ति एवं परीक्षा तैयारी.....	199
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	201
7. Profit and Loss लाभ और हानि.....	206
7.1 Simple Problems on Profit and Loss लाभ और हानि पर सरल समस्याएँ.....	206
7.2 Simple Interest साधारण ब्याज.....	209
7.3 Compound Interest चक्रवृद्धि ब्याज.....	212
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	214
8. Estimation and Costing लागत अनुमान एवं लागत निर्धारण.....	218
8.1 Simple Estimation of the Requirement of Material as Applicable to the Trade व्यापार के अनुसार लागू सामग्री की आवश्यकता का सरल अनुमान.....	218
8.2 Problems on Estimation and Costing अनुमान एवं लागत निर्धारण पर समस्याएँ.....	221
8.3 Trade-Oriented Estimation and Costing Applications व्यवसाय-उन्मुख अनुमान एवं लागत निर्धारण के अनुप्रयोग....	224
8.4 Revision and Examination Preparation पुनरावृत्ति एवं परीक्षा की तैयारी.....	225
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	227
Mock Tests मॉक टेस्ट्स.....	231

Part – 1: First Year | प्रथम वर्ष

2. Square root, Ratio and Proportions, Percentage | वर्गमूल, अनुपात एवं समानुपात, प्रतिशत

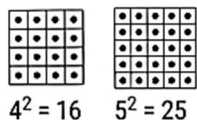
2.1 Square and Square Root | वर्ग और वर्गमूल

UNDERSTANDING SQUARE NUMBERS AND SQUARE ROOTS | वर्ग और वर्गमूल को समझना

SQUARE NUMBERS | वर्ग संख्या

A number multiplied by itself | एक संख्या जिसे खुद से गुणा किया गया हो

Example | उदाहरण: $8 \times 8 = 64$ ($8^2 = 64$)



$$4^2 = 16 \quad 5^2 = 25$$

PROPERTIES | गुण



Square of even is even, odd is odd
सम का वर्ग सम, विषम का वर्ग विषम
(उदाहरण: $6^2=36$, $7^2=49$)



Perfect squares end in 0, 1, 4, 5, 6, 9
पूर्ण वर्ग 0, 1, 4, 5, 6, 9 पर समाप्त होते हैं



Odd number of factors
गुणनखंडों की विषम संख्या



Integer square root
पूर्णांक वर्गमूल

$$\begin{array}{r} 529 \\ \sqrt{10} \overline{) 625} \\ \underline{-65} \\ 125 \\ \underline{-120} \\ 625 \\ \underline{-349} \\ 0 \end{array} = 50$$

SQUARE ROOTS | वर्गमूल

The value that, when multiplied by itself, gives the original number | वह मान जिसे खुद से गुणा करने पर मूल संख्या प्राप्त हो

Example | उदाहरण: $\sqrt{49} = 7$ (क्योंकि $7 \times 7 = 49$) $\sqrt{49}$

FINDING SQUARE ROOTS: METHODS | वर्गमूल ज्ञात करना: विधियाँ

Prime Factorization | अभाज्य गुणनखंडन Division Method | भाग विधि

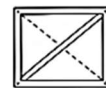
$$\begin{array}{l} \sqrt{144} \quad \sqrt{144} \\ \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \\ 2 \times 2 \times 3 \quad 2 \times 2 \times 3 \\ \sqrt{144} = 2 \times 2 \times 3 = 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{625} \overline{) 625} \\ \underline{-625} \\ 0 \end{array}$$

ESTIMATION | अनुमान

e.g., $\sqrt{50}$ is close to 7, as $7^2=49$ and $8^2=64$
उदाहरण: $\sqrt{50}$, 7 के करीब है, क्योंकि $7^2=49$ और $8^2=64$

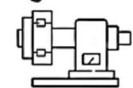
WORKSHOP APPLICATIONS | कार्यशाला अनुप्रयोग



Calculating Diagonals
विकर्णों की गणना



Layout & Right Angles
लेआउट और समकोण



Engineering Measurements
इंजीनियरिंग माप

Fig. 2.1: Square Numbers and Square Roots | वर्ग संख्याएँ एवं वर्गमूल

2.1.1 Introduction to Square Numbers (Fig. 2.1)

A square number is obtained when a number is multiplied by itself. Square numbers are important in engineering calculations, measurements, and workshop practice. Examples include 1, 4, 9, 16, 25, and 36.

2.1.2 Definition of a Square Number

If a number n is multiplied by itself, the result n^2 is called a square number. For example, $8^2 = 8 \times 8 = 64$. Therefore, 64 is a square number.

2.1.3 Definition of Square Root

The square root of a number is the value that produces the original number when multiplied by itself. For example, $\sqrt{49} = 7$ because $7 \times 7 = 49$.

2.1.4 Properties of Square Numbers

- The square of an even number is always even.
- The square of an odd number is always odd.
- Perfect squares end with digits 0, 1, 4, 5, 6, or 9.
- A perfect square has an odd number of factors.

2.1.1 वर्ग संख्याओं का परिचय (Fig. 2.1)

जब किसी संख्या को स्वयं से गुणा किया जाता है, तो प्राप्त परिणाम को वर्ग संख्या कहते हैं। वर्ग संख्याएँ अभियांत्रिकी गणनाओं, मापों तथा कार्यशाला अभ्यास में महत्वपूर्ण होती हैं। इसके उदाहरण 1, 4, 9, 16, 25 और 36 हैं।

2.1.2 वर्ग संख्या की परिभाषा

यदि किसी संख्या (n) को स्वयं से गुणा किया जाता है, तो प्राप्त परिणाम (n^2) को वर्ग संख्या कहा जाता है। उदाहरण के लिए, $8^2 = 8 \times 8 = 64$. अतः 64 एक वर्ग संख्या है।

2.1.3 वर्गमूल की परिभाषा

किसी संख्या का वर्गमूल वह मान होता है, जिसे स्वयं से गुणा करने पर मूल संख्या प्राप्त होती है। उदाहरण के लिए, $\sqrt{49} = 7$, क्योंकि $7 \times 7 = 49$.

2.1.4 वर्ग संख्याओं के गुणधर्म

- सम संख्या का वर्ग सदैव सम होता है।
- विषम संख्या का वर्ग सदैव विषम होता है।
- पूर्ण वर्ग संख्याओं के अंतिम अंक 0, 1, 4, 5, 6 अथवा 9 होते हैं।
- एक पूर्ण वर्ग संख्या के गुणनखंडों की संख्या विषम होती है।
- पूर्ण वर्ग का वर्गमूल सदैव एक पूर्णांक होता है।

- The square root of a perfect square is always an integer.

2.1.5 Identification of Perfect Squares

Perfect squares can be identified by memorizing common square numbers and examining their prime factors. Examples are 25, 36, 49, 64, 81, and 100.

2.1.6 Methods of Finding Square Roots

Prime Factorization Method

In this method, the number is expressed as the product of prime factors. Equal factors are paired, and one factor from each pair is multiplied to obtain the square root.

Division Method

The long division method is useful for finding square roots of large numbers. Digits are grouped in pairs from right to left, and the root is obtained step by step.

2.1.7 Rules for Finding Square Roots

- Group digits in pairs from the right side.
- Select the largest square less than or equal to the first group.
- Continue the process systematically for the remaining groups.
- Verify the answer by squaring the obtained root.

2.1.8 Estimation of Square Roots

The square root of a non-perfect square can be estimated using nearby perfect squares. For example, since $7^2 = 49$ and $8^2 = 64$, the value of $\sqrt{50}$ is slightly greater than 7.

2.1.9 Verification of Square Root Calculations

A square root calculation is verified by multiplying the obtained root by itself. If the product equals the original number, the answer is correct.

2.1.10 Applications of Square Roots in Workshop Practice

Square roots are widely used in:

- Diagonal measurement of plates and frames.
- Layout work and right-angle construction.
- Engineering drawing calculations.
- Machine alignment and fitting operations.
- Determination of dimensions in fabrication work.

2.1.11 Example 1: Prime Factorization Method

Find the square root of 144.

Prime factorization:

$$144 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3$$

Pair the equal factors:

$$\sqrt{144} = 2 \times 2 \times 3 = 12$$

Answer: $\sqrt{144} = 12$

Example 2: Prime Factorization Method

Find the square root of 225.

www.teachtoindia.com

2.1.5 पूर्ण वर्गों की पहचान

सामान्य वर्ग संख्याओं को स्मरण करके तथा उनके अभाज्य गुणनखण्डों का परीक्षण करके पूर्ण वर्गों की पहचान की जा सकती है। इसके उदाहरण 25, 36, 49, 64, 81 और 100 हैं।

2.1.6 वर्गमूल ज्ञात करने की विधियाँ

अभाज्य गुणनखण्ड विधि

इस विधि में संख्या को अभाज्य गुणनखण्डों के गुणनफल के रूप में व्यक्त किया जाता है। समान गुणनखण्डों के युग्म बनाए जाते हैं तथा प्रत्येक युग्म से एक गुणनखण्ड लेकर उनका गुणन करने पर वर्गमूल प्राप्त होता है।

भाग विधि

लंबी भाग विधि बड़ी संख्याओं के वर्गमूल ज्ञात करने के लिए उपयोगी होती है। इसमें अंकों को दाएँ से बाएँ युग्मों में विभाजित किया जाता है और चरण-दर-चरण वर्गमूल प्राप्त किया जाता है।

2.1.7 वर्गमूल ज्ञात करने के नियम

- अंकों को दाईं ओर से युग्मों में विभाजित करें।
- प्रथम समूह के बराबर या उससे छोटी सबसे बड़ी वर्ग संख्या का चयन करें।
- शेष समूहों के लिए प्रक्रिया को क्रमबद्ध रूप से जारी रखें।
- प्राप्त वर्गमूल का वर्ग करके उत्तर का सत्यापन करें।

2.1.8 वर्गमूल का अनुमान

अपूर्ण वर्ग संख्या के वर्गमूल का अनुमान निकटवर्ती पूर्ण वर्गों की सहायता से लगाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, क्योंकि $7^2 = 49$ और $8^2 = 64$ हैं, इसलिए $(\sqrt{50})$ का मान 7 से थोड़ा अधिक होगा।

2.1.9 वर्गमूल गणनाओं का सत्यापन

प्राप्त वर्गमूल को स्वयं से गुणा करके वर्गमूल गणना का सत्यापन किया जाता है। यदि गुणनफल मूल संख्या के बराबर हो, तो उत्तर सही माना जाता है।

2.1.10 कार्यशाला अभ्यास में वर्गमूल के अनुप्रयोग

वर्गमूल का व्यापक उपयोग निम्नलिखित कार्यों में किया जाता है:

- प्लेटों और फ्रेमों के विकर्ण मापन में।
- लेआउट कार्य तथा समकोण निर्माण में।
- अभियांत्रिकी आरेखण गणनाओं में।
- मशीन संरेखण तथा फिटिंग संक्रियाओं में।
- निर्माण कार्य में आयामों के निर्धारण में।

2.1.11 उदाहरण 1: अभाज्य गुणनखंड विधि

144 का वर्गमूल ज्ञात कीजिए।

अभाज्य गुणनखंड:

$$144 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3$$

समान गुणनखंडों के जोड़े बनाइए:

$$\sqrt{144} = 2 \times 2 \times 3 = 12$$

उत्तर: $\sqrt{144} = 12$

उदाहरण 2: अभाज्य गुणनखंड विधि

$$225 = 3 \times 3 \times 5 \times 5$$

Therefore,

$$\sqrt{225} = 3 \times 5 = 15$$

Answer: $\sqrt{225} = 15$

Example 3: Division Method

Find $\sqrt{529}$.

Using the long-division method:

- Divide 529 into pairs from the right: 5 | 29.
- The largest square less than or equal to 5 is $2^2 = 4$.
- Subtract: $5 - 4 = 1$.
- Bring down 29 to get 129.
- Double the quotient 2 to get 4.
- Select 3 because $43 \times 3 = 129$.
- Subtract: $129 - 129 = 0$.

Therefore,

$$\sqrt{529} = 23$$

Verification:

$$23 \times 23 = 529$$

Hence, the answer is correct.

Example 4: Larger Number

Find $\sqrt{2025}$.

Using the division method, the square root is:

$$\sqrt{2025} = 45$$

Verification:

$$45 \times 45 = 2025$$

Answer: $\sqrt{2025} = 45$

Example 5: Non-Perfect Square

Estimate $\sqrt{50}$.

We know:

$$7^2 = 49$$

$$8^2 = 64$$

Therefore,

$$7 < \sqrt{50} < 8$$

Since 50 is only slightly greater than 49, $\sqrt{50}$ is slightly greater than 7.

Answer: $\sqrt{50} \approx 7.07$

225 का वर्गमूल ज्ञात कीजिए।

$$225 = 3 \times 3 \times 5 \times 5$$

अतः,

$$\sqrt{225} = 3 \times 5 = 15$$

उत्तर: $\sqrt{225} = 15$

उदाहरण 3: भाग विधि

529 का वर्गमूल ज्ञात कीजिए।

दीर्घ भाग विधि द्वारा:

- दाईं ओर से 529 को जोड़ों में बाँटें: 5 | 29।
- 5 से कम या बराबर सबसे बड़ा वर्ग $2^2 = 4$ है।
- घटाएँ: $5 - 4 = 1$ ।
- 29 को नीचे लाने पर 129 प्राप्त होता है।
- भागफल 2 को दोगुना करने पर 4 प्राप्त होता है।
- 3 का चयन करें क्योंकि $43 \times 3 = 129$ ।
- घटाएँ: $129 - 129 = 0$ ।

अतः,

$$\sqrt{529} = 23$$

जाँच:

$$23 \times 23 = 529$$

अतः उत्तर सही है।

उदाहरण 4: बड़ी संख्या

2025 का वर्गमूल ज्ञात कीजिए।

भाग विधि द्वारा:

$$\sqrt{2025} = 45$$

जाँच:

$$45 \times 45 = 2025$$

उत्तर: $\sqrt{2025} = 45$

उदाहरण 5: पूर्ण वर्ग नहीं

$\sqrt{50}$ का अनुमान लगाइए।

हम जानते हैं:

$$7^2 = 49$$

$$8^2 = 64$$

अतः,

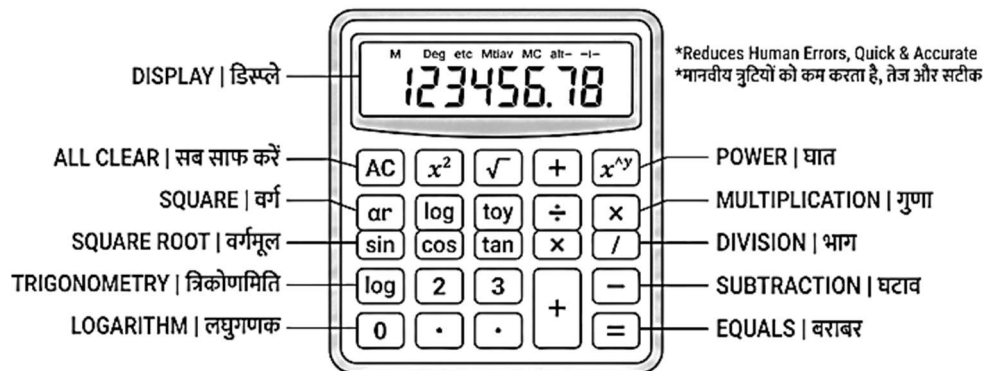
$$7 < \sqrt{50} < 8$$

चूँकि 50, 49 से केवल थोड़ा अधिक है, इसलिए $\sqrt{50}$, 7 से थोड़ा अधिक होगा।

उत्तर: $\sqrt{50} \approx 7.07$

2.2 Simple Problems Using Calculator | कैलकुलेटर का उपयोग करके सरल समस्याएँ

ELECTRONIC CALCULATOR | इलेक्ट्रॉनिक कैलकुलेटर



BASIC OPERATION STEPS | बुनियादी संक्रिया चरण

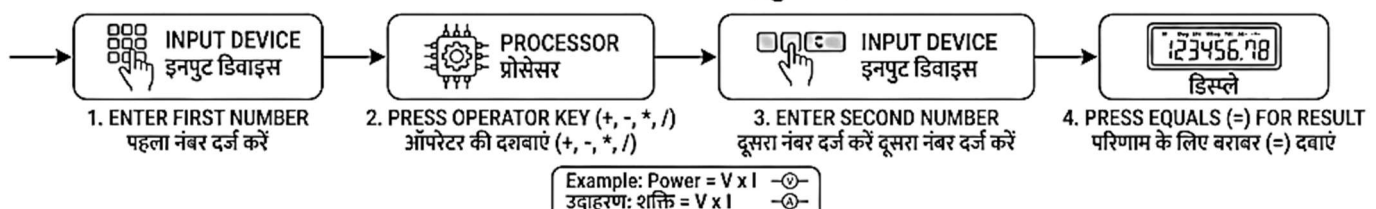


Fig. 2.2: Electronic Calculator and Basic Operations | इलेक्ट्रॉनिक कैलकुलेटर एवं मूल संक्रियाएँ

2.2.1 Introduction: (Fig. 2.2)

An electronic calculator is an important tool in workshop calculation. It performs arithmetic operations quickly and accurately, reducing human errors in engineering work. It is widely used for measurements, machining calculations, electrical formulas, and material estimation.

The main calculator functions include number keys, addition (+), subtraction (-), multiplication ($\times$), division ($\div$), percentage (%), square (x^2), square root ($\sqrt{}$), memory keys, and clear (C/AC) buttons.

Electronic calculators work on digital circuits that process input data and display results instantly. For basic operations, enter the first number, press the required operator, enter the second number, and then press (=).

Squares are found using the x^2 key. Example: $12^2 = 144$. Square roots are calculated using the $\sqrt{}$ key. Example: $\sqrt{225} = 15$. Percentage problems use the (%) function. Example: 20% of 500 = 100. Ratios can be simplified by dividing both terms by their HCF. Calculators help verify manual calculations and improve accuracy in fitting, turning, electrical wiring, and fabrication work.

Precautions: Keep the calculator clean, check battery condition, use correct key sequences, and verify units before calculation.

Solved Example:

Power = Voltage $\times$ Current = $230 \times 5 = 1150 \text{ W}$

2.2.1 परिचय: (Fig. 2.2)

इलेक्ट्रॉनिक कैलकुलेटर कार्यशाला गणना में एक महत्वपूर्ण उपकरण है। यह अंकगणितीय संक्रियाओं को तीव्रता और सटीकता के साथ संपन्न करता है, जिससे इंजीनियरिंग कार्यों में मानवीय त्रुटियाँ कम होती हैं। इसका व्यापक उपयोग मापन, मशीनिंग गणनाओं, विद्युत सूत्रों तथा सामग्री आकलन में किया जाता है।

मुख्य कैलकुलेटर कार्यों में संख्या कुंजियाँ, जोड़ (+), घटाव (-), गुणा ($\times$), भाग ($\div$), प्रतिशत (%), वर्ग (x^2), वर्गमूल ($\sqrt{}$), मेमोरी कुंजियाँ तथा क्लियर (C/AC) बटन शामिल हैं।

इलेक्ट्रॉनिक कैलकुलेटर डिजिटल परिपथों पर कार्य करते हैं, जो इनपुट आँकड़ों को संसाधित करके परिणामों को तुरंत प्रदर्शित करते हैं। मूल संक्रियाओं के लिए, पहली संख्या दर्ज करें, आवश्यक संक्रिया चिह्न दबाएँ, दूसरी संख्या दर्ज करें और फिर (=) कुंजी दबाएँ।

वर्ग ज्ञात करने के लिए x^2 कुंजी का उपयोग किया जाता है। उदाहरण: $12^2 = 144$ । वर्गमूल की गणना $\sqrt{}$ कुंजी द्वारा की जाती है। उदाहरण: $\sqrt{225} = 15$ । प्रतिशत संबंधी प्रश्नों के लिए (%) फलन का उपयोग किया जाता है। उदाहरण: 500 का 20% = 100। अनुपातों को उनके महत्तम समापवर्तक (HCF) से दोनों पदों को विभाजित करके सरल बनाया जा सकता है।

कैलकुलेटर हस्तचालित गणनाओं के सत्यापन में सहायता करते हैं तथा फिटिंग, टर्निंग, विद्युत वायरिंग और निर्माण कार्यों में सटीकता को बढ़ाते हैं।

सावधानियाँ: कैलकुलेटर को स्वच्छ रखें, बैटरी की स्थिति की जाँच करें, सही कुंजी अनुक्रम का उपयोग करें तथा गणना से पूर्व इकाइयों का सत्यापन करें।

हल किया गया उदाहरण:

शक्ति = वोल्टेज $\times$ धारा = $230 \times 5 = 1150 \text{ W}$

2.3 Introduction to Pythagoras Theorem | पाइथागोरस प्रमेय का परिचय

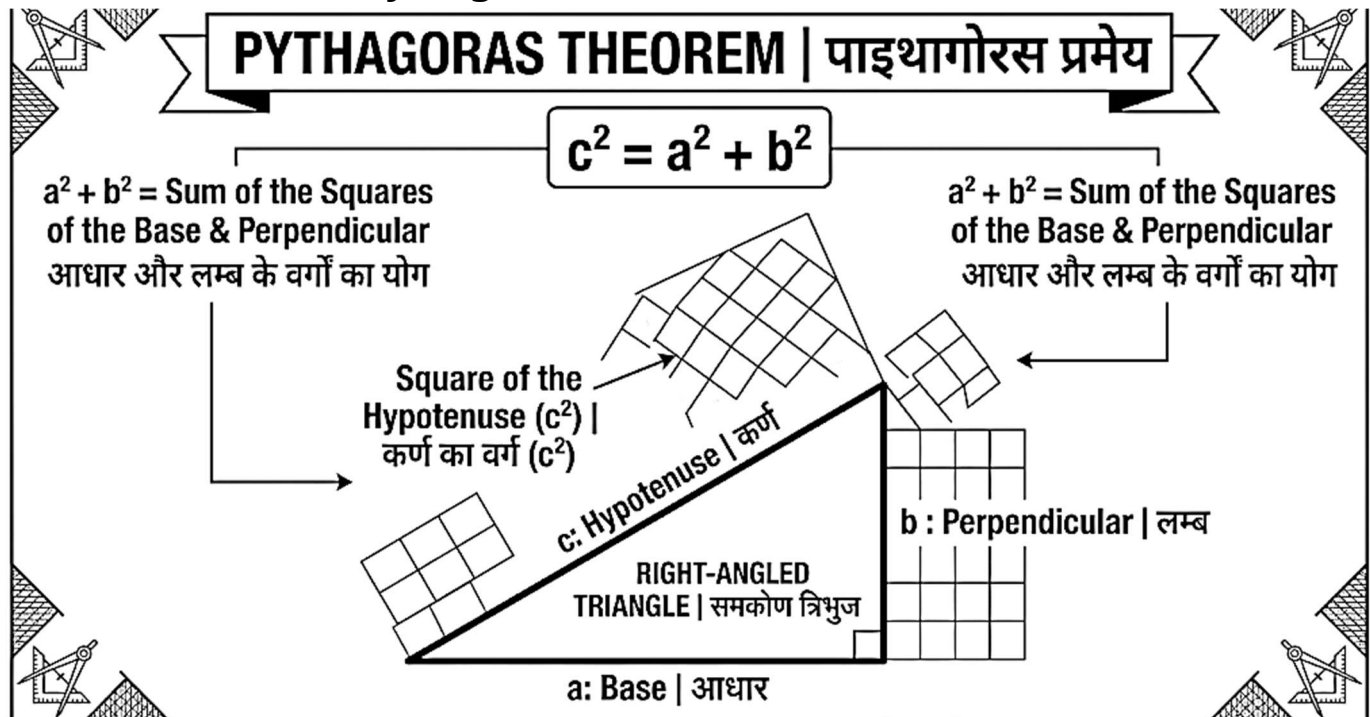


Fig. 2.3: Pythagoras Theorem | पाइथागोरस प्रमेय

2.3.1 Introduction to Pythagoras Theorem (Fig. 2.3)

Pythagoras Theorem is a fundamental mathematical principle used to determine the relationship between the three sides of a right-angled triangle. It is widely applied in workshop calculations, engineering drawing, fabrication, construction, and machine installation work. The theorem helps technicians calculate unknown distances accurately and maintain squareness in practical jobs.

Example:

A right-angled triangle has a base of 6 cm and a perpendicular of 8 cm. Find the hypotenuse.

Solution:

Given,

Base, $a = 6\text{ cm}$

Perpendicular, $b = 8\text{ cm}$

Using Pythagoras Theorem:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 6^2 + 8^2$$

$$c^2 = 36 + 64 = 100$$

$$c = \sqrt{100} = 10\text{ cm}$$

Answer: Hypotenuse = 10 cm

2.3.2 Statement of Pythagoras Theorem

The theorem states:

"In a right-angled triangle, the square of the hypotenuse is equal to the sum of the squares of the base and the perpendicular."

Mathematically,

$$c^2 = a^2 + b^2$$

2.3.1 पाइथागोरस प्रमेय का परिचय (Fig. 2.3)

पाइथागोरस प्रमेय एक मौलिक गणितीय सिद्धांत है जिसका उपयोग समकोण त्रिभुज की तीनों भुजाओं के बीच संबंध निर्धारित करने के लिए किया जाता है। इसका व्यापक रूप से कार्यशाला गणनाओं, इंजीनियरिंग ड्राइंग, निर्माण, संरचना निर्माण तथा मशीन स्थापना कार्यों में उपयोग किया जाता है। यह प्रमेय तकनीशियनों को अज्ञात दूरियों की सटीक गणना करने तथा व्यावहारिक कार्यों में समकोणता बनाए रखने में सहायता करती है।

उदाहरण:

एक समकोण त्रिभुज का आधार 6 cm तथा लंब 8 cm है। कर्ण ज्ञात कीजिए।

हल:

दिया गया है,

आधार, $a = 6\text{ cm}$

लंब, $b = 8\text{ cm}$

पाइथागोरस प्रमेय के अनुसार:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 6^2 + 8^2$$

$$c^2 = 36 + 64 = 100$$

$$c = \sqrt{100} = 10\text{ cm}$$

उत्तर: कर्ण = 10 cm

2.3.2 पाइथागोरस प्रमेय का कथन

प्रमेय का कथन है:

"एक समकोण त्रिभुज में कर्ण का वर्ग, आधार और लंब के वर्गों के योग के बराबर होता है।"

गणितीय रूप से,

$$c^2 = a^2 + b^2$$

जहाँ,

where,

- c = Hypotenuse
- a = Base
- b = Perpendicular

Example:

Find the hypotenuse when $a = 9\text{m}$ and $b = 12\text{m}$.

Solution:

$$\begin{aligned}c^2 &= 9^2 + 12^2 \\c^2 &= 81 + 144 = 225 \\c &= \sqrt{225} = 15\text{ m}\end{aligned}$$

Answer: Hypotenuse = 15 m

2.3.3 Parts of a Right-Angled Triangle

A right-angled triangle consists of:

- **Base:** Horizontal side.
- **Perpendicular:** Vertical side.
- **Hypotenuse:** Longest side opposite the right angle.

Example:

Base = 5 cm, Hypotenuse = 13 cm.

Find the perpendicular.

Solution:

$$\begin{aligned}b^2 &= c^2 - a^2 \\b^2 &= 13^2 - 5^2 \\b^2 &= 169 - 25 = 144 \\b &= \sqrt{144} = 12\text{ cm}\end{aligned}$$

Answer: Perpendicular = 12 cm

2.3.4 Mathematical Formula of Pythagoras Theorem

The standard formula is:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Modified forms are:

$$\begin{aligned}a &= \sqrt{c^2 - b^2} \\b &= \sqrt{c^2 - a^2}\end{aligned}$$

These formulas help determine any unknown side.

Example:

Find the base when $c = 25\text{cm}$ and $b = 24\text{cm}$.

Solution:

$$\begin{aligned}a^2 &= 25^2 - 24^2 \\a^2 &= 625 - 576 = 49 \\a &= \sqrt{49} = 7\text{ cm}\end{aligned}$$

Answer: Base = 7 cm

2.3.5 Procedure for Applying Pythagoras Theorem

The following steps are used:

1. Draw the right-angled triangle.
2. Identify known and unknown sides.
3. Select the appropriate formula.
4. Substitute values.
5. Perform calculations.
6. Write the final answer with units.

Example:

- c = कर्ण
- a = आधार
- b = लंब

उदाहरण:

जब $a = 9\text{ m}$ तथा $b = 12\text{ m}$ हो, तो कर्ण ज्ञात कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}c^2 &= 9^2 + 12^2 \\c^2 &= 81 + 144 = 225 \\c &= \sqrt{225} = 15\text{ m} \\ \text{उत्तर: कर्ण} &= 15\text{ m}\end{aligned}$$

2.3.3 समकोण त्रिभुज के भाग

एक समकोण त्रिभुज में निम्नलिखित भाग होते हैं:

- **आधार:** क्षैतिज भुजा।
- **लंब:** ऊर्ध्वाधर भुजा।
- **कर्ण:** समकोण के सम्मुख स्थित सबसे लंबी भुजा।

उदाहरण:

आधार = 5 cm, कर्ण = 13 cm।

लंब ज्ञात कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}b^2 &= c^2 - a^2 \\b^2 &= 13^2 - 5^2 \\b^2 &= 169 - 25 = 144 \\b &= \sqrt{144} = 12\text{ cm} \\ \text{उत्तर: लंब} &= 12\text{ cm}\end{aligned}$$

2.3.4 पाइथागोरस प्रमेय का गणितीय सूत्र

मानक सूत्र है:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

संशोधित रूप हैं:

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

ये सूत्र किसी भी अज्ञात भुजा को निर्धारित करने में सहायता करते हैं।

उदाहरण:

जब $c = 25\text{ cm}$ तथा $b = 24\text{ cm}$ हो, तो आधार ज्ञात कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}a^2 &= 25^2 - 24^2 \\a^2 &= 625 - 576 = 49 \\a &= \sqrt{49} = 7\text{ cm} \\ \text{उत्तर: आधार} &= 7\text{ cm}\end{aligned}$$

2.3.5 पाइथागोरस प्रमेय के अनुप्रयोग की प्रक्रिया

निम्नलिखित चरणों का उपयोग किया जाता है:

1. समकोण त्रिभुज का चित्र बनाइए।
2. ज्ञात और अज्ञात भुजाओं की पहचान कीजिए।
3. उपयुक्त सूत्र का चयन कीजिए।
4. मानों को प्रतिस्थापित कीजिए।
5. गणना कीजिए।
6. अंतिम उत्तर को उचित इकाइयों सहित लिखिए।

उदाहरण:

Base = 7 m, Perpendicular = 24 m.
Find the hypotenuse.

Solution:

$$\begin{aligned}c^2 &= 7^2 + 24^2 \\c^2 &= 49 + 576 = 625 \\c &= \sqrt{625} = 25 \text{ m}\end{aligned}$$

Answer: Hypotenuse = 25 m

2.3.6 Determination of the Hypotenuse

The hypotenuse is always the longest side of a right-angled triangle.

Formula:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Example:

Find the diagonal of a rectangle of length 15 m and width 8 m.

Solution:

$$\begin{aligned}d^2 &= 15^2 + 8^2 \\d^2 &= 225 + 64 = 289 \\d &= \sqrt{289} = 17 \text{ m}\end{aligned}$$

Answer: Diagonal = 17 m

2.3.7 Determination of an Unknown Side

An unknown side can be found when the hypotenuse and one side are known.

Example:

Hypotenuse = 10 m, Base = 6 m.

Find the perpendicular.

Solution:

$$\begin{aligned}b^2 &= 10^2 - 6^2 \\b^2 &= 100 - 36 = 64 \\b &= \sqrt{64} = 8 \text{ m}\end{aligned}$$

Answer: Perpendicular = 8 m

2.3.8 Application in Layout Work

The **3-4-5 rule** is commonly used to check right angles during workshop layout and marking operations.

If:

- Base = 3 units
- Perpendicular = 4 units
- Diagonal = 5 units

then the angle is exactly 90°.

Example:

A fitter marks 600 mm and 800 mm sides. Verify the diagonal.

Solution:

$$\begin{aligned}c^2 &= 600^2 + 800^2 \\c^2 &= 360000 + 640000 = 1000000 \\c &= 1000 \text{ mm}\end{aligned}$$

Answer: The layout is perfectly square.

आधार = 7 m, लंब = 24 m।

कर्ण ज्ञात कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}c^2 &= 7^2 + 24^2 \\c^2 &= 49 + 576 = 625 \\c &= \sqrt{625} = 25 \text{ m}\end{aligned}$$

उत्तर: कर्ण = 25 m

2.3.6 कर्ण का निर्धारण

कर्ण सदैव समकोण त्रिभुज की सबसे लंबी भुजा होती है।

सूत्र:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

उदाहरण:

15 m लंबाई और 8 m चौड़ाई वाले आयत का विकर्ण ज्ञात कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}d^2 &= 15^2 + 8^2 \\d^2 &= 225 + 64 = 289 \\d &= \sqrt{289} = 17 \text{ m}\end{aligned}$$

उत्तर: विकर्ण = 17 m

2.3.7 अज्ञात भुजा का निर्धारण

जब कर्ण और एक भुजा ज्ञात हो, तब अज्ञात भुजा ज्ञात की जा सकती है।

उदाहरण:

कर्ण = 10 m, आधार = 6 m।

लंब ज्ञात कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}b^2 &= 10^2 - 6^2 \\b^2 &= 100 - 36 = 64 \\b &= \sqrt{64} = 8 \text{ m}\end{aligned}$$

उत्तर: लंब = 8 m

2.3.8 लेआउट कार्य में अनुप्रयोग

कार्यशाला लेआउट और अंकन कार्यों के दौरान समकोण की जाँच के लिए 3-4-5 नियम का सामान्यतः उपयोग किया जाता है।

यदि:

- आधार = 3 इकाई
- लंब = 4 इकाई
- विकर्ण = 5 इकाई

तो कोण ठीक 90° होता है।

उदाहरण:

एक फिटर 600 mm और 800 mm की भुजाओं का अंकन करता है। विकर्ण का सत्यापन कीजिए।

हल:

$$\begin{aligned}c^2 &= 600^2 + 800^2 \\c^2 &= 360000 + 640000 = 1000000 \\c &= 1000 \text{ mm}\end{aligned}$$

उत्तर: लेआउट पूर्णतः समकोणीय है।

2.4 Ratio and Proportion | अनुपात और समानुपात

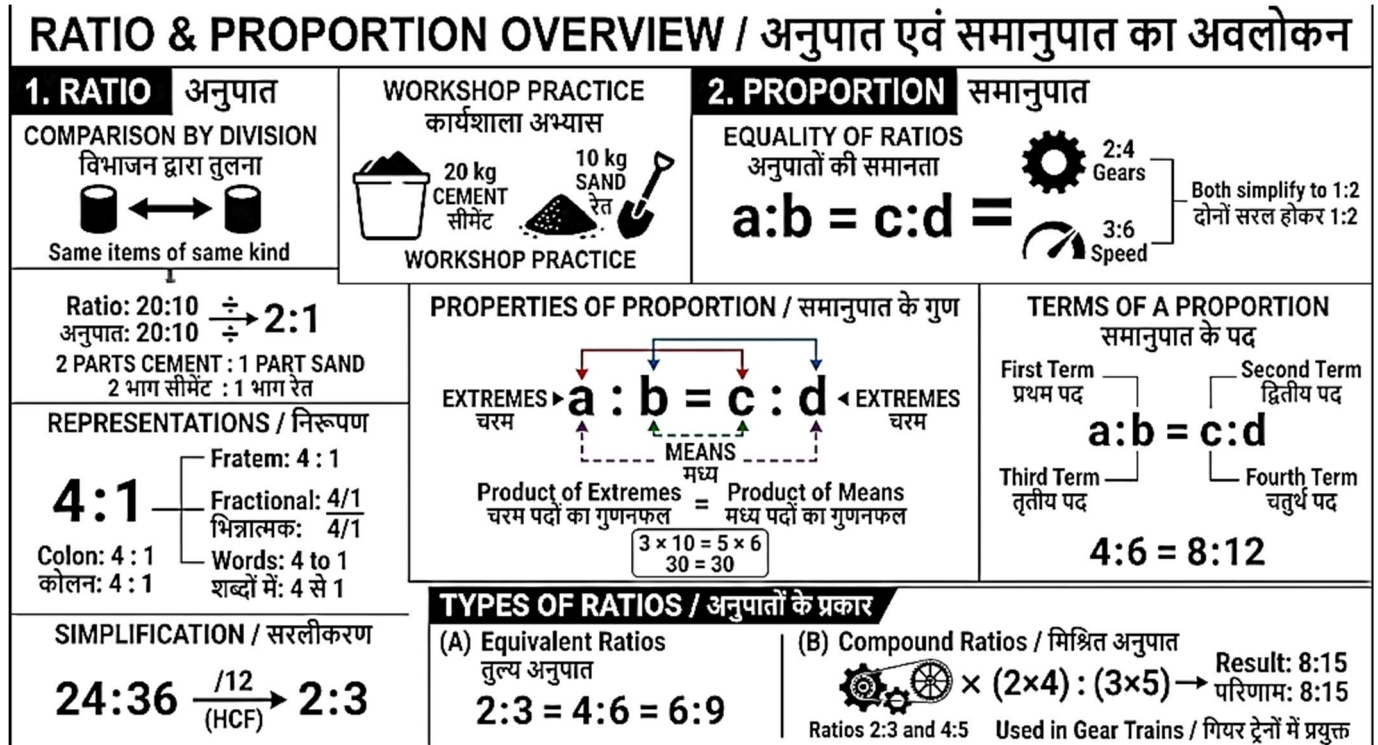


Fig. 2.4: Ratio and Proportion | अनुपात एवं समानुपात

2.4.1 Introduction to Ratio (Fig. 2.4)

Ratio is a mathematical method used to compare two quantities of the same kind by division. It indicates how many times one quantity contains another. In engineering and workshop practice, ratios are used for material mixing, gear selection, scale drawing, machine speed calculations, and production planning. Ratios help maintain uniformity, accuracy, and standardization in industrial work.

2.4.2 Definition of Ratio

A ratio is the comparison of two quantities expressed in the form $a : b$, where a and b are of the same unit.

$$\text{Ratio} = \frac{a}{b} = a : b$$

For example, if a workshop uses 20 kg of cement and 10 kg of sand, the ratio is:

$$20:10 = 2:1$$

This means that for every 2 parts of cement, 1 part of sand is used.

2.4.3 Representation of Ratios

Ratios can be represented in different forms:

- Using a colon (3 : 5)
- Using fractional form ($\frac{3}{5}$)
- In words (3 to 5)

Both quantities must be expressed in the same units before comparison.

Example:

2.4.1 अनुपात का परिचय (Fig. 2.4)

अनुपात एक गणितीय विधि है जिसका उपयोग समान प्रकार की दो राशियों की तुलना भाग देकर करने के लिए किया जाता है। यह दर्शाता है कि एक राशि दूसरी राशि में कितनी बार समाहित है। इंजीनियरिंग और कार्यशाला अभ्यास में अनुपात का उपयोग सामग्री मिश्रण, गियर चयन, स्केल आरेखन, मशीन गति गणनाओं तथा उत्पादन नियोजन में किया जाता है। अनुपात औद्योगिक कार्यों में एकरूपता, शुद्धता और मानकीकरण बनाए रखने में सहायता करते हैं।

2.4.2 अनुपात की परिभाषा

अनुपात दो राशियों की तुलना है, जिसे $a : b$ के रूप में व्यक्त किया जाता है, जहाँ a और b एक ही इकाई में होते हैं।

$$\text{"अनुपात"} = \text{Ratio} = \frac{a}{b} = a : b$$

उदाहरण के लिए, यदि किसी कार्यशाला में 20 kg सीमेंट और 10 kg रेत का उपयोग किया जाता है, तो अनुपात होगा:

$$20:10 = 2:1$$

इसका अर्थ है कि प्रत्येक 2 भाग सीमेंट के लिए 1 भाग रेत का उपयोग किया जाता है।

2.4.3 अनुपात का निरूपण

अनुपात को विभिन्न रूपों में निरूपित किया जा सकता है:

- कोलन का उपयोग करके (3 : 5)
- भिन्न के रूप में ($\frac{3}{5}$)
- शब्दों में (3 से 5)

तुलना करने से पहले दोनों राशियों को समान इकाइयों में व्यक्त किया जाना चाहिए।

उदाहरण:

Convert 2 m and 50 cm into the same units.

$$2\text{ m} = 200\text{ cm}$$

Ratio:

$$200:50 = 4:1$$

2.4.4 Simplification of Ratios

Ratios are simplified by dividing both terms by their Highest Common Factor (HCF).

Example:

Simplify:

$$24:36$$

HCF of 24 and 36 = 12

$$24 \div 12: 36 \div 12 \\ 2:3$$

Therefore, the simplified ratio is **2:3**.

2.4.5 Types of Ratios

(a) Equivalent Ratios

Equivalent ratios have the same value after simplification.

Examples:

$$2:3 = 4:6 = 6:9$$

These ratios represent the same relationship.

(b) Compound Ratios

A compound ratio is obtained by multiplying corresponding terms of two or more ratios.

Example:

$$2:3 \text{ and } 4:5$$

Compound ratio:

$$(2 \times 4):(3 \times 5) \\ 8:15$$

Compound ratios are used in machine transmission systems and gear trains.

2.4.6 Definition of Proportion

A proportion is an equality between two ratios.

General form:

$$a:b = c:d$$

or

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

Example:

$$2:4 = 3:6$$

Both ratios are equal to **1:2**, therefore they form a proportion.

2.4.7 Terms of a Proportion

In the proportion:

$$a:b = c:d$$

the terms are:

2 m और 50 cm को समान इकाइयों में परिवर्तित कीजिए।

$$2\text{ m} = 200\text{ cm}$$

अनुपात:

$$200:50 = 4:1$$

2.4.4 अनुपातों का सरलीकरण

अनुपातों का सरलीकरण दोनों पदों को उनके महत्तम समापवर्तक (HCF) से विभाजित करके किया जाता है।

उदाहरण:

सरल कीजिए:

$$24:36$$

HCF of 24 and 36 = 12

$$24 \div 12: 36 \div 12 \\ 2:3$$

अतः, सरल अनुपात 2:3 है।

2.4.5 अनुपात के प्रकार

(a) तुल्य अनुपात

तुल्य अनुपात वे होते हैं जिनका सरलीकरण करने पर समान मान प्राप्त होता है।

उदाहरण:

$$2:3 = 4:6 = 6:9$$

ये अनुपात समान संबंध को व्यक्त करते हैं।

(b) संयुक्त अनुपात

संयुक्त अनुपात दो या दो से अधिक अनुपातों के संगत पदों का गुणन करके प्राप्त किया जाता है।

उदाहरण:

$$2:3 \text{ and } 4:5$$

संयुक्त अनुपात:

$$(2 \times 4):(3 \times 5) \\ 8:15$$

संयुक्त अनुपातों का उपयोग मशीन संचरण प्रणालियों और गियर ट्रेनों में किया जाता है।

2.4.6 समानुपात की परिभाषा

समानुपात दो अनुपातों की समानता है।

सामान्य रूप:

$$a:b = c:d$$

या

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

उदाहरण:

$$2:4 = 3:6$$

दोनों अनुपात 1:2 के बराबर हैं, अतः वे समानुपात बनाते हैं।

2.4.7 समानुपात के पद

समानुपात:

$$a:b = c:d$$

में पद इस प्रकार होते हैं:

- **First Term:** a
- **Second Term:** b
- **Third Term:** c
- **Fourth Term:** d

Example:

$$4:6 = 8:12$$

Here,

- First term = 4
- Second term = 6
- Third term = 8
- Fourth term = 12

2.4.8 Properties of Proportion

The fundamental property of proportion is:

$$a \times d = b \times c$$

That is,

Product of extremes = Product of means

Example:

$$3:5 = 6:10$$

Verification:

$$\begin{aligned} 3 \times 10 &= 30 \\ 5 \times 6 &= 30 \end{aligned}$$

Hence, the proportion is correct.

This property is widely used to determine unknown quantities in engineering calculations.

2.4.9 Means and Extremes in a Proportion

In the proportion:

$$a:b = c:d$$

- **Means:** b and c
- **Extremes:** a and d

Example:

$$4:8 = 6:12$$

Means = 8 and 6

Extremes = 4 and 12

Verification:

$$\begin{aligned} 4 \times 12 &= 48 \\ 8 \times 6 &= 48 \end{aligned}$$

Therefore, the proportion is valid.

2.4.10 Applications of Ratio and Proportion in Engineering Work

Ratio and proportion are widely used in engineering and workshop practice, including:

- Mixing of concrete, paint, and lubricants.
- Scale drawings and engineering blueprints.
- Gear and pulley speed calculations.
- Material estimation and cost analysis.
- Machine production planning.
- Electrical transformer winding ratios.
- Fuel and air mixture calculations.

- **प्रथम पद:** a
- **द्वितीय पद:** b
- **तृतीय पद:** c
- **चतुर्थ पद:** d

उदाहरण:

$$4:6 = 8:12$$

यहाँ,

- प्रथम पद = 4
- द्वितीय पद = 6
- तृतीय पद = 8
- चतुर्थ पद = 12

2.4.8 समानुपात के गुण

समानुपात का मूल गुण है:

$$a \times d = b \times c$$

अर्थात्,

अंतिम पदों का गुणनफल = मध्य पदों का गुणनफल

उदाहरण:

$$3:5 = 6:10$$

सत्यापन:

$$3 \times 10 = 30$$

$$5 \times 6 = 30$$

अतः, समानुपात सही है।

इस गुण का उपयोग इंजीनियरिंग गणनाओं में अज्ञात राशियों का निर्धारण करने के लिए व्यापक रूप से किया जाता है।

2.4.9 समानुपात में मध्य और अंतिम पद

समानुपात:

$$a:b = c:d$$

में,

- **मध्य पद:** b और c
- **अंतिम पद:** a और d

उदाहरण:

$$4:8 = 6:12$$

मध्य पद = 8 और 6

अंतिम पद = 4 और 12

सत्यापन:

$$4 \times 12 = 48$$

$$8 \times 6 = 48$$

अतः, समानुपात वैध है।

2.4.10 इंजीनियरिंग कार्यों में अनुपात और समानुपात के अनुप्रयोग

अनुपात और समानुपात का व्यापक उपयोग इंजीनियरिंग और कार्यशाला अभ्यास में किया जाता है, जिनमें शामिल हैं:

- कंक्रीट, पेंट और स्नेहकों का मिश्रण।
- स्केल आरेख और इंजीनियरिंग ब्लूप्रिंट।
- गियर और पुली गति गणनाएँ।
- सामग्री का आकलन और लागत विश्लेषण।
- मशीन उत्पादन नियोजन।
- विद्युत ट्रांसफॉर्मर वाइंडिंग अनुपात।

Proper use of ratio and proportion ensures accuracy, economy, and standardization in industrial operations.

Continued Proportion

Three quantities **a**, **b** and **c** are said to be in continued proportion when the ratio of the first quantity to the second is equal to the ratio of the second quantity to the third.

$$a : b = b : c$$

Therefore,

$$b^2 = ac$$

Here, **b** is called the mean proportional between **a** and **c**.

Example 1: Checking Continued Proportion

Check whether 4, 8 and 16 are in continued proportion.

$$4 : 8 = 1 : 2$$

$$8 : 16 = 1 : 2$$

Therefore,

$$4 : 8 = 8 : 16$$

Hence, **4, 8 and 16 are in continued proportion.**

Example 2: Finding the Mean Proportional

Find the mean proportional between 4 and 16.

Let the mean proportional be **x**.

$$4 : x = x : 16$$

Therefore,

$$x^2 = 4 \times 16$$

$$x^2 = 64$$

$$x = 8$$

Hence, **8 is the mean proportional between 4 and 16.**

2.4.11 Example 1: Simplification of Ratio

Simplify 36 : 48.

Divide both terms by 12:

$$36 : 48 = 3 : 4$$

Answer: 3 : 4

Example 2: Equivalent Ratio

If $3 : 5 = x : 20$, find **x**.

$$3/5 = x/20$$

$$5x = 60$$

$$x = 12$$

Answer: $x = 12$

Example 3: Finding an Unknown Term

Find **x** if $4 : 7 = x : 21$.

$$4/7 = x/21$$

$$7x = 84$$

$$x = 12$$

Answer: $x = 12$

Example 4: Workshop Mixing

Cement and sand are mixed in the ratio 1 : 3. If 20 kg of cement is used, find the quantity of sand.

$$\text{Sand} = 20 \times 3$$

$$= 60 \text{ kg}$$

Answer: 60 kg

Example 5: Gear Speed Ratio

- ईंधन और वायु मिश्रण की गणनाएँ।

अनुपात और समानुपात का उचित उपयोग औद्योगिक कार्यों में शुद्धता, मितव्ययिता और मानकीकरण सुनिश्चित करता है।

सतत समानुपात

तीन राशियाँ **a**, **b** और **c** सतत समानुपात में तब कही जाती हैं, जब पहली राशि और दूसरी राशि का अनुपात, दूसरी राशि और तीसरी राशि के अनुपात के बराबर हो।

$$a : b = b : c$$

अतः,

$$b^2 = ac$$

यहाँ **b**, **a** और **c** का माध्य समानुपाती कहलाता है।

उदाहरण 1: सतत समानुपात की जाँच

जाँच कीजिए कि 4, 8 और 16 सतत समानुपात में हैं या नहीं।

$$4 : 8 = 1 : 2$$

$$8 : 16 = 1 : 2$$

अतः,

$$4 : 8 = 8 : 16$$

इसलिए **4, 8 और 16 सतत समानुपात में हैं।**

उदाहरण 2: माध्य समानुपाती ज्ञात करना

4 और 16 के बीच माध्य समानुपाती ज्ञात कीजिए।

माना माध्य समानुपाती **x** है।

$$4 : x = x : 16$$

अतः,

$$x^2 = 4 \times 16$$

$$x^2 = 64$$

$$x = 8$$

इसलिए **4 और 16 के बीच माध्य समानुपाती 8 है।**

2.4.11 उदाहरण 1: अनुपात का सरलीकरण

36 : 48 को सरल कीजिए।

दोनों पदों को 12 से भाग दें:

$$36 : 48 = 3 : 4$$

उत्तर: 3 : 4

उदाहरण 2: तुल्य अनुपात

यदि $3 : 5 = x : 20$ है, तो **x** ज्ञात कीजिए।

$$3/5 = x/20$$

$$5x = 60$$

$$x = 12$$

उत्तर: $x = 12$

उदाहरण 3: अज्ञात पद ज्ञात करना

यदि $4 : 7 = x : 21$ है, तो **x** ज्ञात कीजिए।

$$4/7 = x/21$$

$$7x = 84$$

$$x = 12$$

उत्तर: $x = 12$

उदाहरण 4: कार्यशाला में मिश्रण

सीमेंट और रेत को 1 : 3 के अनुपात में मिलाया जाता है। यदि 20 kg सीमेंट का उपयोग किया जाता है, तो रेत की मात्रा ज्ञात कीजिए।

$$\text{रेत} = 20 \times 3$$

$$= 60 \text{ kg}$$

The speed ratio of two gears is 2 : 5. If the first gear rotates at 500 rpm, find the speed corresponding to the second gear.

$$\text{Speed} = 500 \times \frac{5}{2}$$

$$= 1250 \text{ rpm}$$

Answer: 1250 rpm

Practice Questions

1. Simplify 48 : 64.
2. Find x if 5 : 8 = x : 24.
3. Find x if 7 : 9 = 21 : x.
4. Cement and sand are mixed in the ratio 1 : 4. If 15 kg cement is used, find the quantity of sand.
5. Simplify 72 : 90.
6. If 6 m cable costs ₹720, find the cost of 15 m.

उत्तर: 60 kg

उदाहरण 5: गियर की गति का अनुपात

दो गियरों की गति का अनुपात 2 : 5 है। यदि पहले गियर की गति 500 rpm है, तो दूसरे गियर की संगत गति ज्ञात कीजिए।

$$\text{गति} = 500 \times \frac{5}{2}$$

$$= 1250 \text{ rpm}$$

उत्तर: 1250 rpm

अभ्यास प्रश्न

1. 48 : 64 को सरल कीजिए।
2. यदि 5 : 8 = x : 24 है, तो x ज्ञात कीजिए।
3. यदि 7 : 9 = 21 : x है, तो x ज्ञात कीजिए।
4. सीमेंट और रेत को 1 : 4 के अनुपात में मिलाया जाता है। यदि 15 kg सीमेंट का उपयोग किया जाता है, तो रेत की मात्रा ज्ञात कीजिए।
5. 72 : 90 को सरल कीजिए।
6. 6 m केबल की लागत ₹720 है। 15 m की लागत ज्ञात कीजिए।

2.5 Direct Proportion | प्रत्यक्ष समानुपात

PROPORTION: DIRECT VS. INDIRECT | अनुपात: अनुक्रमानुपाती बनाम व्युत्क्रमानुपाती

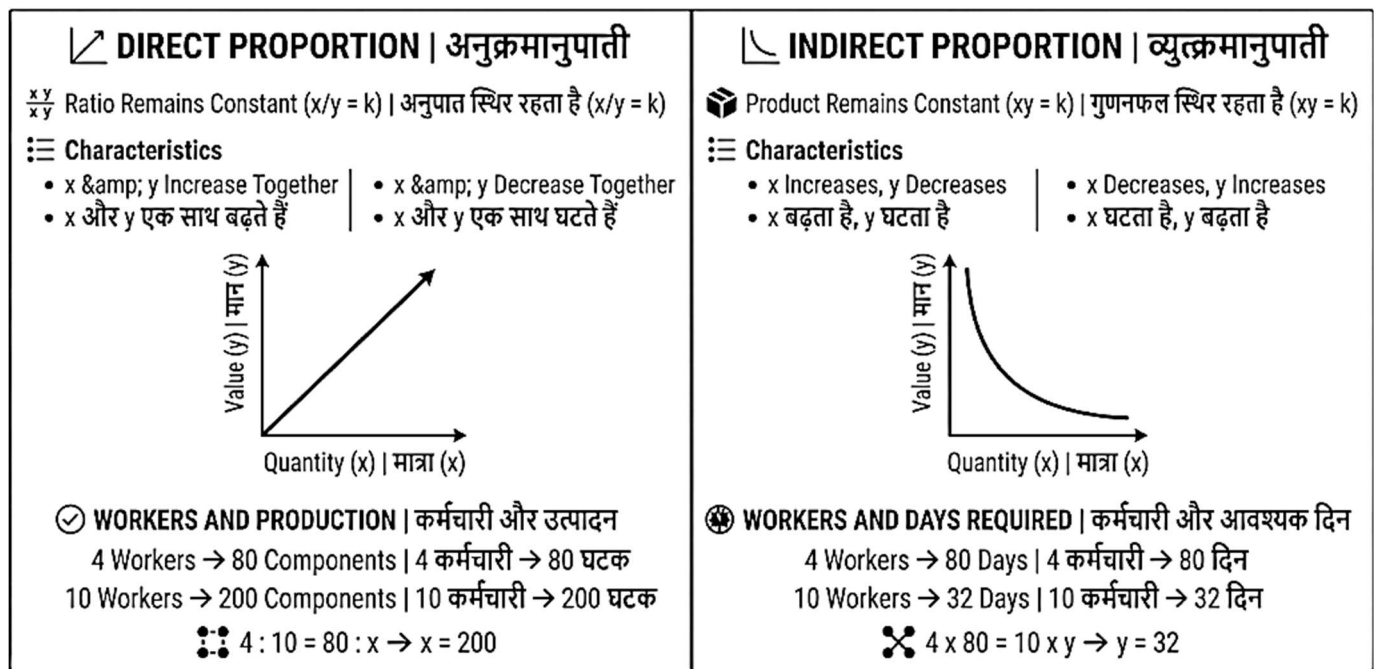


Fig. 2.5: Direct and Indirect Proportion | अनुक्रमानुपाती एवं व्युत्क्रमानुपाती

2.5.1 Introduction to Direct Proportion (Fig. 2.5)

Direct proportion is a relationship between two quantities in which both quantities increase or decrease together in the same ratio. If one quantity becomes double, the other also becomes double; if one quantity is halved, the other is also halved. Direct proportion is widely used in workshop calculations, material estimation, production planning, and labour management. It helps technicians predict output accurately and maintain standard working procedures.

2.5.1 प्रत्यक्ष अनुपात का परिचय (Fig. 2.5)

प्रत्यक्ष अनुपात दो राशियों के बीच ऐसा संबंध है जिसमें दोनों राशियाँ समान अनुपात में एक साथ बढ़ती या घटती हैं। यदि एक राशि दोगुनी हो जाती है, तो दूसरी राशि भी दोगुनी हो जाती है; यदि एक राशि आधी हो जाती है, तो दूसरी राशि भी आधी हो जाती है। प्रत्यक्ष अनुपात का व्यापक उपयोग कार्यशाला गणनाओं, सामग्री आकलन, उत्पादन नियोजन तथा श्रम प्रबंधन में किया जाता है। यह तकनीशियनों को उत्पादन का सटीक पूर्वानुमान लगाने और मानक कार्य प्रक्रियाओं को बनाए रखने में सहायता करता है।

2.5.2 Definition of Direct Proportion

Two quantities are said to be in direct proportion when their ratio remains constant.

Mathematically,

$$\frac{x}{y} = k$$

or

$$x \propto y$$

where k is a constant.

Example:

If 5 kg of paint covers 50 m², then 10 kg of paint will cover:

$$\begin{aligned} 5:10 &= 50:x \\ 5x &= 500 \\ x &= 100 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Therefore, 10 kg of paint covers **100 m²**.

2.5.3 Characteristics of Direct Proportion

The important characteristics of direct proportion are:

- Both quantities increase together.
- Both quantities decrease together.
- The ratio between the quantities remains constant.
- The graph is a straight line passing through the origin.
- The relationship is represented by $x \propto y$.

These properties are frequently used in engineering and industrial calculations.

2.5.4 Graphical Representation of Direct Proportion

In direct proportion, the graph between two quantities is a straight line that starts from the origin (0,0). The linear relationship indicates that equal changes in one quantity produce proportional changes in the other quantity.

This graphical method helps engineers analyze production trends and machine performance.

2.5.5 Applications of Direct Proportion in Workshop Calculations

Direct proportion is commonly applied in:

- Material consumption calculations.
- Wage calculations based on working hours.
- Production planning.
- Paint and concrete mixing.
- Estimation of electrical cable lengths.
- Scaling of engineering drawings.

These applications improve accuracy, economy, and productivity in industrial operations.

2.5.6 Solved Examples on Direct Proportion

Example 1

If 5 kg of material costs ₹750, find the cost of 8 kg.
Cost per kg = $750 \div 5 = ₹150$

2.5.2 प्रत्यक्ष अनुपात की परिभाषा

दो राशियों को प्रत्यक्ष अनुपात में कहा जाता है जब उनका अनुपात स्थिर रहता है।

गणितीय रूप से,

$$\frac{x}{y} = k$$

या

$$x \propto y$$

जहाँ k एक स्थिरांक है।

उदाहरण:

यदि 5 kg पेंट 50 m² क्षेत्र को कवर करता है, तो 10 kg पेंट कितना क्षेत्र कवर करेगा?

$$5:10 = 50:x$$

$$5x = 500$$

$$x = 100 \text{ m}^2$$

अतः, 10 kg पेंट 100 m² क्षेत्र को कवर करता है।

2.5.3 प्रत्यक्ष अनुपात की विशेषताएँ

प्रत्यक्ष अनुपात की महत्वपूर्ण विशेषताएँ निम्नलिखित हैं:

- दोनों राशियाँ एक साथ बढ़ती हैं।
- दोनों राशियाँ एक साथ घटती हैं।
- राशियों के बीच का अनुपात स्थिर रहता है।
- ग्राफ मूल बिंदु से गुजरने वाली एक सीधी रेखा होता है।
- संबंध को $x \propto y$ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

इन गुणों का उपयोग इंजीनियरिंग तथा औद्योगिक गणनाओं में प्रायः किया जाता है।

2.5.4 प्रत्यक्ष अनुपात का आलेखीय निरूपण

प्रत्यक्ष अनुपात में दो राशियों के बीच का ग्राफ एक सीधी रेखा होता है जो मूल बिंदु (0,0) से प्रारंभ होती है। यह रेखिक संबंध दर्शाता है कि एक राशि में समान परिवर्तन दूसरी राशि में समानुपाती परिवर्तन उत्पन्न करते हैं।

यह आलेखीय विधि अभियंताओं को उत्पादन प्रवृत्तियों तथा मशीन प्रदर्शन का विश्लेषण करने में सहायता करती है।

2.5.5 कार्यशाला गणनाओं में प्रत्यक्ष अनुपात के अनुप्रयोग

प्रत्यक्ष अनुपात का सामान्यतः निम्नलिखित में उपयोग किया जाता है:

- सामग्री उपभोग की गणनाएँ।
- कार्य घंटों के आधार पर मजदूरी की गणनाएँ।
- उत्पादन नियोजन।
- पेंट और कंक्रीट मिश्रण।
- विद्युत केबल की लंबाई का आकलन।
- इंजीनियरिंग आरेखों का स्केल निर्धारण।

ये अनुप्रयोग औद्योगिक कार्यों में शुद्धता, मितव्ययिता और उत्पादकता को बढ़ाते हैं।

2.5.6 प्रत्यक्ष अनुपात पर हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1

5 kg सामग्री की लागत ₹750 है। 8 kg की लागत ज्ञात कीजिए।

$$1 \text{ kg की लागत} = 750 \div 5 = ₹150$$

Cost of 8 kg = $150 \times 8 = ₹1200$

Answer: ₹1200

Example 2

A machine produces 240 parts in 4 hours. How many parts will it produce in 7 hours?

Production per hour = $240 \div 4 = 60$ parts

Production in 7 hours = $60 \times 7 = 420$ parts

Answer: 420 parts

Example 3

If 8 m of cable costs ₹960, find the cost of 15 m.

Cost per metre = $960 \div 8 = ₹120$

Cost of 15 m = $120 \times 15 = ₹1800$

Answer: ₹1800

Example 4

A worker earns ₹720 for 8 hours. Find his wages for 12 hours.

Wages per hour = $720 \div 8 = ₹90$

Wages for 12 hours = $90 \times 12 = ₹1080$

Answer: ₹1080

Practice Questions on Direct Proportion

1. If 5 kg of material costs ₹750, find the cost of 8 kg.
2. If 6 workers produce 180 components, how many components will 10 workers produce?
3. A machine produces 240 parts in 4 hours. How many parts will it produce in 7 hours?
4. If 8 m of cable costs ₹960, find the cost of 15 m.
5. 12 litres of paint covers 180 m². How much area will 20 litres cover?
6. A worker earns ₹720 for 8 hours. Find his wages for 12 hours.
7. If 4 machines produce 800 units, how many units will 7 machines produce?
8. If 15 kg of cement is required for one job, how much cement is required for 8 similar jobs?

2.5.7 Introduction to Indirect Proportion

Indirect or inverse proportion is a relationship in which one quantity increases while the other decreases. The product of the two quantities remains constant. This concept is useful in labour planning, machine operation, transportation, and engineering management.

2.5.8 Definition of Indirect Proportion

Two quantities are in indirect proportion if the increase in one quantity causes a proportional decrease in the other quantity.

Mathematically,

$$xy = k$$

or

$$x \propto \frac{1}{y}$$

8 kg की लागत = $150 \times 8 = ₹1200$

उत्तर: ₹1200

उदाहरण 2

एक मशीन 4 घंटे में 240 पार्ट बनाती है। 7 घंटे में कितने पार्ट बनाएगी?

प्रति घंटे उत्पादन = $240 \div 4 = 60$ पार्ट

7 घंटे में उत्पादन = $60 \times 7 = 420$ पार्ट

उत्तर: 420 पार्ट

उदाहरण 3

8 m केबल की लागत ₹960 है। 15 m की लागत ज्ञात कीजिए।

प्रति मीटर लागत = $960 \div 8 = ₹120$

15 m की लागत = $120 \times 15 = ₹1800$

उत्तर: ₹1800

उदाहरण 4

एक श्रमिक को 8 घंटे के लिए ₹720 मिलते हैं। 12 घंटे की मजदूरी ज्ञात कीजिए।

प्रति घंटे मजदूरी = $720 \div 8 = ₹90$

12 घंटे की मजदूरी = $90 \times 12 = ₹1080$

उत्तर: ₹1080

प्रत्यक्ष समानुपात पर अभ्यास प्रश्न

1. 5 kg सामग्री की लागत ₹750 है। 8 kg की लागत ज्ञात कीजिए।
2. 6 श्रमिक 180 घटक बनाते हैं। 10 श्रमिक कितने घटक बनाएँगे?
3. एक मशीन 4 घंटे में 240 पार्ट बनाती है। 7 घंटे में कितने पार्ट बनाएगी?
4. 8 m केबल की लागत ₹960 है। 15 m की लागत ज्ञात कीजिए।
5. 12 लीटर पेंट 180 m² क्षेत्र को ढकता है। 20 लीटर से कितना क्षेत्र ढका जाएगा?
6. एक श्रमिक को 8 घंटे के लिए ₹720 मिलते हैं। 12 घंटे की मजदूरी ज्ञात कीजिए।
7. 4 मशीनें 800 यूनिट बनाती हैं। समान परिस्थितियों में 7 मशीनें कितनी यूनिट बनाएँगी?
8. एक कार्य के लिए 15 kg सीमेंट की आवश्यकता है। ऐसे 8 समान कार्यों के लिए कितने सीमेंट की आवश्यकता होगी?

2.5.7 अप्रत्यक्ष अनुपात का परिचय

अप्रत्यक्ष या व्युत्क्रम अनुपात ऐसा संबंध है जिसमें एक राशि बढ़ती है जबकि दूसरी राशि घटती है। दोनों राशियों का गुणनफल स्थिर रहता है। यह अवधारणा श्रम नियोजन, मशीन संचालन, परिवहन तथा इंजीनियरिंग प्रबंधन में उपयोगी है।

2.5.8 अप्रत्यक्ष अनुपात की परिभाषा

दो राशियाँ अप्रत्यक्ष अनुपात में होती हैं यदि एक राशि में वृद्धि दूसरी राशि में समानुपाती कमी उत्पन्न करती है।

गणितीय रूप से,

$$xy = k$$

या

$$x \propto \frac{1}{y}$$

जहाँ k एक स्थिरांक है।

where k is a constant.

2.5.9 Characteristics of Indirect Proportion

The characteristics of indirect proportion are:

- One quantity increases while the other decreases.
- The product of the quantities remains constant.
- The graph forms a hyperbolic curve.
- The relationship is represented by $x \propto 1/y$.

Indirect proportion is frequently encountered in workshop scheduling and machine utilization.

2.5.10 Graphical Representation of Indirect Proportion

The graph of indirect proportion is a downward-sloping curve called a hyperbola. As one quantity increases, the other quantity decreases continuously. The graphical representation helps in understanding inverse relationships in engineering systems.

2.5.9 अप्रत्यक्ष अनुपात की विशेषताएँ

अप्रत्यक्ष अनुपात की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं:

- एक राशि बढ़ती है जबकि दूसरी घटती है।
- राशियों का गुणनफल स्थिर रहता है।
- ग्राफ एक अतिपरवलयिक वक्र बनाता है।
- संबंध को $x \propto 1/y$ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

अप्रत्यक्ष अनुपात का सामना कार्यशाला अनुसूची और मशीन उपयोग में प्रायः किया जाता है।

2.5.10 अप्रत्यक्ष अनुपात का आलेखीय निरूपण

अप्रत्यक्ष अनुपात का ग्राफ नीचे की ओर झुका हुआ एक वक्र होता है, जिसे अतिपरवलय कहते हैं। जैसे-जैसे एक राशि बढ़ती है, दूसरी राशि निरंतर घटती जाती है।

यह आलेखीय निरूपण इंजीनियरिंग प्रणालियों में व्युत्क्रम संबंधों को समझने में सहायता करता है।

2.6 Percentage | प्रतिशत

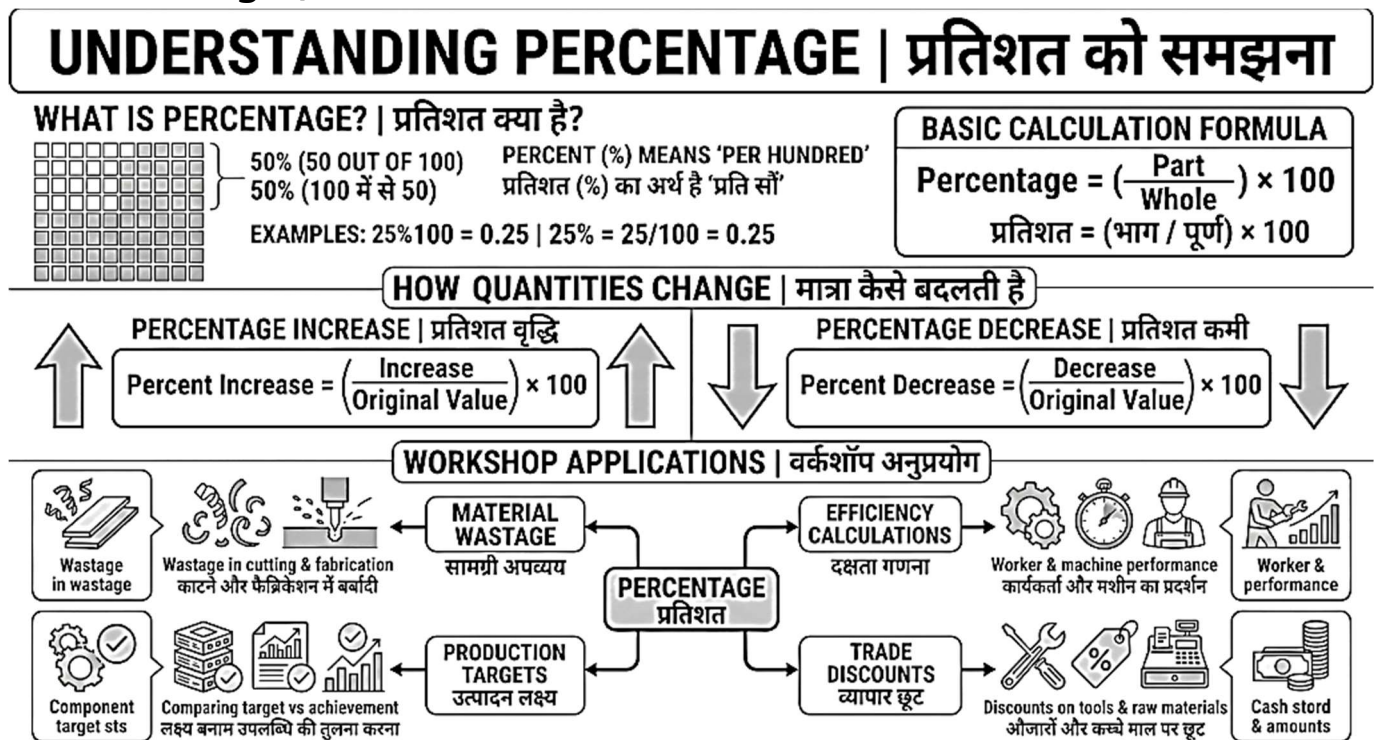


Fig. 2.6: Percentage and Its Applications | प्रतिशत एवं उसके अनुप्रयोग

2.6.1 Introduction to Percentage (Fig. 2.6)

Percentage is an important mathematical concept used in workshop calculations and engineering trades. It helps in comparing quantities, measuring efficiency, calculating material consumption, and determining production output. Percentage calculations are widely used in fitting, machining, electrical work, and fabrication.

2.6.2 Definition of Percentage

Percentage means "per hundred". It expresses a quantity as a fraction of 100.

2.6.1 प्रतिशत का परिचय (Fig. 2.6)

प्रतिशत कार्यशाला गणनाओं और इंजीनियरिंग व्यवसायों में प्रयुक्त एक महत्वपूर्ण गणितीय अवधारणा है। यह मात्राओं की तुलना करने, दक्षता मापने, सामग्री उपभोग की गणना करने तथा उत्पादन आउटपुट निर्धारित करने में सहायता करता है। प्रतिशत गणनाओं का व्यापक रूप से फिटिंग, मशीनिंग, विद्युत कार्य तथा निर्माण कार्यों में उपयोग किया जाता है।

2.6.2 प्रतिशत की परिभाषा

प्रतिशत का अर्थ "प्रति सौ" होता है। यह किसी मात्रा को 100 के भिन्न के रूप में व्यक्त करता है।

For example:

$$25\% = 25/100 = 0.25$$

2.6.3 Meaning of Percent Symbol

The symbol (%) represents "per hundred." It is used to show that a value is compared with a total of 100 units.

2.6.4 Formula for Percentage Calculation

The basic formula for percentage is:

$$\text{Percentage} = (\text{Part} / \text{Whole}) \times 100$$

This formula is used in engineering calculations, production records, and quality control.

2.6.5 Determination of Percentage Values

To determine a percentage value:

1. Identify the part value.
2. Identify the total value.
3. Divide the part by the whole.
4. Multiply the result by 100.

Example:

Percentage of 30 in 150

$$= (30/150) \times 100 = 20\%$$

2.6.6 Increase in Percentage

Percentage increase shows the growth of a quantity.

$$\text{Percentage Increase} = (\text{Increase} / \text{Original Value}) \times 100$$

Example:

A production increased from 200 units to 240 units.

Increase = 40 units

$$\text{Percentage Increase} = (40/200) \times 100 = 20\%$$

2.6.7 Decrease in Percentage

Percentage decrease indicates the reduction in a quantity.

$$\text{Percentage Decrease} = (\text{Decrease} / \text{Original Value}) \times 100$$

Example:

Material stock reduced from 500 kg to 450 kg.

Decrease = 50 kg

$$\text{Percentage Decrease} = (50/500) \times 100 = 10\%$$

2.6.8 Percentage Difference

Percentage difference is used to compare two values.

$$\text{Percentage Difference} = (\text{Difference} / \text{Original Value}) \times 100$$

It is useful in quality inspection and production monitoring.

2.6.9 Applications of Percentage in Workshop Practice

Material Wastage

Percentage is used to calculate wastage during cutting, machining, and fabrication processes.

Efficiency Calculations

Worker and machine efficiency are commonly expressed in percentage form.

Production Calculations

उदाहरण के लिए:

$$25\% = 25/100 = 0.25$$

2.6.3 प्रतिशत चिन्ह का अर्थ

चिन्ह (%) "प्रति सौ" को दर्शाता है। इसका उपयोग यह प्रदर्शित करने के लिए किया जाता है कि किसी मान की तुलना 100 इकाइयों के कुल से की जा रही है।

2.6.4 प्रतिशत गणना का सूत्र

प्रतिशत का मूल सूत्र है:

$$\text{प्रतिशत} = (\text{भाग} / \text{कुल}) \times 100$$

इस सूत्र का उपयोग इंजीनियरिंग गणनाओं, उत्पादन अभिलेखों तथा गुणवत्ता नियंत्रण में किया जाता है।

2.6.5 प्रतिशत मानों का निर्धारण

प्रतिशत मान निर्धारित करने के लिए:

1. भाग के मान की पहचान करें।
2. कुल मान की पहचान करें।
3. भाग को कुल से विभाजित करें।
4. परिणाम को 100 से गुणा करें।

उदाहरण:

150 में 30 का प्रतिशत

$$= (30/150) \times 100 = 20\%$$

2.6.6 प्रतिशत में वृद्धि

प्रतिशत वृद्धि किसी मात्रा की बढ़ोतरी को दर्शाती है।

$$\text{प्रतिशत वृद्धि} = (\text{वृद्धि} / \text{मूल मान}) \times 100$$

उदाहरण:

उत्पादन 200 इकाइयों से बढ़कर 240 इकाइयाँ हो गया।

वृद्धि = 40 इकाइयाँ

$$\text{प्रतिशत वृद्धि} = (40/200) \times 100 = 20\%$$

2.6.7 प्रतिशत में कमी

प्रतिशत कमी किसी मात्रा में होने वाली कमी को दर्शाती है।

$$\text{प्रतिशत कमी} = (\text{कमी} / \text{मूल मान}) \times 100$$

उदाहरण:

सामग्री का भंडार 500 किग्रा से घटकर 450 किग्रा हो गया।

कमी = 50 किग्रा

$$\text{प्रतिशत कमी} = (50/500) \times 100 = 10\%$$

2.6.8 प्रतिशत अंतर

प्रतिशत अंतर का उपयोग दो मानों की तुलना करने के लिए किया जाता है।

$$\text{प्रतिशत अंतर} = (\text{अंतर} / \text{मूल मान}) \times 100$$

यह गुणवत्ता निरीक्षण और उत्पादन निगरानी में उपयोगी है।

2.6.9 कार्यशाला अभ्यास में प्रतिशत के अनुप्रयोग

सामग्री अपव्यय

कटाई, मशीनिंग तथा निर्माण प्रक्रियाओं के दौरान होने वाले अपव्यय की गणना के लिए प्रतिशत का उपयोग किया जाता है।

दक्षता गणनाएँ

श्रमिक और मशीन की दक्षता को सामान्यतः प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाता है।

उत्पादन गणनाएँ

उत्पादन लक्ष्यों और उपलब्धियों की तुलना प्रतिशत के माध्यम से की जाती है।

Production targets and achievements are compared using percentages.

Trade Discounts

Discounts on tools, machines, and raw materials are calculated as percentages.

2.6.10 Practical Examples

If 8 kg material is wasted from 160 kg,

$$\text{Wastage Percentage} = (8/160) \times 100 = 5\%$$

If a worker produces 90 components out of a target of 100,

$$\text{Efficiency} = (90/100) \times 100 = 90\%$$

2.6.11 Solved Examples on Percentage

Example 1: Finding Percentage

A student obtains 72 marks out of 90. Find the percentage.

$$\text{Percentage} = (\text{Part} / \text{Whole}) \times 100$$

$$= (72 / 90) \times 100$$

$$= 80\%$$

Answer: 80%

Example 2: Finding a Percentage of a Quantity

Find 15% of 800.

$$15\% \text{ of } 800 = (15/100) \times 800$$

$$= 120$$

Answer: 120

Example 3: Finding the Original Quantity

25% of a number is 75. Find the number.

$$(25/100) \times x = 75$$

$$x = 75 \times 100 / 25$$

$$x = 300$$

Answer: 300

Example 4: Percentage Increase

Machine production increases from 500 units to 575 units.

$$\text{Increase} = 575 - 500 = 75 \text{ units}$$

$$\text{Percentage increase} = (75/500) \times 100$$

$$= 15\%$$

Answer: 15%

Example 5: Percentage Decrease

Material consumption decreases from 800 kg to 680 kg.

$$\text{Decrease} = 800 - 680 = 120 \text{ kg}$$

$$\text{Percentage decrease} = (120/800) \times 100$$

$$= 15\%$$

Answer: 15%

Example 6: Worker Efficiency

A worker completes 180 pieces against a target of 200 pieces.

$$\text{Efficiency} = (180/200) \times 100$$

$$= 90\%$$

Answer: 90%

Example 7: Material Wastage

A 250 kg material stock has 12.5 kg wastage.

$$\text{Wastage percentage} = (12.5/250) \times 100$$

$$= 5\%$$

Answer: 5%

व्यापारिक छूट

उपकरणों, मशीनों और कच्चे माल पर दी जाने वाली छूट की गणना प्रतिशत के रूप में की जाती है।

2.6.10 व्यावहारिक उदाहरण

यदि 160 किग्रा सामग्री में से 8 किग्रा सामग्री का अपव्यय होता है,

$$\text{अपव्यय प्रतिशत} = (8/160) \times 100 = 5\%$$

यदि कोई श्रमिक 100 के लक्ष्य में से 90 अवयवों का उत्पादन करता है,

$$\text{दक्षता} = (90/100) \times 100 = 90\%$$

2.6.11 प्रतिशत पर हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1: प्रतिशत ज्ञात करना

एक विद्यार्थी को 90 में से 72 अंक प्राप्त हुए। प्रतिशत ज्ञात कीजिए।

$$\text{प्रतिशत} = (\text{भाग} / \text{पूर्णांक}) \times 100$$

$$= (72 / 90) \times 100$$

$$= 80\%$$

उत्तर: 80%

उदाहरण 2: किसी मात्रा का प्रतिशत ज्ञात करना

800 का 15% ज्ञात कीजिए।

$$800 \text{ का } 15\% = (15/100) \times 800$$

$$= 120$$

उत्तर: 120

उदाहरण 3: मूल मात्रा ज्ञात करना

किसी संख्या का 25% = 75 है। संख्या ज्ञात कीजिए।

$$(25/100) \times x = 75$$

$$x = 75 \times 100 / 25$$

$$x = 300$$

उत्तर: 300

उदाहरण 4: प्रतिशत वृद्धि

मशीन का उत्पादन 500 यूनिट से बढ़कर 575 यूनिट हो जाता है।

$$\text{वृद्धि} = 575 - 500 = 75 \text{ यूनिट}$$

$$\text{प्रतिशत वृद्धि} = (75/500) \times 100$$

$$= 15\%$$

उत्तर: 15%

उदाहरण 5: प्रतिशत कमी

सामग्री की खपत 800 kg से घटकर 680 kg हो जाती है।

$$\text{कमी} = 800 - 680 = 120 \text{ kg}$$

$$\text{प्रतिशत कमी} = (120/800) \times 100$$

$$= 15\%$$

उत्तर: 15%

उदाहरण 6: श्रमिक की दक्षता

एक श्रमिक 200 पीस के लक्ष्य के मुकाबले 180 पीस पूरा करता है।

$$\text{दक्षता} = (180/200) \times 100$$

$$= 90\%$$

उत्तर: 90%

उदाहरण 7: सामग्री की बर्बादी

250 kg सामग्री के स्टॉक में 12.5 kg की बर्बादी होती है।

$$\text{बर्बादी प्रतिशत} = (12.5/250) \times 100$$

$$= 5\%$$

उत्तर: 5%

प्रतिशत पर अभ्यास प्रश्न

1. 60 में से 45 का प्रतिशत ज्ञात कीजिए।

Practice Questions on Percentage

- Find the percentage of 45 out of 60.
- Find 12% of 500.
- Find 25% of 640.
- 20% of a number is 80. Find the number.
- Production increases from 400 to 460 units. Find the percentage increase.
- Material consumption decreases from 600 kg to 510 kg. Find the percentage decrease.
- A worker produces 225 pieces against a target of 250 pieces. Find the efficiency.
- A 400 kg material stock has 20 kg wastage. Find the wastage percentage.
- A machine produces 360 parts out of a target of 400 parts. Find the percentage achieved.
- A component price increases from ₹800 to ₹920. Find the percentage increase.
- 500 का 12% ज्ञात कीजिए।
- 640 का 25% ज्ञात कीजिए।
- किसी संख्या का 20% = 80 है। संख्या ज्ञात कीजिए।
- उत्पादन 400 से बढ़कर 460 यूनिट हो जाता है। प्रतिशत वृद्धि ज्ञात कीजिए।
- सामग्री की खपत 600 kg से घटकर 510 kg हो जाती है। प्रतिशत कमी ज्ञात कीजिए।
- एक श्रमिक 250 के लक्ष्य के मुकाबले 225 पीस बनाता है। दक्षता ज्ञात कीजिए।
- 400 kg सामग्री के स्टॉक में 20 kg की बर्बादी होती है। बर्बादी प्रतिशत ज्ञात कीजिए।
- एक मशीन 400 पार्ट के लक्ष्य में से 360 पार्ट बनाती है। प्राप्त प्रतिशत ज्ञात कीजिए।
- किसी घटक की कीमत ₹800 से बढ़कर ₹920 हो जाती है। प्रतिशत वृद्धि ज्ञात कीजिए।

2.7 Percentage Conversion | प्रतिशत रूपांतरण

PERCENTAGE TO DECIMAL CONVERSION

प्रतिशत से दशमलव में रूपांतरण

BASIC CONCEPT & CONVERSIONS | बुनियादी अवधारणा और रूपांतरण

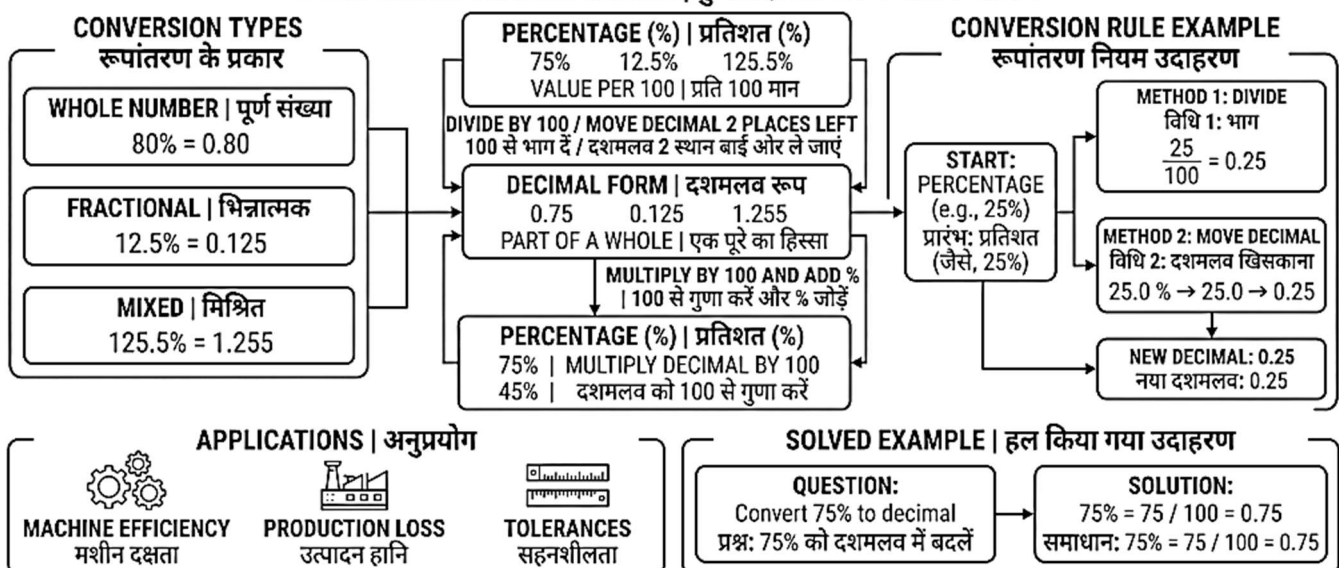


Fig. 2.7: Percentage to Decimal Conversion | प्रतिशत से दशमलव में रूपांतरण

2.7.1 Introduction to Percentage Conversion (Fig. 2.7)

Conversion of percentage into decimal form is an essential operation in workshop calculations and engineering practice. It simplifies calculations related to efficiency, production, tolerances, and material utilization.

2.7.2 Definition of Decimal Form

A decimal form represents a value as a part of one whole. It is expressed using a decimal point. For example, 0.25 means twenty-five hundredths.

2.7.1 प्रतिशत को दशमलव में परिवर्तित करने का परिचय (Fig. 2.7)

प्रतिशत को दशमलव रूप में परिवर्तित करना कार्यशाला गणनाओं और इंजीनियरिंग अभ्यास में एक आवश्यक प्रक्रिया है। यह दक्षता, उत्पादन, सहनशीलताओं तथा सामग्री उपयोग से संबंधित गणनाओं को सरल बनाता है।

2.7.2 दशमलव रूप की परिभाषा

दशमलव रूप किसी मान को एक पूर्ण के भाग के रूप में प्रदर्शित करता है। इसे दशमलव बिंदु का उपयोग करके व्यक्त किया जाता है। उदाहरण के लिए, 0.25 का अर्थ पच्चीस सौवाँ भाग होता है।

2.7.3 Rules for Converting Percentage into Decimal

To convert a percentage into a decimal, divide the percentage value by 100 or move the decimal point two places to the left.

Example:

$$25\% = 25/100 = 0.25$$

2.7.4 Procedure for Converting Decimal into Percentage

To convert a decimal into a percentage, multiply the decimal value by 100 and add the percent symbol (%).

Example:

$$0.45 \times 100 = 45\%$$

2.7.5 Types of Conversion

Whole number percentages: $80\% = 0.80$

Fractional percentages: $12.5\% = 0.125$

Mixed percentages: $125.5\% = 1.255$

2.7.6 Importance and Applications

Percentage-to-decimal conversion is important in engineering calculations, especially for machine efficiency, tolerance calculations, material loss estimation, and production records. It ensures quick, accurate, and standard calculations in workshop practice.

2.7.7 Solved Example

Convert 75% into decimal.

Solution:

$$75\% = 75/100 = 0.75$$

2.7.3 प्रतिशत को दशमलव में परिवर्तित करने के नियम

प्रतिशत को दशमलव में परिवर्तित करने के लिए प्रतिशत मान को 100 से विभाजित करें अथवा दशमलव बिंदु को दो स्थान बाईं ओर स्थानांतरित करें।

उदाहरण:

$$25\% = 25/100 = 0.25$$

2.7.4 दशमलव को प्रतिशत में परिवर्तित करने की प्रक्रिया

दशमलव को प्रतिशत में परिवर्तित करने के लिए दशमलव मान को 100 से गुणा करें और प्रतिशत चिन्ह (%) जोड़ दें।

उदाहरण:

$$0.45 \times 100 = 45\%$$

2.7.5 रूपांतरण के प्रकार

पूर्ण संख्या प्रतिशत: $80\% = 0.80$

भिन्नात्मक प्रतिशत: $12.5\% = 0.125$

मिश्रित प्रतिशत: $125.5\% = 1.255$

2.7.6 महत्व और अनुप्रयोग

प्रतिशत से दशमलव में रूपांतरण इंजीनियरिंग गणनाओं में महत्वपूर्ण है, विशेष रूप से मशीन दक्षता, सहनशीलता गणनाओं, सामग्री हानि के आकलन तथा उत्पादन अभिलेखों के लिए। यह कार्यशाला अभ्यास में त्वरित, सटीक और मानकीकृत गणनाएँ सुनिश्चित करता है।

2.7.7 हल किया गया उदाहरण

75% को दशमलव में परिवर्तित कीजिए।

हल:

$$75\% = 75/100 = 0.75$$

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

Q1. What is the square root of 49? / 49 का वर्गमूल क्या है?

- (a) 5
- (b) 6
- (c) 7
- (d) 8

Ans. c | Sol. : The square of 7 is 49. Hence, its square root is 7. / 7 का वर्ग 49 है। इसलिए, इसका वर्गमूल 7 है।

Q2. Simplify: $\sqrt{81} + \sqrt{64}$. / सरल करें: $\sqrt{81} + \sqrt{64}$

- (a) 12
- (b) 16
- (c) 17
- (d) 18

Ans. c | Sol. : $\sqrt{81} = 9$ and $\sqrt{64} = 8$. Adding them gives $9 + 8 = 17$. / $\sqrt{81} = 9$ और $\sqrt{64} = 8$ । इनका योग $9 + 8 = 17$ है।

Q3. What is the percentage form of $3/5$? / $3/5$ का प्रतिशत रूप क्या है?

- (a) 40% / 40%
- (b) 50% / 50%
- (c) 60% / 60%
- (d) 70% / 70%

Ans. c | Sol. : Multiply $3/5$ by 100: $3/5 \times 100 = 60$. / $3/5$ को 100 से गुणा करें: $3/5 \times 100 = 60$ ।

Q4. Simplify $12/15$. / $12/15$ को सरल करें।

- (a) $3/4$ / $3/4$
- (b) $4/5$ / $4/5$
- (c) $5/6$ / $5/6$
- (d) $6/5$ / $6/5$

Ans. b | Sol. : Divide numerator and denominator by their HCF, 3: $12/15 = 4/5$. / अंश और हर को उनके महत्तम समापवर्तक 3 से विभाजित करें: $12/15 = 4/5$ ।

Q5. If the ratio of boys to girls in a class is 3:2 and there are 18 boys, how many girls are there? / यदि एक कक्षा में लड़कों और लड़कियों का अनुपात 3:2 है और लड़कों की संख्या 18 है, तो लड़कियों की संख्या कितनी होगी?

- (a) 10 / 10
- (b) 12 / 12
- (c) 15 / 15
- (d) 16 / 16

Ans. b | Sol. : Use the ratio 3:2. Girls = $2/3 \times 18 = 12$. / अनुपात 3:2 का उपयोग करें। लड़कियाँ = $2/3 \times 18 = 12$ ।

Q6. Which number is a perfect square? / इनमें से कौन सा संख्या एक पूर्ण वर्ग है?

- (a) 48 / 48
- (b) 50 / 50
- (c) 49 / 49
- (d) 51 / 51

Ans. c | Sol. : A perfect square is a number like n^2 . $49 = 7^2$. / पूर्ण वर्ग वह संख्या होती है जो n^2 के समान होती है। $49 = 7^2$ ।

Q7. What is the percentage of $1/8$? / $1/8$ का प्रतिशत रूप क्या है?

- (a) 10% / 10%

(b) 12.5% / 12.5%

(c) 15% / 15%

(d) 25% / 25%

Ans. b | Sol. : Multiply $1/8$ by 100: $1/8 \times 100 = 12.5\%$. / $1/8$ को 100 से गुणा करें: $1/8 \times 100 = 12.5\%$ ।

Q8. The square of which number is 81? / किस संख्या का वर्ग 81 है?

- (a) 7 / 7
- (b) 8 / 8
- (c) 9 / 9
- (d) 10 / 10

Ans. c | Sol. : $9 \times 9 = 81$. Hence, the square root of 81 is 9. / $9 \times 9 = 81$ । इसलिए, 81 का वर्गमूल 9 है।

Q9. What is $2/5$ as a percentage? / $2/5$ को प्रतिशत में बदलें।

- (a) 25% / 25%
- (b) 30% / 30%
- (c) 35% / 35%
- (d) 40% / 40%

Ans. d | Sol. : Multiply $2/5$ by 100: $2/5 \times 100 = 40\%$. / $2/5$ को 100 से गुणा करें: $2/5 \times 100 = 40\%$ ।

Q10. In a right triangle, if one side is 3 cm and the other is 4 cm, what is the hypotenuse? / एक समकोण त्रिभुज में, यदि एक भुजा 3 सेमी और दूसरी भुजा 4 सेमी है, तो कर्ण क्या होगा?

- a) 5 cm
- b) 6 cm
- c) 7 cm
- d) 8 cm

Ans a Sol : In a right triangle, the hypotenuse is found by using the Pythagoras theorem: $h = \sqrt{3^2 + 4^2} =$

$\sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5$ cm. / समकोण त्रिभुज में कर्ण ज्ञात करने के लिए पाइथागोरस प्रमेय का उपयोग करते हैं: $h = \sqrt{3^2 + 4^2} =$

$\sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5$ सेमी

Q11. A man spends 25% of his income on rent.

What fraction of his income does he spend on rent? / एक व्यक्ति अपनी आय का 25% किराए पर खर्च करता है। वह अपनी आय का कौन-सा भाग किराए पर खर्च करता है?

- a) $\frac{1}{4}$
- b) $\frac{1}{3}$
- c) $\frac{1}{2}$
- d) $\frac{1}{5}$

Ans a Sol : $25\% = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$.

Q12. The ratio of boys to girls in a class is 2:3. If there are 30 girls, how many boys are there? / एक कक्षा में लड़कों और लड़कियों का अनुपात 2:3 है। यदि वहाँ 30 लड़कियाँ हैं, तो लड़कों की संख्या कितनी होगी?

- a) 15
- b) 20
- c) 25
- d) 40

Ans b | Sol : The ratio of boys to girls is 2:3. If 3 parts = 30, 1 part = $30/3 = 10$. Boys = $2 \times 10 = 20$. / लड़कों और

लड़कियों का अनुपात 2:3 है। यदि 3 भाग = 30, तो 1 भाग = $30/3 = 10$ । लड़के = $2 \times 10 = 20$ ।

Q13. Find the square root of 121 using a calculator. / कैलकुलेटर का उपयोग करके 121 का वर्गमूल निकालें।

- a) 10
- b) 11
- c) 12
- d) 13

Ans b Sol : $\sqrt{121} = 11$ because $11 \times 11 = 121$. / $\sqrt{121} = 11$ क्योंकि $11 \times 11 = 121$ ।

Q14. What is the ratio of 9 to 27? / 9 और 27 का अनुपात क्या है?

- a) 1:3
- b) 2:3
- c) 3:1
- d) 1:2

Ans a Sol : $\frac{9}{27} = \frac{1}{3}$, so the ratio is 1:3. / $\frac{9}{27} = \frac{1}{3}$, इसलिए अनुपात 1:3 है।

Q15. If the ratio of apples to oranges is 5:7 and there are 35 oranges, how many apples are there? यदि सेब और संतरे का अनुपात 5:7 है और संतरे 35 हैं, तो सेब कितने होंगे?

- (a) 25
- (b) 30
- (c) 35
- (d) 40

Ans. a | Sol. : 7 parts = 35, so 1 part = $35/7=5$. Apples = $5 \times 5=25$. / 7 भाग = 35, इसलिए 1 भाग = 5 सेब। Total = $5 \times 5=25$

Q16. What is 40% of 250? / 250 का 40% क्या है?

- (a) 100
- (b) 120
- (c) 150
- (d) 200

Ans a | Sol : $\frac{40}{100} \times 250 = 100$.

Q17. The product of two numbers is 72, and their ratio is 2:3. What are the numbers? / दो संख्याओं का गुणनफल 72 है, और उनका अनुपात 2:3 है। वे संख्याएँ क्या हैं?

- (a) 12, 18
- (b) 10, 15
- (c) 8, 24
- (d) none of the above

Ans d | Sol : For ratio 2:3, the numbers should be $2x$ and $3x$. Their product is $6x^2 = 72$, so $x^2 = 12$. Therefore the numbers are $2\sqrt{12}$ and $3\sqrt{12}$, so none of the given options is correct.

Q18. If a triangle has sides measuring 6 m, 8 m, and 10 m, is it a right triangle? यदि एक त्रिभुज के भुजाओं की लंबाई 6 मीटर, 8 मीटर, और 10 मीटर हो, तो क्या यह समकोण त्रिभुज होगा?

- (a) Yes / हाँ
- (b) No / नहीं
- (c) Cannot be determined / निर्धारित नहीं किया जा सकता
- (d) None of the above / इनमें से कोई नहीं

Ans a Sol : Applying the Pythagoras theorem, $6^2 + 8^2 = 10^2$. Therefore, it is a right triangle. / पायथागोरस प्रमेय के अनुसार, $6^2 + 8^2 = 10^2$ । अतः यह समकोण त्रिभुज है।

Q19. Convert 25% to a fraction. / 25% को भिन्न में परिवर्तित करें।

- A) $\frac{1}{4}$
- B) $\frac{1}{3}$
- C) $\frac{1}{5}$
- D) $\frac{2}{5}$

Ans a Sol : $25\% = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$. / $25\% = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$ ।

Q20. If the cost of 5 kg of rice is ₹300, find the cost of 8 kg of rice in the same ratio. / यदि 5 किलो चावल की कीमत ₹300 है, तो 8 किलो चावल की कीमत उसी अनुपात में क्या होगी?

- (a) ₹480
- (b) ₹500
- (c) ₹450
- (d) ₹600

Ans. a | Sol. : Cost of 1 kg = $₹300 \div 5 = ₹60$. Cost of 8 kg = $₹60 \times 8 = ₹480$. / 1 किलो का मूल्य $₹300 \div 5 = ₹60$ । 8 किलो का मूल्य $₹60 \times 8 = ₹480$ ।

Q21. A product originally costs ₹500, but its price is increased by 10%. What is the new price? / एक उत्पाद की मूल कीमत ₹500 है, लेकिन इसमें 10% की वृद्धि की गई है। नई कीमत क्या होगी?

- (a) ₹550
- (b) ₹500
- (c) ₹450
- (d) ₹600

Ans. a | Sol. : 10% of ₹500 = ₹50. New price = $₹500 + ₹50 = ₹550$. / ₹500 का 10% = ₹50। नई कीमत = $₹500 + ₹50 = ₹550$ ।

Q22. If 8 workers complete a task in 6 days, how many workers are needed to complete the same task in 4 days? / यदि 8 श्रमिक 6 दिनों में एक कार्य पूरा करते हैं, तो 4 दिनों में वही कार्य पूरा करने के लिए कितने श्रमिकों की आवश्यकता होगी?

- (a) 10
- (b) 12
- (c) 8
- (d) 6

Ans. b | Sol. : Work is inversely proportional to days: $8 \times 6 = 12 \times 4$. Thus, 12 workers are needed. / कार्य दिनों के व्युत्क्रमानुपाती है: $8 \times 6 = 12 \times 4$ । अतः 12 श्रमिकों की आवश्यकता होगी।

Q23. A rope is cut into two pieces in the ratio of 3:5. If the total length of the rope is 16 m, what is the length of the shorter piece? / एक रस्सी को 3:5 के अनुपात में दो भागों में काटा जाता है। यदि रस्सी की कुल लंबाई 16 मीटर है, तो छोटे भाग की लंबाई कितनी होगी?

- (a) 5 m
- (b) 6 m
- (c) 7 m
- (d) 4 m

Ans. b | Sol. : Total parts = 3 + 5 = 8. Length of shorter piece = $3/8 \times 16 = 6\text{m}$. / कुल भाग = 3 + 5 = 8। छोटे भाग की लंबाई $3/8 \times 16 = 6$ मीटर होगी।

Q24. Change 45% into a decimal. / 45% को दशमलव में बदलें।

- (a) 0.45
- (b) 0.0045
- (c) 4.5
- (d) 0.045

Ans a Sol : $45\% = \frac{45}{100} = 0.45$. / $45\% = \frac{45}{100} = 0.45$ ।

Q25. A mixture contains milk and water in the ratio 7:5. If there are 24 liters of milk, how much water is there? / एक मिश्रण में दूध और पानी का अनुपात 7:5 है। यदि इसमें 24 लीटर दूध है, तो पानी की मात्रा कितनी होगी?

- (a) 20.45 liters
- (b) 16.50 liters
- (c) 18.40 liters
- (d) 17.14 liters

Ans d Sol : If milk : water = 7 : 5 and milk = 24 L, then water = $24 \times 5 / 7 = 17.14$ L

Q26. A rectangular workshop has dimensions of 15 m by 20 m. What is the diagonal length of the workshop? / एक आयताकार कार्यशाला की लंबाई 15 मीटर और चौड़ाई 20 मीटर है। कार्यशाला का विकर्ण कितना है?

- (a) 25 m
- (b) 30 m
- (c) 35 m
- (d) 40 m

Ans a Sol : Using the Pythagoras theorem, diagonal = $\sqrt{(15^2 + 20^2)} = \sqrt{225 + 400} = \sqrt{625} = 25$. / पाइथागोरस प्रमेय का उपयोग करते हुए विकर्ण $\sqrt{(15^2 + 20^2)} = \sqrt{225 + 400} = \sqrt{625} = 25$ मीटर है।

Q27. In a workshop, the ratio of male to female workers is 3:2. If there are 60 male workers, how many female workers are there? / एक कार्यशाला में पुरुष और महिला श्रमिकों का अनुपात 3:2 है। यदि पुरुष श्रमिक 60 हैं, तो महिला श्रमिक कितनी होंगी?

- (a) 30
- (b) 40
- (c) 50
- (d) 60

Ans b Sol : If the ratio is 3:2, female workers are $(2/3) \times 60 = 40$. / स्पष्टीकरण: अनुपात 3:2 होने पर महिला श्रमिक $(2/3) \times 60 = 40$ होंगी।

Q28. A worker earns ₹1200 monthly and spends ₹900. What percentage of his earnings is saved? / एक श्रमिक ₹1200 मासिक कमाता है और ₹900 खर्च करता है। उसकी कमाई का कितने प्रतिशत हिस्सा बचत है?

- (a) 20%

- (b) 25%
- (c) 30%
- (d) 35%

Ans b Sol : Savings are ₹300, so $(300/1200) \times 100 = 25\%$. / स्पष्टीकरण: बचत ₹300 है, तो $(300/1200) \times 100 = 25\%$ ।

Q29. If the ratio of two quantities is 5:7, and their sum is 96, what are the two quantities? / यदि दो मात्राओं का अनुपात 5:7 है और उनका योग 96 है, तो वे दो मात्राएँ क्या हैं?

- (a) 40 and 56
- (b) 45 and 51
- (c) 35 and 61
- (d) 38 and 58

Ans a Sol : Let the quantities be $5x$ and $7x$. Then $5x + 7x = 96$, so $x = 8$. The quantities are $5 \times 8 = 40$ and $7 \times 8 = 56$. / स्पष्टीकरण: मात्राएँ $5x$ और $7x$ हैं। $5x + 7x = 96$, तो $x = 8$ । मात्राएँ $5 \times 8 = 40$ और $7 \times 8 = 56$ होंगी।

Q30. A number increases from 80 to 100. What is the percentage increase? / एक संख्या 80 से बढ़कर 100 हो जाती है। प्रतिशत वृद्धि क्या है?

- (a) 20%
- (b) 25%
- (c) 30%
- (d) 35%

Ans b Sol : Increase = $100 - 80 = 20$. Percentage increase = $(20/80) \times 100 = 25\%$. / स्पष्टीकरण: वृद्धि $100 - 80 = 20$ है। प्रतिशत वृद्धि = $(20/80) \times 100 = 25\%$ ।

Q31. A person spends 40% of his salary on rent. If his salary is ₹25,000, how much does he spend on rent? / एक व्यक्ति अपने वेतन का 40% किराए पर खर्च करता है। यदि उसका वेतन ₹25,000 है, तो वह किराए पर कितना खर्च करता है?

- (a) ₹8,000
- (b) ₹10,000
- (c) ₹12,000
- (d) ₹15,000

Ans b | Sol : Rent = $(40/100) \times 25,000 = ₹10,000$. / किराया = $(40/100) \times 25,000 = ₹10,000$ ।

Q32. The product of two numbers is 144, and one of the numbers is 12. What is the other number? / दो संख्याओं का गुणनफल 144 है, और एक संख्या 12 है। दूसरी संख्या क्या है?

- (a) 10
- (b) 11
- (c) 12
- (d) 14

Ans c Sol : The other number = $144/12 = 12$. / स्पष्टीकरण: दूसरी संख्या $144/12 = 12$ होगी।

Liked this sample? Get the complete book with all modules, MCQs, and practice questions.

How to Purchase This Book

Click the Link or Scan the QR code below to get the complete book at a special discount. Order directly from Publication Website: <https://teachtoindia.com/product/workshop-calculation-and-science/>



Browse All ITI Trade Books at Special Discounted Prices

View the full collection at: <https://teachtoindia.com/iti-books/>



Also available on Flipkart, Amazon, and Meesho.

Trusted by ITI Students, Trainees, and Instructors Across India.

For any queries related to our books or institutional purchases, please contact us:

WhatsApp/Mobile: +91 9084496877

Email: teachtoindia1@gmail.com

Website: www.teachtoindia.com