

# वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस

## WORKSHOP CALCULATION & SCIENCE

### (NSQF)

2<sup>nd</sup> वर्ष  
Year

(संशोधित पाठ्यक्रम जुलाई, 2022)  
(As per revised syllabus July 2022)

इलेक्ट्रीशियन  
ELECTRICIAN



Directorate General of Training

प्रशिक्षण महानिदेशालय  
कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय  
भारत सरकार



राष्ट्रीय अनुदेशात्मक  
माध्यम संस्थान, चेन्नई

पो.बा. सं. 3142, CTI कैम्पस, गिण्डी, चेन्नई - 600 032

वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस  
इलेक्ट्रीशियन - 2 वर्ष NSQF  
संशोधित पाठ्यक्रम जुलाई , 2022

प्रकाशक एवं मुद्रण :



राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान

पो. बा. सं. 3142,  
गिण्डी, चेन्नई - 600 032.  
भारत.

ई-मेल : [chennai-nimi@nic.in](mailto:chennai-nimi@nic.in)

वेब-साइट : [www.nimi.gov.in](http://www.nimi.gov.in)

प्रकाशनाधिकार © 2023 राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

प्रथम संस्करण : नवम्बर 2023

Rs./-

सर्वाधिकार सुरक्षित

इस प्रकाशन का कोई भी भाग किसी भी रूप में या किसी भी साधन के माध्यम से इलेक्ट्रॉनिक या यांत्रिक फोटो कापी सहित, रिकार्डिंग या किसी सूचना भण्डारण और पुनःप्राप्ति द्वारा प्रकाशक की लिखित पूर्वानुमति के बिना न तो उपयुक्त किया जा सकता है और ना ही प्रसारित किया जा सकता है ।

## प्राक्कथन

भारत सरकार ने राष्ट्रीय कौशल विकास नीति के तहत 2020 तक 30 करोड़ लोगों, यानी हर चार भारतीयों में से एक को कौशल प्रदान करने का महत्वाकांक्षी लक्ष्य रखा है, ताकि उन्हें नौकरियां सुरक्षित करने में मदद मिल सके। औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITI) इस प्रक्रिया में विशेष रूप से कुशल जनशक्ति प्रदान करने के मामले में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसे ध्यान में रखते हुए, और प्रशिक्षुओं को वर्तमान उद्योग प्रासंगिक कौशल प्रशिक्षण प्रदान करने के लिए, ITI पाठ्यक्रम को हाल ही में शामिल संस्करण की सहायता से अद्यतन किया गया है।

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई, अब **वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस - इलेक्ट्रीशियन - द्वितीय वर्ष** के लिए संशोधित पाठ्यक्रम के अनुरूप शिक्षण सामग्री लेकर आया है - **CTS के तहत इलेक्ट्रीशियन NSQF (संशोधित 2022)** प्रशिक्षुओं को एक अंतरराष्ट्रीय समकक्ष मानक प्राप्त करने में मदद करेगा जहां उनकी कौशल दक्षता और योग्यता को दुनिया भर में विधिवत मान्यता दी जाएगी और इससे पूर्व शिक्षा की मान्यता का दायरा भी बढ़ेगा। NSQF प्रशिक्षुओं को जीवन भर सीखने और कौशल विकास को बढ़ावा देने के अवसर भी मिलेंगे। मुझे इसमें कोई संदेह नहीं है कि NSQF के साथ ITI के प्रशिक्षकों और प्रशिक्षुओं और सभी हितधारकों को इन IMP से अधिकतम लाभ मिलेगा और NIMI का प्रयास देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में सुधार करने में काफी मदद करेगा।

प्रशिक्षण महानिदेशालय, NIMI के निदेशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास समिति के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र हैं।

जय हिन्द !

अतुल कुमार तिवारी,IAS

सचिव

कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय,  
भारत सरकार

नवम्बर 2023

नई दिल्ली - 110 001

## भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक मीडिया संस्थान (NIMI) की स्थापना भारत सरकार के कौशल विकास और उद्यमिता मंत्रालय के प्रशिक्षण महानिदेशालय द्वारा जर्मनी के संघीय गणराज्य की सरकार की तकनीकी सहायता से NSQF स्तरों के तहत निर्धारित पाठ्यक्रम और शिल्पकार प्रशिक्षण कार्यक्रम (CTS) के अनुसार विभिन्न ट्रेडों के लिए अनुदेशात्मक सामग्री विकसित करने और प्रसारित करने के मुख्य उद्देश्य से की गई थी।

शिक्षण सामग्री को इंस्ट्रक्शनल मीडिया पैकेज (IMP) के रूप में विकसित और उत्पादित किया जाता है, जिसमें ट्रेड थ्योरी, ट्रेड प्रैक्टिकल, टेस्ट और असाइनमेंट बुक, इंस्ट्रक्टर गाइड शामिल होते हैं। उपरोक्त सामग्री IT में प्रशिक्षण के मानक में समग्र सुधार लाने में सक्षम होगी।

भारतीय युवाओं की प्रतिभाओं के विकास के लिए अवसर, स्थान और गुंजाइश बनाने और कौशल विकास के तहत उन क्षेत्रों को विकसित करने के उद्देश्य से, भारत सरकार के वित्त मंत्रालय (आर्थिक मामलों के विभाग), दिनांक 27 दिसंबर 2013 को एक राजपत्र अधिसूचना के माध्यम से भारत सरकार द्वारा स्किल इंडिया नामक एक राष्ट्रीय बहु-कौशल कार्यक्रम शुरू किया गया था।

जोर इस बात पर है कि युवाओं को इस तरह से कौशल प्रदान किया जाए कि वे रोजगार पाने में सक्षम हो सकें और पारंपरिक प्रकार के सभी व्यवसायों के लिए प्रशिक्षण, सहायता और मार्गदर्शन प्रदान करके उद्यमिता में सुधार कर सकें। प्रशिक्षण कार्यक्रम अंतर्राष्ट्रीय स्तर की तर्ज पर होगा, ताकि हमारे देश के युवा देश में या विदेशों में रोजगार प्राप्त कर सकें। राष्ट्रीय कौशल विकास एजेंसी (NSDA) पर आधारित **राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF)**, एक राष्ट्रीय स्तर पर एकीकृत शिक्षा और योग्यता-आधारित ढांचा है, जो ज्ञान, **कौशल और योग्यता के स्तरों** की एक श्रृंखला के अनुसार सभी योग्यताओं को व्यवस्थित करता है। NSQF के तहत शिक्षार्थी औपचारिक, गैर-औपचारिक या अनौपचारिक शिक्षा के माध्यम से किसी भी स्तर पर आवश्यक योग्यता के लिए प्रमाणन प्राप्त कर सकता है।

CTS के तहत **वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस - इलेक्ट्रीशियन - द्वितीय वर्ष NSQF (संशोधित 2022)** NSQF पाठ्यक्रम के अनुसार कोर समूह के सदस्यों द्वारा विकसित पुस्तक में से एक है।

NSQF के अनुसार CTS के तहत **वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस - इलेक्ट्रीशियन - द्वितीय वर्ष NSQF (संशोधित 2022)** DGT के फील्ड संस्थानों के विशेषज्ञों, प्रत्येक सेक्टर के लिए चैम्पियन IT और मीडिया विकास समिति (MDC) के सदस्यों और NIMI के कर्मचारियों के सामूहिक प्रयासों का परिणाम है। NIMI की इच्छा है कि उपरोक्त सामग्री प्रशिक्षुओं और प्रशिक्षकों की लम्बी जरूरतों को पूरा करेगी और प्रशिक्षुओं को व्यावसायिक प्रशिक्षण में रोजगार के लिए मदद करेगी।

NIMI इस अवसर पर सभी सदस्यों और मीडिया विकास समिति (MDC) के सदस्यों को हार्दिक धन्यवाद देना चाहता है।

## आभार

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक मीडिया संस्थान (NIMI) NSQF संशोधित 2022 के अनुसार **वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस - इलेक्ट्रीशियन - द्वितीय वर्ष** पाठ्यक्रम के लिए इस IMP को लाने के लिए निम्नलिखित मीडिया डेवलपर्स के सहयोग और योगदान को ईमानदारी से धन्यवाद देता है।

### मीडिया विकास समिति के सदस्य

- |                          |                                                                                     |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| श्री. एम. संगारा पांडियन | - प्रशिक्षण अधिकारी (सेवानिवृत्त)<br>CTI, भारत सरकार, गिंडी, चेन्नई - 32            |
| श्री. जी. सत्यमूर्ति     | - कनिष्ठ प्रशिक्षण अधिकारी - SG (सेवानिवृत्त)<br>सरकारी ITI, त्रिची, DET - तमिलनाडु |

### NIMI समन्वयक

- |                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| श्री निर्माल्य नाथ  | - उप निदेशक<br>NIMI - चेन्नई - 32    |
| श्री जी. माइकल जॉनी | - प्रबंधक<br>NIMI, चेन्नई - 32       |
| श्री वी. वीरकुमार   | - सहायक प्रबंधक<br>NIMI, चेन्नई - 32 |

### हिंदी अनुवादक

- |        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| सुंदरम | - MDC, मेम्बर<br>NIMI, चेन्नई - 32 |
| सोनी   | - MDC, मेम्बर<br>NIMI, चेन्नई - 32 |

NIMI ने इस IMP के विकास की प्रक्रिया में **Data Entry, CAD, DTP ऑपरेटरों** की उत्कृष्ट और समर्पित सेवाओं के लिए उनकी सराहना की।

NIMI इस पुस्तक के विकास में योगदान देने वाले अन्य सभी कर्मचारियों द्वारा किए गए प्रयासों को भी धन्यवाद देता है।

## परिचय

सामग्री को स्वतंत्र शिक्षण इकाइयों में विभाजित किया गया है, प्रत्येक में विषय का सारांश और एक असाइनमेंट भाग शामिल है। सारांश गणितीय और वैज्ञानिक सिद्धांतों का सार स्पष्ट और आसानी से समझने योग्य तरीके से समझाता है। इसे कक्षा में प्रशिक्षुओं को प्रदान की जाने वाली प्रशिक्षक की व्याख्यात्मक जानकारी के प्रतिस्थापन के रूप में नहीं माना जाना चाहिए, जो निश्चित रूप से अधिक विस्तृत होगी। पुस्तक को प्रशिक्षुओं को प्रशिक्षक द्वारा किए गए विस्तार से आवश्यक चीजों को समझने में सक्षम बनाना चाहिए और उन्हें सम्बंधित अध्याय के कार्यों को स्वतंत्र रूप से हल करने में मदद करनी चाहिए। जिनका सामना उन्हें व्यावहारिक अभ्यास करते समय शॉप फ्लोर (श्रमिक कर्मशाला) पर करना पड़ सकता है।

प्रशिक्षुओं के बीच संचार सुनिश्चित करने के लिए असाइनमेंट को 'ग्राफिक्स' के माध्यम से प्रस्तुत किया जाता है। यह प्रशिक्षुओं को समस्याओं को हल करने के लिए सही दृष्टिकोण निर्धारित करने में भी सहायता करता है। समस्याओं को हल करने के लिए आवश्यक प्रासंगिक डेटा ग्राफिक्स के समीप या तो प्रतीकों के माध्यम से या शब्दों के माध्यम से प्रदान किया जाता है। समस्याओं में दर्शाए गए प्रतीकों के विवरण का संदर्भ प्रासंगिक सारांशों में है।

अभ्यास के अंत में जहां भी आवश्यक कार्य हों, आगे के अभ्यास के लिए समस्याएं शामिल की जाती हैं।

### समय आवंटन:

#### 2 वर्ष की अवधि: 32 घंटे

अभ्यास के प्रत्येक शीर्षक के लिए समय आवंटन नीचे दिया गया है। **वर्कशॉप कैलकुलेशन & साइंस - इलेक्ट्रीशियन - द्वितीय वर्ष NSQF संशोधित पाठ्यक्रम 2022.**

| क्र.सं | शीर्षक       | अभ्यास संख्या   | समय घंटे में   |
|--------|--------------|-----------------|----------------|
| 1      | घर्षण        | 2.1.01          | 2              |
| 2      | बीजगणित      | 2.2.02 & 2.2.03 | 10             |
| 3      | प्रत्यास्थता | 2.3.04          | 4              |
| 4      | लाभ और हानि  | 2.4.05 & 2.4.06 | 8              |
| 5      | आकलन और लागत | 2.5.07 & 2.5.08 | 8              |
|        |              | <b>कुल</b>      | <b>32 घंटे</b> |

## सीखने / मूल्यांकन योग्य परिणाम

इस पुस्तक के पूरा होने पर आप सक्षम हो जायेंगे

- **Demonstrate basic mathematical concept and principles to perform practical operations.**
- **Understand and explain basic science in the field of study.**

## विषय-क्रम

| अभ्यास सं. | अभ्यास के शीर्षक                                                                                                                                                                                                                              | पृष्ठ सं. |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|            | <b>मॉड्यूल - 1 घर्षण (Friction)</b>                                                                                                                                                                                                           |           |
| 2.1.01     | घर्षण (Friction) - स्नेहन (Lubrication)                                                                                                                                                                                                       | 1         |
|            | <b>मॉड्यूल - 2 बीजगणित (Algebra)</b>                                                                                                                                                                                                          |           |
| 2.2.02     | बीजगणित (Algebra) - जोड़, घटाव, गुणा और भाग (Addition, subtraction, multiplication & division)                                                                                                                                                | 4         |
| 2.2.03     | बीजगणित (Algebra) - सूचकांकों का सिद्धांत, बीजगणितीय सूत्र, संबंधित समस्याएँ (Theory of indices, Algebraic formula, related problems)                                                                                                         | 9         |
|            | <b>मॉड्यूल - 3 प्रत्यास्थता (Elasticity)</b>                                                                                                                                                                                                  |           |
| 2.3.04     | प्रत्यास्थता (Elasticity) - प्रत्यास्थ, प्लास्टिक सामग्री, प्रतिबल, विकृति और उनकी इकाइयाँ और यंग का मापांक (Elastic, plastic materials, stress, strain and their units and young's modulus)                                                  | 14        |
|            | <b>मॉड्यूल - 4 लाभ और हानि (Profit and Loss)</b>                                                                                                                                                                                              |           |
| 2.4.05     | लाभ और हानि (Profit and loss) - लाभ और हानि पर साधारण समस्याएँ (Simple problems on profit & loss)                                                                                                                                             | 27        |
| 2.4.06     | लाभ और हानि (Profit and loss) - साधारण और चक्रवृद्धि ब्याज (Simple and compound interest)                                                                                                                                                     | 34        |
|            | <b>मॉड्यूल - 5 आकलन और लागत (Estimation and Costing)</b>                                                                                                                                                                                      |           |
| 2.5.07     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार पर लागू होने वाली सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade)                                                     | 46        |
| 2.5.08     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार के लिए लागू सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन - वर्कशॉप की वायरिंग (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade - Wiring of workshop)                 | 52        |
| 2.5.09     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार के लिए लागू सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade) - ऑफिस रूम (Office room)                                  | 55        |
| 2.5.10     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार के लिए लागू सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade) - घर की वायरिंग का आकलन करना (Estimation of house wiring) | 56        |
| 2.5.11     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत की समस्याएँ (Problems on estimation and costing)                                                                                                                                         | 58        |
| 2.5.12     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत पर समस्याएँ (Problems on estimation and costing) - वर्कशॉप की वायरिंग के लिए सामग्री की लागत/बिल का आकलन करें (Estimate the cost/bill of material for wiring of workshop)                | 61        |
| 2.5.13     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत की समस्याएँ (Problems on estimation and costing) - ऑफिस रूम (Office room)                                                                                                                | 63        |
| 2.5.13     | आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत की समस्याएँ (Problems on estimation and costing) - हाउस वायरिंग का आकलन (Estimation of house wiring)                                                                                     | 64        |

# SYLLABUS

2<sup>nd</sup> Year

## Workshop Calculation & Science - Electrician Revised syllabus July 2022 under CTS

| S.no. | Syllabus                                                                                                                                                     | Time in Hrs |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| I     | <b>Friction</b><br>1 Friction – Lubrication                                                                                                                  | 2           |
| II    | <b>Algebra</b><br>1 Addition, Subtraction, Multiplication & Divisions<br>2 Algebra – Theory of indices, Algebraic formula, related problems                  | 10          |
| III   | <b>Elasticity</b><br>1 Elastic, plastic materials, stress, strain and their units and young's modulus                                                        | 4           |
| IV    | <b>Profit and Loss</b><br>1 Simple problems on profit & loss<br>2 Simple and compound interest                                                               | 8           |
| V     | <b>Estimation and Costing</b><br>1 Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade<br>2 Problems on estimation and costing | 8           |
|       | <b>Total</b>                                                                                                                                                 | <b>32</b>   |

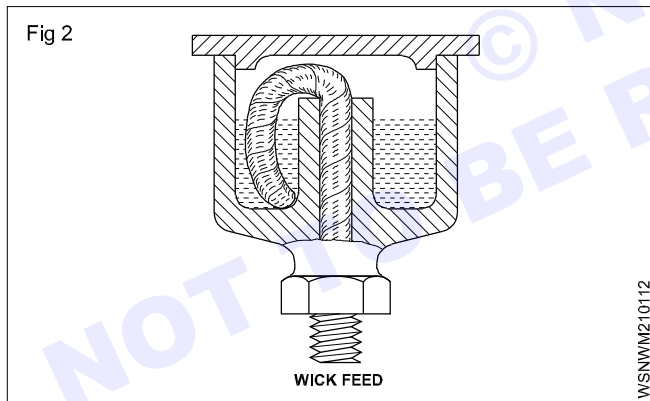
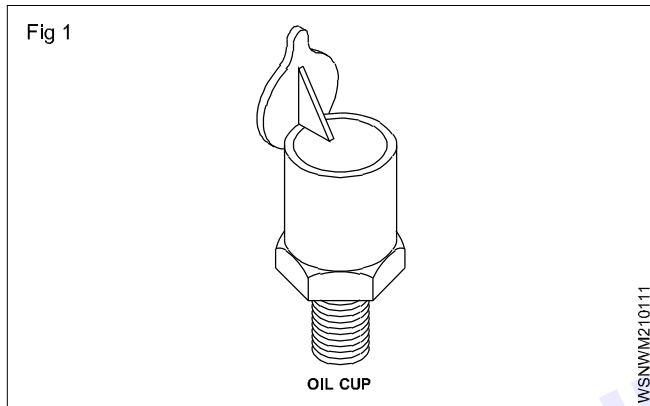
## घर्षण (Friction)- स्नेहन(Lubrication)

स्नेहन की 3 प्रणालियाँ हैं।

- गुरुत्वाकर्षण फ़ीड प्रणाली (Gravity feed system)
- फोर्स फ़ीड प्रणाली (Force feed system)
- स्पलैश फ़ीड प्रणाली (Splash feed system)

### गुरुत्वाकर्षण फ़ीड (Gravity feed)

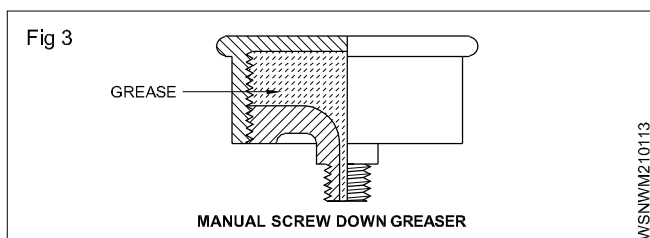
गुरुत्वाकर्षण फ़ीड सिद्धांत मशीनों पर प्रदान किए गए ऑयल होल, ऑयल कप और विक फ़ीड स्नेहक में नियोजित होता है। (Figs 1 और 2)



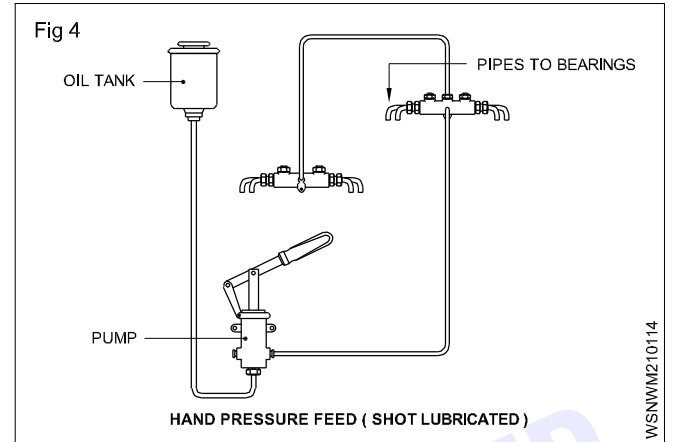
### फोर्स फ़ीड/प्रेसर फ़ीड (Force feed/Pressure feed)

#### तेल, ग्रीस गन और ग्रीस कप (Oil, grease gun and grease cups)

प्रत्येक बियरिंग की ओर जाने वाले ऑयल होल या ग्रीस पॉइंट को एक निपल के साथ फिट किया जाता है, और इसके सामने गन की नोज़ को दबाकर, स्नेहक को बियरिंग पर बल लगाया जाता है। ग्रीस को ग्रीस कप का उपयोग करके भी जबरदस्ती फ़ीड किया जाता है। (Fig 3)



ऑयल को हैंड पंप द्वारा भी प्रेशर दिया जाता है और कुछ मशीनों के साथ प्रदान किए गए लीवर को संचालित करके दिन में एक या दो बार अंतराल पर प्रत्येक बियरिंग पर ऑयल का चार्ज पहुंचाया जाता है। (Fig 4) इसे शॉट ल्यूब्रिकेटर के रूप में भी जाना जाता है।

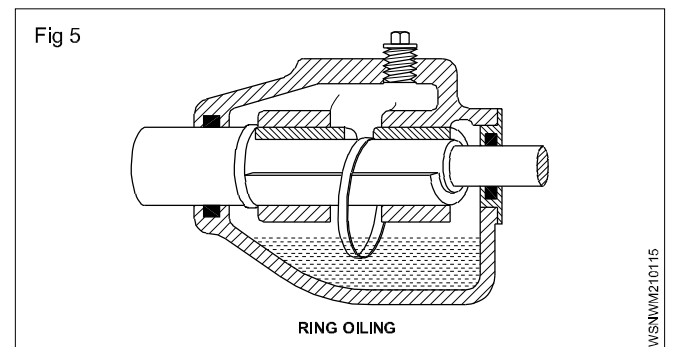


### आयल पंप विधि (Oil pump method)

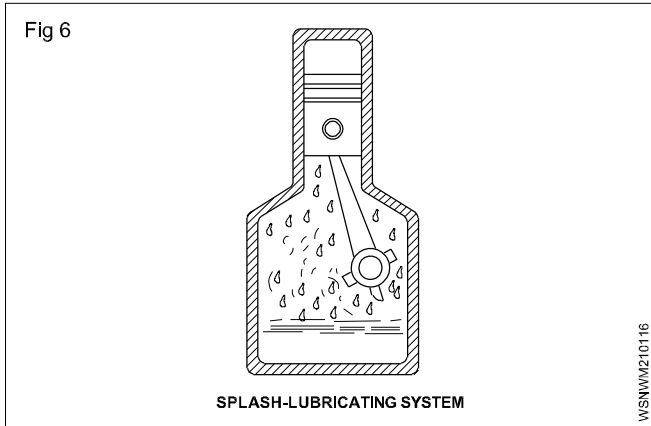
इस विधि में मशीन द्वारा संचालित एक ऑयल पंप लगातार बियरिंगों में तेल पहुंचाता है, और तेल बाद में बियरिंगों से नाबदान में चला जाता है जहां से इसे स्नेहन के लिए पंप द्वारा फिर से खींचा जाता है।

### स्पलैश स्नेहन (Splash lubrication)

इस विधि में एक रिंग ऑयलर शाफ्ट से जुड़ा होता है और यह तेल में डूब जाता है और शाफ्ट के घूमने पर स्नेहक की एक धारा लगातार पार्ट्स के चारों ओर फैलती रहती है। शाफ्ट के घूमने से रिंग मुड़ जाती है और उसमें चिपका हुआ तेल ऊपर लाया जाता है और बियरिंग में डाला जाता है, और फिर तेल को वापस रिजर्वायर में ले जाया जाता है। (Fig 5) इसे रिंग ऑयलिंग के नाम से भी जाना जाता है।



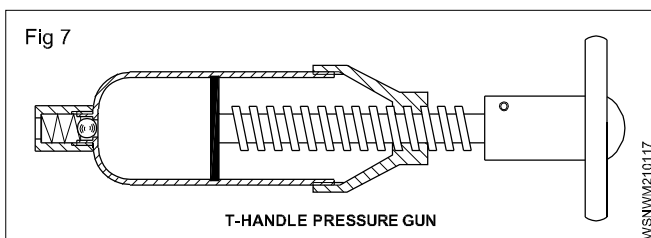
अन्य प्रणालियों में घूमने वाले तत्वों में से एक ऑयल लेवल के संपर्क में आता है और काम करते समय पूरे सिस्टम पर लुब्रिकेट ऑयल छिड़कता है। (Fig 6) ऐसी प्रणालियाँ एक लेथ मशीन और ऑयल इंजन सिलेंडर के हेडस्टॉक में पाई जा सकती हैं।



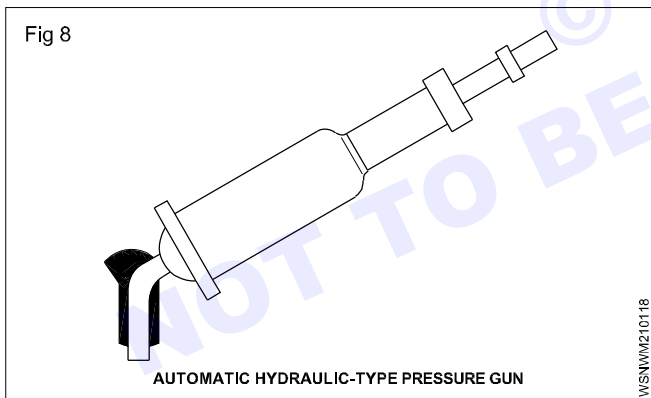
### ग्रीस गन के प्रकार (Types of grease guns)

मशीनों को लुब्रिकेट करने के लिए निम्न प्रकार की ग्रीस गन का उपयोग किया जाता है।

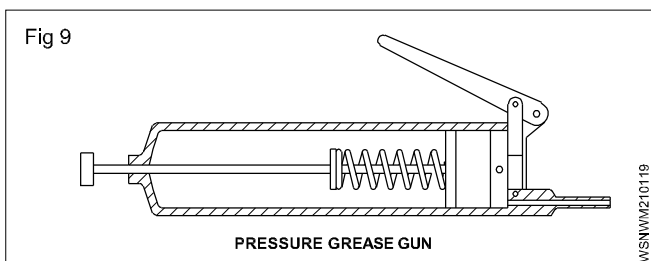
- 'टी' हैंडल प्रेशर गन (Fig 7)



- स्वचालित और हाइड्रोलिक टाइप प्रेशर गन (Fig 8)



- लीवर-टाइप प्रेशर गन (Fig 9)

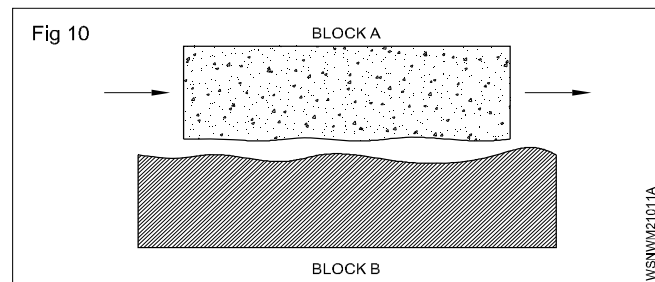


### इक्स्पोज़्ड स्लाइडवेज़ पर स्नेहन (Lubrication to exposed slideways)

गतिमान पार्ट्स कुछ प्रकार के प्रतिरोध का अनुभव करते हैं, तब भी जब पार्ट्स की सतह बहुत चिकनी लगती है।

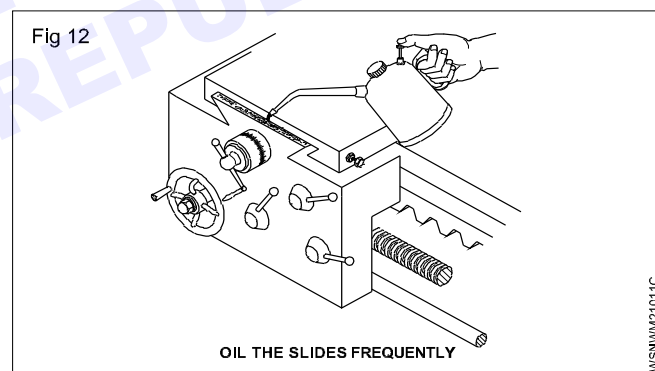
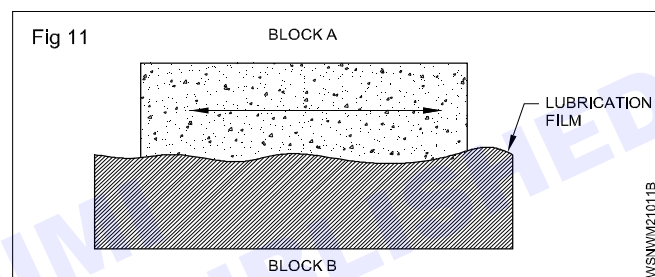
प्रतिरोध अनियमितताओं के कारण होता है जिसे नग्न आंखों से नहीं पहचाना जा सकता है।

स्नेहक के बिना अनियमितताएँ एक दूसरे को पकड़ लेती हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। (Fig 10)

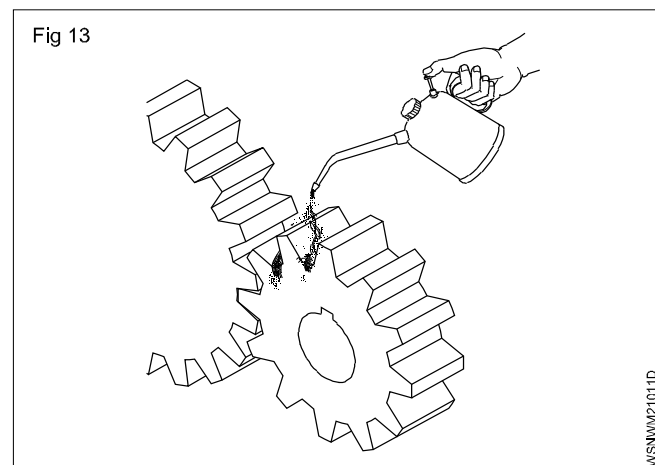


स्नेहक के साथ अनियमितताओं के बीच का गैप भर जाता है और मैटिंग घटकों के बीच स्नेहक की एक फिल्म बन जाती है जो मूवमेंट को आसान बनाती है। (Fig 11)

स्लाइडवेज़ को ऑयल केन द्वारा बार-बार स्नेहक दिया जाता है। (Fig 12)



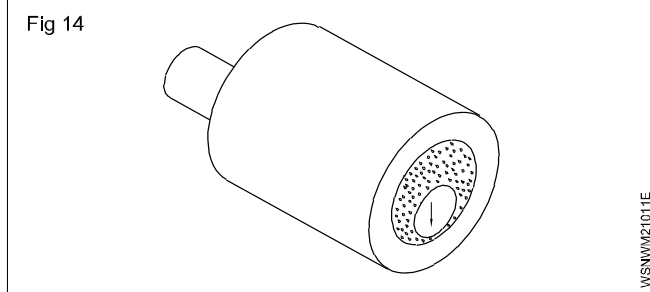
खुले गियर को साफ करने के बाद उन पर तेल लगाएं और स्नेहक नियमित रूप से दोहराएं। (Fig 13)



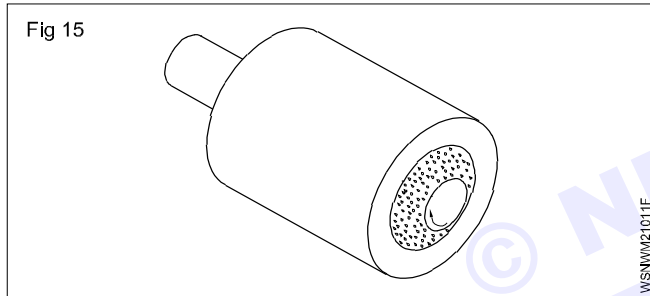
## बियरिंग को लुब्रिकेट करें (Lubricate bearings)

बियरिंग में घूमने वाला शाफ्ट भी घर्षण प्रतिरोध के अधीन होता है। शाफ्ट बुश बियरिंग या बॉल/रोलर बियरिंग में घर्षण का अनुभव करते हुए घूमता है।

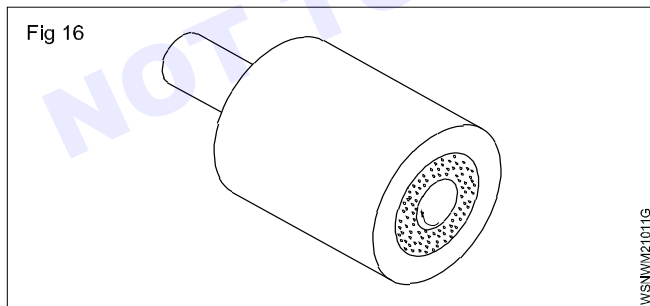
जब शाफ्ट बुश बियरिंग के तल पर विराम की स्थिति में होता है, तो शाफ्ट और बुश के बीच शायद ही कोई स्नेहक होता है। (Fig 14)



जब शाफ्ट घूमना शुरू करता है तो स्नेहक शाफ्ट और बुश के बीच एक फिल्म बनाए रखता है और स्नेहक की एक असमान रिंग बन जाती है। (Fig 15)

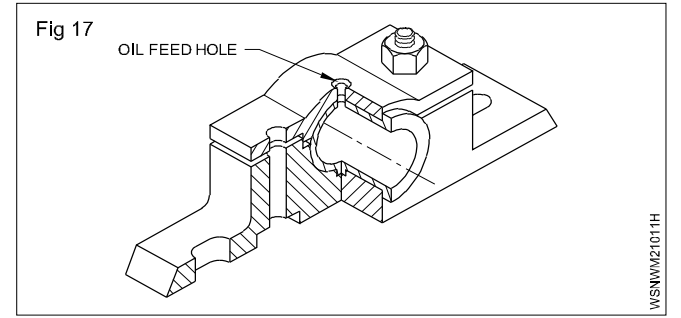


जब शाफ्ट पूरी गति से घूम रहा होता है तो चिकनाई फिल्म की एक पूरी रिंग शाफ्ट के चारों ओर घूमती है (Fig 16) जिसे हाइड्रो डायनेमिक स्नेहन के रूप में जाना जाता है।



यह स्नेहन रिंग घर्षण प्रतिरोध को बहुत कम कर देती है और साथ ही मैटिंग मेंबरों को टूट-फूट और बदलाव से बचाती है।

कुछ बुश बियरिंग्स में ऑयल फीडिंग होल होते हैं, जिन पर ऑयल या ग्रीस कप लगाया जाता है और गुरुत्वाकर्षण फ्रीड सिस्टम द्वारा स्नेहक को छिद्रों के माध्यम से बियरिंग में डाला जाता है। (Fig 17)

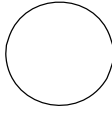
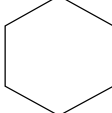


## स्नेहन मशीनों के लिए संकेत (Hints for lubricating machines):

- ऑयलिंग और ग्रीसिंग पॉइंट्स की पहचान करें
- सही लुब्रिकेट और लुब्रिकेटिंग डिवाइसों का चयन करें
- लुब्रिकेट लगाएं

निर्माता के मैनुअल में मशीन टूल्स में भागों के स्नेहन के लिए सभी आवश्यक विवरण शामिल हैं। स्नेहक को निर्माता के मैनुअल में निर्धारित अनुसार विभिन्न बिंदुओं या भागों पर दैनिक, साप्ताहिक, मासिक या नियमित अंतराल पर लगाया जाना चाहिए।

इन स्थानों को रखरखाव मैनुअल में प्रतीकों के साथ दर्शाया गया है जैसा कि Fig 18 में दिखाया गया है।

| FREQUENCY CLASSIFICATION SYMBOLS                                                      |                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|  | DAILY                                            |
|  | WEEKLY                                           |
|  | MONTHLY                                          |
|  | SCHEDULED FOR FREQUENCIES OTHER THAN THOSE ABOVE |

**बीजगणित (Algebra) - जोड़, घटाव, गुणा और भाग (Addition, subtraction, multiplication & division)****परिचय (Introduction)**

बीजगणित गणित का एक रूप है जिसमें अज्ञात स्थान पर अक्षरों का प्रयोग किया जा सकता है। इस गणित में अक्षरों के अतिरिक्त संख्याओं का भी प्रयोग किया जाता है तथा संख्या का मान उसके स्थान पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए  $3x$  और  $x^3$  में  $x$  का स्थान भिन्न है।  $3x$  में  $=3$  को  $x$  से गुणा किया जाता है, जबकि  $x^3$  में  $-3$   $x$  का सूचकांक है।

**धनात्मक और ऋणात्मक संख्याएँ (Positive and negative numbers)**

धनात्मक संख्याओं के सामने  $+$  चिह्न होता है, और ऋणात्मक संख्याओं के सामने  $-$  का चिह्न होता है। यही बात अक्षरों पर भी लागू होती है।

**उदाहरण**  $+x, -y$ 

$+8$  या केवल  $8$  धनात्मक संख्या।

$-8$  ऋणात्मक संख्या।

**जोड़ और घटाव (Addition and subtraction)**

दो धनात्मक संख्याओं को उनके पूर्ण परिमाण को जोड़कर और धन चिह्न उपसर्ग करके जोड़ा जाता है।

दो ऋणात्मक संख्याओं को जोड़ने के लिए, उनका पूर्ण परिमाण जोड़ें और ऋण चिह्न पहले लगाएं।

एक धनात्मक और एक ऋणात्मक संख्या को जोड़ने के लिए, उनके पूर्ण परिमाण का अंतर प्राप्त करें और अधिक परिमाण वाली संख्या का चिह्न पहले लगाएं।

$$+7 + 22 = +29$$

$$(-8) - 34 = -42$$

$$(-27) + 19 = -8$$

$$44 + (-18) = +26$$

$$37 + (-52) = -15$$

**धनात्मक एवं ऋणात्मक संख्याओं का गुणन (Multiplication of positive and negative numbers)**

समान चिह्नों वाली दो संख्याओं का गुणनफल धनात्मक होता है और विपरीत चिह्नों वाली दो संख्याओं का गुणनफल ऋणात्मक होता है। ध्यान दें कि, जहाँ दोनों संख्याएँ ऋणात्मक हैं, उनका गुणनफल धनात्मक है।

उदा.  $-20 \times -3 = 60$

$$5 \times 8 = 40$$

$$4 \times -13 = -52$$

$$-5 \times 12 = -60$$

**भाग (Division)**

जो संख्या विभाजित होती है वह लाभांश होती है, जिस संख्या से हम विभाजित कर रहे होते हैं वह भाजक होती है और उत्तर भागफल होता है। यदि भाज्य और भाजक के चिह्न समान हों तो भागफल में  $+$  चिह्न होगा। यदि वे भिन्न हैं तो भागफल का चिह्न ऋणात्मक होगा।

$$\frac{+28}{(+4)} = +7$$

$$\frac{+56}{-4} = -14$$

$$\frac{-72}{+9} = -8$$

$$\frac{-96}{-6} = +16$$

जब किसी अभिव्यक्ति में जोड़, घटाव, गुणा और भाग शामिल हो, तो पहले गुणा और भाग प्रक्रियाएं करें और फिर जोड़ और घटाव करें।

**उदाहरण -**

$$12 \times 8 - 6 + 4 \times 12 = 96 - 6 + 48 = 138$$

$$102 \div 6 - 6 \times 2 + 3 = 17 - 12 + 3 = 8$$

**कोष्ठक और समूहीकरण प्रतीक (Parentheses and grouping symbols)**

( ) कोष्ठक

( ) धनुःकोष्ठक

$$7 + (6-2) = 7 + 4 = 11$$

$$6 \times (8-5) = 6 \times 3 = 18$$

**ब्रैकेट (Parentheses)**

ये ऐसे प्रतीक हैं जो इंगित करते हैं कि कुछ जोड़ और घटाव की प्रक्रियाएं गुणा और भाग से पहले होनी चाहिए। वे इंगित करते हैं कि शेष ऑपरेशन करने से पहले उनके भीतर के ऑपरेशन पूरी तरह से किए जाने चाहिए। समूहीकरण पूरा करने के बाद, प्रतीकों को हटाया जा सकता है।

एक अभिव्यक्ति में जहाँ प्रतीकों को तुरंत पहले या बाद में एक संख्या द्वारा समूहीकृत किया जाता है लेकिन ऑपरेशन के संकेतों को छोड़ दिया जाता है, तो यह समझा जाता है कि गुणा किया जाना चाहिए।

ऋणात्मक संख्या का घटाव और गुणा करते समय समूहीकरण प्रतीकों का उपयोग किया जाता है। समूहीकरण प्रतीकों को हटाने के लिए, जिनके पहले नकारात्मक  $(-)$  चिह्न हैं, समूहीकरण प्रतीकों के अंदर सभी शब्दों के चिह्नों को बदला जाता है (प्लस से माइनस और माइनस से प्लस तक)।

जिन कोष्ठकों के पहले धन (+) चिह्न है, उन्हें कोष्ठकों के भीतर शब्दों के चिह्नों को बदले बिना हटाया जा सकता है।

जब समूहीकरण प्रतीकों का एक सेट दूसरे सेट में शामिल किया जाता है, तो सबसे पहले सबसे भीतरी सेट को हटा दिया जाता है।

जब + या - चिह्नों से जुड़े कई शब्दों में एक सामान्य मात्रा होती है, तो इस सामान्य मात्रा को कोष्ठक के सामने रखा जा सकता है।

$$8 + 6(4-1) = 8 + 6 \times 3 = 26$$

$$(6+2)(9-5) = 8 \times 4 = 32$$

प्लस 4 कम निगेटिव 7 को 4 - (-7) के रूप में लिखा जाता है।

प्लस 4 गुना निगेटिव 7 को 4(-7) के रूप में लिखा जाता है।

$$4 - (-7) = 4 + 7 = 11$$

$$8 - (7-4) = 8 - 3 = 5$$

$$3 + (-8) = 3 - 8 = -5$$

$$7 + (4 - 19) = 7 + (-15) = 7 - 15 = -8$$

$$3(40 + (7 + 5)(8-2))$$

$$= 3(40 + 12 \times 6)$$

$$= 3 \times 112 = 336$$

$8x + 12$  - मात्रा 4 को वाक्यांश  $8x + 12$  को 4  $(2x + 3)$  देते हुए गुणनखंड किया जा सकता है।

किसी वाक्यांश के समूहीकरण प्रतीकों में सबसे आंतरिक सेट को पहले सरलीकरण किया जाता है।

### बीजगणितीय प्रतीक और सरल समीकरण (Algebraic symbols and simple equations)

#### बीजगणितीय प्रतीक (Algebraic symbol)

किसी मात्रा का अज्ञात संख्यात्मक मान एक अक्षर द्वारा दर्शाया जाता है जो बीजगणितीय प्रतीक है।

#### फैक्टर (Factor)

गुणनखंड संख्याओं या अक्षरों या समूहों में से कोई एक है जिसे एक साथ गुणा करने पर व्यंजक प्राप्त होता है। 12 के गुणनखंड 4 और 3 या 6 और 2 या 12 और 1 हैं।

$8x + 12$  अभिव्यक्ति है और इसे 4  $(2x + 3)$  के रूप में लिखा जा सकता है, 4 और  $(2x + 3)$  कारक हैं।

#### बीजगणितीय पद (Algebraic terms)

यदि किसी अभिव्यक्ति में दो या दो से अधिक भाग हों जो + या - से अलग हों, तो प्रत्येक भाग को पद के रूप में जाना जाता है।

$y - 5x$  अभिव्यक्ति करता है,  $y$  तथा  $-5x$  पद हैं।

चिह्न शब्द से पहले होना चाहिए।

### पदों के प्रकार:

#### 1 समान पद (Like terms)

a  $13a, 15a, 19a, -12a, -18a$

b  $5xy, 11xy, -xy, -14xy$

c  $27m^2, 25m^2, -3m^2, 11m^2$

#### 2 असमान पद (Unlike terms)

a  $3ac, -4b, 8x, 3yz$

b  $2xy, y^2, a^2b, xz, 3bc$

c  $13m^2n, 3mn^2, 14lm^2, 15a^2b, 5lm$

### उदाहरण :

1 जोड़  $7a, -2a, a, 3a$

$$7a + (-2a) + (a) + 3a$$

$$7a - 2a + a + 3a$$

$$= 11a - 2a$$

$$= 9a$$

2 जोड़  $25xy, +2xy, -6xy, -3xy$

$$25xy + 2xy + (-6xy) + (-3xy)$$

$$= 27xy - 9xy$$

$$= 18xy$$

3 जोड़  $9m, +4m, -2$

$$9m + 4m + (-2)$$

$$9m + 4m - 2$$

$$= 13m - 2$$

### गुणांक (Coefficient)

जब एक पद उन कारकों में बनती है जिनका उत्पाद पद है, तो प्रत्येक कारक शेष कारकों का गुणांक होता है।

$$48x = 4 \times 12 \times x$$

4  $12x$  का गुणांक है,  $x$  48 का गुणांक है।

### समीकरण (Equation)

यह संख्याओं या अंकों और बीजगणितीय प्रतीकों के बीच समानता का एक विवरण है।

$$12 = 6 \times 2, 13 + 5 = 18$$

$$2x + 9 = 5, y - 7 = 4y + 5$$

### सरल समीकरण (Simple equation)

बीजगणितीय प्रतीकों को पहली घात से जोड़ने वाले समीकरण सरल समीकरण होते हैं।

$$2x + 4 = 10, 4x + 12 = 14$$

## जोड़ना (Addition)

- $8a + 12b - a - 14b$   
 $= 8a - a + 12b - 14b$   
 $= 7a - 2b$
- $14a + 3a + 25b + 2b + b$   
 $= 17a + 28b$
- $(2a + 3b - c) + (4a - b - c) + (a - 8)$   
 $2a + 3b - c + 0$   
 $4a - b - c + 0$   
 $a + 0 + 0 - 8$   


---

 $7a + 2b - 2c - 8$
- जोड़ :**  $(3x + 3z) ; (5x - 4y); (9y - 3z)$   
 $3x + 0 + 3z$   
 $5x - 4y + 0$   
 $0 + 9y - 3z$   


---

 $8x + 5y$

## घटाव (Subtraction)

- $38xy - 15xy = 23xy$
- $-4xy$  में से  $3xy$  घटाएँ  
 $-4xy$   
 $+3xy$   


---

 $-1xy$
- $12x$  में से  $5x$  घटाएँ  
 $= 12x - (5x)$   
 $= 12x - 5x$   
 $= 7x$
- $7x$  में से  $18x$  घटाएँ  
 $= 7x - (18x)$   
 $= 7x - 18x$   
 $= -11x$
- $4y - 2x$  में से  $3x - 2y$  घटाएँ  
 $= (4y - 2x) - (3x - 2y)$   
 $= 4y - 2x - 3x + 2y$   
 $= 6y - 5x$

## जोड़ना और घटाना (Addition and subtraction)

समान प्रतीकों और घातों वाले पदों पर विचार करके बीजगणितीय प्रतीकों वाली मात्राएँ जोड़ी या घटाई जाती हैं।

## उदाहरण

- $10x + 14 - 7y^2 - 11a + 2x - 4 - 3y^2 - 4a + 8$   
 $= 10x + 2x - 7y^2 - 3y^2 - 11a - 4a + 14 - 4 + 8$   
 $= 12x - 10y^2 - 15a + 18$
- $2x = 10, 2x + 6 = 10 + 6$
- $y + 12 = 20, y + 12 - 8 = 20 - 8$
- $x + 10 = 12,$   
 $x + 10 - 10 = 12 - 10$
- $3x = 6, 2 \times 3x = 2 \times 6, 6x = 12$
- $5y = 20, \frac{5y}{5} = \frac{20}{5}$

किसी समीकरण की समानता को बदले बिना उसके दोनों पदों में एक ही संख्या जोड़ी या घटाई जा सकती है।

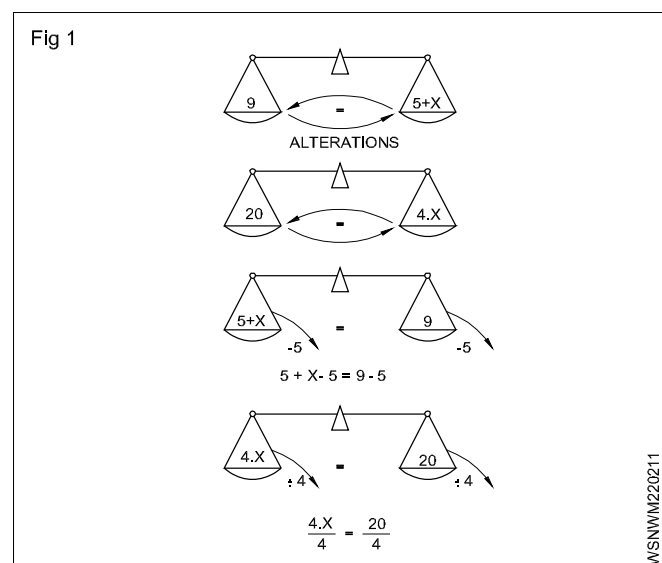
किसी समीकरण के प्रत्येक पद को उसकी समानता में बदलाव किए बिना एक ही संख्या या प्रतीक से गुणा या विभाजित किया जा सकता है।

किसी समीकरण के दोनों ओर से संख्याओं या प्रतीकों को जोड़ने या घटाने पर उसकी समानता में कोई परिवर्तन नहीं होता है। दोनों तरफ समान संख्याओं या प्रतीकों से गुणा और भाग करने से भी समानता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

## समीकरणों के पदों का स्थानांतरण (Transposition of the terms of the equations)

- = के बराबर
- + प्लस
- माइनस
- x गुणा
- ÷ भाग

## समानता की अवधारणा (Concept of equality) (Fig 1)



एक समीकरण की तुलना तराजू के एक जोड़े से की जा सकती है जो हमेशा संतुलन में रहता है। समीकरण के दोनों पक्षों को पूरी तरह से स्थानांतरित किया जा सकता है।  $9 = 5 + x$  को  $5 + x = 9$  के रूप में भी लिखा जा सकता है।

संतुलन बनाए रखने के लिए हमें हमेशा समीकरण के दोनों पक्षों पर समान ऑपरेशन करना चाहिए। दोनों ओर से समान मात्रा जोड़ें या घटाएं।  $5 + x = 9$  दोनों पक्षों में 3 जोड़ने पर समीकरण  $5 + x + 3 = 9 + 3$  या  $x + 8 = 12$  हो जाता है।

$$5 + x = 9 \text{ दोनों पक्षों से } 5 \text{ घटाएं तो } 5 + x - 5 = 9 - 5 \\ x = 4$$

5 को इसके चिन्ह को + से - में बदलकर बायीं ओर से दायीं ओर स्थानांतरित किया जाता है।

$$\frac{x}{4} = 20 \text{ दोनों तरफ } 4 \text{ से गुणा करें, फिर } \frac{x}{4} \times 4 = 20 \times 4$$

$$x = 80,$$

$$5x = 25$$

$$\text{फिर दोनों पक्षों को } 5 \text{ से विभाजित करें } \frac{5x}{5} = \frac{25}{5} \\ x = 5$$

## कार्यभार (Assignment)

### जोड़ें (ADD)

$$1 \quad 14f - 2f + 5f - 7f + 9f$$

$$2 \quad 3xy + 5xy - 2xy + 8xy - 4xy$$

$$3 \quad 17xy - 4xy + 13 - xy - 6$$

$$4 \quad 2a + a + 3a + 6a - 5b$$

$$5 \quad 8c + 5c + 3c + 2c$$

$$6 \quad 14d + 3d + 25e + 2e$$

$$7 \quad 5p + 3r - r - 2p$$

$$8 \quad 8t + 12u - t - 14u$$

$$9 \quad x - z + y + z$$

$$10 \quad 15a + 13a - 37a$$

$$11 \quad 17a - 4b - 7a + 3b$$

$$12 \quad 9c - 15e + 4c + 3e$$

$$13 \quad 13f + 40g - 16f + 7f + 2g - 17g$$

$$14 \quad 30x + 45y - 17x - 16y$$

$$15 \quad 8a + 3c - 6b - 5c + 4a + 8b$$

संख्याओं या अक्षर चिन्हों को एक तरफ से दूसरी तरफ स्थानांतरित करने पर गुणन भाग बन जाता है और भाग गुणन बन जाता है।

जब समीकरण के दोनों पक्षों को एक ही तरह से व्यवहार किया जाता है तो समीकरण की समानता अपरिवर्तित रहती है। जब एक तरफ से दूसरी तरफ स्थानांतरित किया जाता है, तो प्लस मात्रा माइनस मात्रा बन जाती है।

एक ऋणात्मक मात्रा एक धनात्मक मात्रा बन जाती है

गुणा भाग बन जाता है

एक भाग गुणन बन जाता है।

सरल समीकरणों को हल करने के लिए अज्ञात मात्रा को अलग करें जिसे समीकरण के बाईं ओर पाया जाना है।

### उदाहरण

• यदि  $4x = 3(35 - x)$  तो  $x$  के लिए हल करें

$$4x = 105 - 3x \text{ (ब्रैकेट हटा दिए गए)}$$

$$4x + 3x = 105 \text{ (-3x को दायीं ओर से बायीं ओर स्थानांतरित करके)}$$

$$7x = 105$$

$$x = 15 \text{ (दोनों पक्षों को } 7 \text{ से विभाजित करना)}$$

$$16 \quad 27i + 17k - 5l + 12i - 31k + 19l$$

$$17 \quad 230m + 472P - 320n - 75m + 180n - 141p$$

$$18 \quad 230m + 420s + 370y + 225m - 510y - 110s$$

$$19 \quad 45b + 25c + 18b + 40c$$

$$20 \quad 14d + 3d + 25e + 2e + e + d$$

$$21 \quad 15a - (4a + 3a - 5a)$$

$$22 \quad 5x + 3y - (2x - 5y)$$

$$23 \quad (x + 2y + 3z) + (4x - y + z)$$

$$24 \quad (2x + 5y) + (4x - 8z) + (15z - 6y) + (z - 2x)$$

$$25 \quad (-2x + 3y - 3z) + (-6y - 5x + z)$$

$$26 \quad (a - 3b + 4c) + (-7c - a + 4b)$$

$$27 \quad (2x + 5y) + (4x - 8z) + (15z - 2y)$$

### घटाएँ (Subtract)

$$1 \quad 38xy - 25xy$$

$$2 \quad 3a - 2b + 4c \text{ में से } 2a - 3b - c \text{ घटाएँ}$$

$$3 \quad 2a - 3(a - (a - b))$$

**जोड़ें और घटाएँ (Add and Subtract)**

1  $230a + 420b + 370c + 225a - 510c - 110b$

2  $15d - (4d + 3d - 5d)$

3  $8x + 3z - 6y - 5z + 4x + 8y$

**गुणा करें (Multiplication)**

1  $5yzx \times (-5ab)$

2  $3ax - 9b$

3  $2ab \times -7pq$

**भाग करें (Division)**

1  $\frac{10a}{2a}$

2  $-3ax \div 6x$

3  $15xy \div -5$

4  $-\frac{8ac}{2ac} = +16$

5  $\frac{-5mx - 6n - 7p}{-28mn}$

6  $\frac{5a+20}{7a+28}$

© NIMI  
NOT TO BE REPUBLISHED

## बीजगणित (Algebra) - सूचकांकों का सिद्धांत, बीजगणितीय सूत्र, संबंधित समस्याएं ( Theory of indices, Algebraic formula, related problems)

## पॉवर से संबंधित गणनाएँ

## पॉवर: अवधारणा

a.a.a... n गुना तक =  $a^n$  है

a आधार है, n घातांक है।

जब किसी संख्या, मान लीजिए 2 को स्वयं से 4 बार गुणा किया जाता है, तो हम इसे 24 (4 की घात दो) के रूप में लिखते हैं और यह  $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$  के बराबर होता है।

घातांक बताता है कि आधार संख्या को स्वयं से कितनी बार गुणा किया गया है।

धनात्मक आधार वाली पॉवर का धनात्मक परिणाम होता है।

ऋणात्मक आधार और सम घातांक वाली पॉवर का परिणाम धनात्मक होगा।

## संकेत

$$(+a)^n = a^n$$

$$(-a)^{2n} = a^{2n}$$

$$(2)^2 = 2 \times 2 = 4 \text{ and}$$

$$(-2)^2 = -2 \times -2 = +4 \text{ but}$$

$$(-2)^3 = -2 \times -2 \times -2 = -8$$

## घातों का जोड़ और घटाव (Addition and subtraction of powers)

समान आधार और घातांक वाली घातों को गुणांकों के जोड़ या घटाव द्वारा जोड़ा या घटाया जा सकता है।

$$x.a^n + y.a^n = a^n (x + y)$$

$$x.a^n - y.a^n = a^n (x - y)$$

$$\text{उदाहरण } 4x^2 + x^2 - 3x^2 = x^2 (4 + 1 - 3) = 2x^2$$

## गुणन (Multiplication)

समान आधारों वाली घातों को घातांकों के योग की घात तक बढ़ाए गए सामान्य आधार को शामिल करके गुणा किया जाता है।

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

$$2^3 \times 2^2 = 2^{3+2} = 2^5$$

$$(2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2) = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^5$$

$$8 \times 4 = 32$$

विभिन्न आधार संख्याओं के समान घातांक वाली घातों को सामान्य घातांक तक बढ़ाए गए आधार संख्याओं के गुणनफल को शामिल करके गुणा किया जाता है।

$$a^n \times b^n = (a \times b)^n$$

$$2^2 \times 3^2 = (2 \times 3)^2$$

$$2 \times 2 \times 3 \times 3 = 6 \times 6 = 36$$

## भाग (Division)

समान आधार वाली घातों को घातांक के बीच के अंतर तक बढ़ाए गए आधार को शामिल करके विभाजित किया जाता है।

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$\frac{2^3}{2^2} = 2^{3-2} = 2^1 = 2$$

$$\frac{2 \times 2 \times 2}{2 \times 2} = \frac{8}{4} = 2$$

समान घातांक वाली घातों को सामान्य घातांक द्वारा आधारों के भागफल को शामिल करके विभाजित किया जाता है।

$$\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$$

$$\frac{2^2}{3^2} = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{2 \times 2}{3 \times 3} = \frac{4}{9}$$

केवल समान घातों को ही जोड़ा या घटाया जा सकता है।

## उदाहरण

(घातांक 1 आमतौर पर नहीं लिखा जाता है।)

$$a^1 = a$$

$$2^1 = 2$$

$$2a^2 + 3a^2 = 5a^2$$

(0 की घात तक बढ़ाई गई कोई भी संख्या 1 होती है।)

$$a^0 = 1$$

$$2^0 = 1$$

एक नकारात्मक घात तक बढ़ाई गई संख्या उसके व्युत्क्रम से मेल खाती है, जिसमें घातांक का चिह्न + में बदल जाता है।

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$2^{-2} = \frac{1}{2^2}$$

घातांकों को गुणा करके घातों को शामिल किया जाता है।

$$(a^n)^m = a^{nm}$$

$$(2^2)^3 = 2^{2 \times 3} = 2^6$$

परिणाम को प्रभावित किये बिना पावर का स्थानांतरण किया जा सकता है।

$$(a^n)^m = (a^m)^n$$

$$(2^2)^3 = (2^3)^2$$

$$(2 \times 2) \times (2 \times 2) \times (2 \times 2) = (2 \times 2 \times 2) (2 \times 2 \times 2)$$

$$4 \times 4 \times 4 = 64$$

$$8 \times 8 = 64$$

किसी मिश्रित संख्या को घात तक बढ़ाकर पहले उसे अनुचित भिन्न में परिवर्तित किया जाता है और फिर परिणाम का मूल्यांकन किया जाता है।

$$\left(1\frac{3}{4}\right)^2 = \left(\frac{7}{4}\right)^2$$

$$\frac{7}{4} \times \frac{7}{4} = \frac{49}{16}$$

### सूचकांक (Indices)

- गुणन में सूचकांक जोड़े जाते हैं

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

- विभाजन में सूचकांक घटाए जाते हैं

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

- किसी सूचकांक के मामले में दोनों सूचकांकों को परस्पर गुणा किया जाता है

$$[a^m]^n = a^{m \cdot n}$$

- भिन्नात्मक सूचकांक किसी संख्या का मूल दर्शाता है

$$a^{1/m} = \sqrt[m]{a}$$

- किसी सूचकांक में ऋण चिह्न होने की स्थिति में, संख्या को अंश से हर में लेकर या इसके विपरीत चिह्न को बदला जा सकता है।

$$a^{-m} = \frac{1}{a^m}$$

और  $\frac{1}{a^{-m}} = a^m$

- यदि किसी सूचकांक में अंश और हर दोनों हैं तो इसका मतलब है कि संख्या में 'सूचकांक' के साथ-साथ 'मूल' भी है।

$$a^{m/n} = \sqrt[n]{a^m}$$

### बेसिक समस्याएं (Basic problem)

#### जोड़ना (Addition)

$$1 \quad 5x^2y + 3xy^2 + 8x^2y + 7xy^2$$

$$= 5x^2y + 8x^2y + 3xy^2 + 7xy^2$$

$$= 13x^2y + 10xy^2$$

$$2 \quad \text{Add } 5a^3, + 12b^3, - c^3, + a^3, - 4b^3, + 3$$

$$5a^3 + 12b^3 + (-c^3) + a^3 + (-4b^3) + 3$$

$$= 6a^3 + 8b^3 - c^3 + 3$$

#### घटाना (Subtract)

$$1 \quad 3x^2 + 2y^2 \text{ में से } 2x^2 - 3y^2 \text{ घटाएँ}$$

$$3x^2 + 2y^2$$

$$2x^2 - 3y^2$$

$$x^2 + 5y^2$$

#### गुणा करें (Multiplication)

$$1 \quad -4x^2 \times 8x^5 = -4 \times 8x^2 \times x^5$$

$$(-) (+) = -3^2 \times 7$$

$$2 \quad (3d^2 - 2d) 3d$$

$$= 9d^3 - 6d^2$$

$$3 \quad (5x + 3y) (5x - 3y)$$

$$= (5x)^2 - (3y)^2$$

$$= 5x \times 5x - 3y \times 3y$$

$$= 25x^2 - 9y^2$$

$$4 \quad 5x^2y \times 8x^5y^3$$

$$= 40x^7y^4$$

$$5 \quad (2a+b) (a+2b)$$

$$= 2a^2 + 4ab + ab + 2b^2$$

$$= 2a^2 + 2b^2 + 5ab$$

$$6 \quad 8a^3b^5c - 5 \times 3a^2b - 5c^5$$

$$= 24a^5$$

#### भाग करें (Division)

$$1 \quad \frac{12x^3y^2}{4x^2y} = 3xy$$

$$2 \quad \frac{15y^{15}}{15y^5} = y^{10}$$

$$3 \quad 9c^5d^3 \div c^2d^2$$

$$= 9c3d$$

$$4 \quad \frac{3a^2 \times 4a \times 5a^3}{6a^4 \times 10a}$$

$$= \frac{60a^6}{60a^5} = a$$

$$5 \quad \frac{-25a^{15} \div -5a^{-8}}{-25a^{15}}$$

$$= 5a^{15+8} = 5a^{23}$$

$$6 \quad 4x2y \div 2y$$

$$= \frac{4x^2y}{2y} = 2x^2$$

$$7 \quad 3x^2y^3 \div -6x^5y$$

$$= \frac{3x^2y^3}{-6x^5y} = -\frac{y^2}{2x^3}$$

$$8 \quad 3x^3y^2 \div xy$$

$$= \frac{3x^3y^2}{xy} = 3x^2y$$

$$9 \quad 45a^2b^2c \text{ को } 9a^2c \text{ से भाग दें}$$

$$= \frac{45a^2b^2c}{9a^2c}$$

$$= 5b^2$$

### बीजगणितीय सूत्र (Algebraic Formulae)

|    |                 |   |                                                   |
|----|-----------------|---|---------------------------------------------------|
| 1  | $(a + b)^2$     | = | $a^2 + b^2 + 2ab$                                 |
| 2  | $(a - b)^2$     | = | $a^2 + b^2 - 2ab$                                 |
| 3  | $(a + b)^2$     | = | $(a - b)^2 + 4ab$                                 |
| 4  | $(a - b)^2$     | = | $(a + b)^2 - 4ab$ ; $(a + b)^2 - (a - b)^2 = 4ab$ |
| 5  | $a^2 + b^2$     | = | $(a + b)^2 - 2ab = (a - b)^2 + 2ab$               |
| 6  | $a^2 - b^2$     | = | $(a + b)(a - b)$                                  |
| 7  | $a^3 + b^3$     | = | $(a + b)(a^2 + b^2 - ab)$                         |
| 8  | $a^3 - b^3$     | = | $(a - b)(a^2 + b^2 + ab)$                         |
| 9  | $(a + b)^3$     | = | $a^3 + b^3 + 3ab(a + b)$                          |
| 10 | $(a - b)^3$     | = | $a^3 - b^3 - 3ab(a - b)$                          |
| 11 | $(a + b + c)^2$ | = | $a^2 + b^2 + c^2 + 2(ab + bc + ca)$               |
| 12 | $a^4 - b^4$     | = | $(a^2 + b^2)(a + b)(a - b)$                       |

### उदाहरण

1 यदि  $x + y = 9$  और  $xy = 20$  है

ज्ञात करें i)  $x^2 + y^2$  ii)  $x - y$  iii)  $x^2 - y^2$   
iv)  $x^3 + y^3$  v)  $x^3 - y^3$  vi)  $x$  और  $y$

$$i \quad (a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$$

$$(x + y)^2 = x^2 + y^2 + 2xy$$

$$(9)^2 = x^2 + y^2 + 2(20)$$

$$81 = x^2 + y^2 + 40$$

$$x^2 + y^2 = 81 - 40$$

$$x^2 + y^2 = 41$$

$$ii \quad (a - b)^2 = (a + b)^2 - 4ab$$

$$(x - y)^2 = (x + y)^2 - 4xy$$

$$= (9)^2 - 4(20)$$

$$= 81 - 80$$

$$= 1$$

$$x - y = \sqrt{1} = 1$$

$$iii \quad a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$$

$$x^2 - y^2 = (x + y)(x - y)$$

$$= 9 \times 1$$

$$x^2 - y^2 = 9$$

$$iv \quad a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 + b^2 - ab)$$

$$x^3 + y^3 = (x + y)(x^2 + y^2 - xy)$$

$$= 9(41 - 20)$$

$$= 9 \times 21$$

$$x^3 + y^3 = 189$$

$$v \quad a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + b^2 + ab)$$

$$x^3 - y^3 = (x - y)(x^2 + y^2 + xy)$$

$$= 1(41 + 20)$$

$$= 1 \times 61$$

$$= 61$$

$$x^3 - y^3 = 61$$

$$vi \quad x + y = 9$$

$$x - y = 1$$

$$-----$$

$$2x = 10$$

$$-----$$

$$x = \frac{10}{2} = 5$$

If  $x = 5$ ,  $5 + y = 9$

$$y = 9 - 5 = 4$$

**$x = 5$ ;  $y = 4$**

2 हल करें  $(x + 5)^2 - (x - 5)^2$

यदि  $x + 5 = a$  और  $x - 5 = b$

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$$

$$(x + 5)^2 - (x - 5)^2 = [(x + 5) + (x - 5)][(x + 5) - (x - 5)]$$

$$= (x + 5 + x - 5)(x + 5 - x + 5)$$

$$= (2x)(10)$$

$$= 20x$$

3 यदि  $(x - y) = 4$  और  $xy = 12$ , तो  $(x^2 + y^2)$  का मान ज्ञात करें

$$(x - y)^2 = x^2 + y^2 - 2xy$$

$$(4)^2 = x^2 + y^2 - 2 \times 12$$

$$16 = x^2 + y^2 - 24$$

$$x^2 + y^2 - 24 = 16$$

$$x^2 + y^2 = 16 + 24$$

$$x^2 + y^2 = 40$$

4 यदि  $x - y = 7$  और  $xy = 60$  है तो  $x^4 + y^4$  का मान ज्ञात करें

$$(x - y)^2 = x^2 + y^2 - 2xy = 7^2$$

$$x^2 + y^2 - 2 \times 60 = 49$$

$$x^2 + y^2 = 169$$

$$(x^2 + y^2)^2 = (169)^2 \text{ (दोनों तरफ स्क्वायर लगाने पर)}$$

$$x^4 + y^4 + 2x^2y^2 = (169)^2$$

$$x^4 + y^4 + 2(xy)^2 = 28561$$

$$x^4 + y^4 + 2(60)^2 = 28561$$

$$x^4 + y^4 + 2(3600) = 28561$$

$$x^4 + y^4 + 7200 = 28561$$

$$x^4 + y^4 = 28561 - 7200$$

$$x^4 + y^4 = 21361$$

5  $x + y = \sqrt{5}$ ;  $x - y = \sqrt{3}$ ,  $8xy(x^2 + y^2)$  का मान ज्ञात करें

$$x + y = \sqrt{5}; x - y = \sqrt{3} \text{ (दोनों तरफ स्क्वायर लगाने पर)}$$

$$(x + y)^2 = 5; (x - y)^2 = 3$$

समीकरणों को हल करें

$$(x + y)^2 = x^2 + y^2 + 2xy = 5$$

$$(x - y)^2 = x^2 + y^2 - 2xy = 3$$

$$2(x^2 + y^2) = 8$$

$$(x^2 + y^2) = \frac{8}{2} = 4$$

$$= x^2 + y^2 + 2xy = 5$$

$$= x^2 + y^2 - 2xy = 3$$

$$(-) \quad (-) \quad (+) \quad (-)$$

$$4xy = 2$$

$$xy = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$8xy(x^2 + y^2) = 8 \times \frac{1}{2} \times 4$$

$$= 4 \times 4 = 16$$

6 यदि  $(a - \frac{1}{a}) = 6$  है तो  $a^2 + \frac{1}{a^2}$  का मान ज्ञात कीजिए

$$\left(a - \frac{1}{a}\right) = 6$$

$$\left(a - \frac{1}{a}\right)^2 = 6^2 \text{ (दोनों तरफ वर्ग करें)}$$

$$a^2 + \left(\frac{1}{a}\right)^2 - 2\left(a\right)\left(\frac{1}{a}\right) = 36$$

$$a^2 + \frac{1}{a^2} - 2 = 36$$

$$a^2 + \frac{1}{a^2} = 36 + 2$$

$$a^2 + \frac{1}{a^2} = 38$$

7 यदि  $x - \frac{1}{x} = 2$  है तो,  $\frac{1}{x^3}$  का मान ज्ञात करें

$$(a - b)^3 = a^3 - b^3 - 3ab(a - b)$$

$$2^3$$

$$\left(x - \frac{1}{x}\right)^3 = x^3 - \frac{1}{x^3} - 3\left(x\right)\left(\frac{1}{x}\right) \cdot \left(x - \frac{1}{x}\right)$$

$$= x^3 - \frac{1}{x^3} - 3\left(x - \frac{1}{x}\right)$$

$$= x^3 - \frac{1}{x^3} - 3\left(x - \frac{1}{x}\right)$$

$$8$$

$$= x^3 - \frac{1}{x^3} - 3(2)$$

$$8$$

$$= x^3 - \frac{1}{x^3} - 6$$

$$8+6$$

$$= x^3 - \frac{1}{x^3} = 14$$

$$14$$

$$= x^3 - \frac{1}{x^3} = 14$$

$$x^3 - \frac{1}{x^3} = 14$$

8 यदि  $x - \frac{1}{x} = 4$  है तो  $x^4 + \frac{1}{x^4}$  का मान ज्ञात कीजिये

$$x - \frac{1}{x} = 4 \text{ (दोनों तरफ वर्ग करने पर)}$$

$$\left(x - \frac{1}{x}\right)^2 = 4^2[(a - b)^2 = a^2 + b^2 - 2ab]$$

$$x^2 + \frac{1}{x^2} - 2x \times \frac{1}{x} = 4^2$$

$$x^2 + \frac{1}{x^2} - 2 = 16$$

$$x^2 + \frac{1}{x^2} = 16 + 2$$

$$x^2 + \frac{1}{x^2} = 18$$

$$\left(x^2 - \frac{1}{x^2}\right)^2 = (18)^2 \text{ (दोनों तरफ वर्ग करने पर)}$$

$$(x^2)^2 + \left(-\frac{1}{x^2}\right)^2 + 2x^2 \times -\frac{1}{x^2} = 324$$

$$x^4 + \frac{1}{x^4} + 2 = 324$$

$$x^4 + \frac{1}{x^4} = 324 - 2$$

$$x^4 + \frac{1}{x^4} = 322$$

## असाइनमेंट (Assignment)

### जोड़ें (Add)

$$1 \quad (5x^2 - 3y^2 + z) + (-x^2 + 2y^2 - 4z)$$

$$2 \quad 7a^2 - 5a^2 + a^2 + 3a^2$$

$$3 \quad 3m^2n - 2m^2n + 4m^2n - m^2n + 7m^2n$$

$$4 \quad 18 + 13x^2 - 13 + 2x^2 - 15x^2$$

$$5 \quad 6l^2m + 3lm^2 - 2l^2m - 17lm^2 + 1$$

$$6 \quad 3a^2b - 2ab - 2a^2b - 3ab - 2a^2b + ab$$

### घटाएं (Subtract)

$$1 \quad 3a^2 + 2b^2 \text{ में से } 2a^2 - 3b^2 \text{ घटाएं}$$

$$2 \quad 3x^2 - 4xy + 7y^2 - 5 \text{ में से } -2y^2 + 3xy - 5 \text{ घटाएं}$$

$$3 \quad 4y^2 - 2x + 8x^2 \text{ में से } 3x - 4x^2 + 2y^2 \text{ घटाएं}$$

### जोड़ें और घटाएं (Add and Subtract)

$$1 \quad 48m^2 + 24m^2n + 12m^2 - 6m^2 - 12m^2n$$

$$2 \quad 3x^2y - 2xy - 2x^2y - 3xy - 2x^2y + xy$$

$$3 \quad 10x + 14 - 7y^2 - 11a + 2x - 4 - 3y^2 - 4a + 8$$

### गुणा करें (Multiplication)

$$1 \quad 7pq^2 \times 5r$$

$$2 \quad (4x^2 + 3y^2) \times (-2z)$$

$$3 \quad -7p \times 4q^2$$

$$4 \quad p^2q^3 \times 3p^3q^2$$

$$5 \quad (3b^2 - 2b)3b^2$$

$$6 \quad 5y \times 2y^3y^2$$

$$7 \quad ab - 1 \times ba - 1$$

### भाग करें (Division)

$$1 \quad 4a^8 \div 2a^3$$

$$2 \quad -15a^8 \div 3a^5$$

$$3 \quad \frac{8a^4}{12a^{-7}}$$

$$4 \quad \frac{3p^2 \times 4p \times 5p^3 \times p}{6p^4 \times 10p}$$

$$5 \quad \frac{25m^2n}{5m^3n^2}$$

## प्रत्यास्थता (Elasticity) - प्रत्यास्थ, प्लास्टिक सामग्री, प्रतिबल, विकृति और उनकी इकाइयाँ और यंग का मापांक (Elastic, plastic materials, stress, strain and their units and young's modulus)

### प्रत्यास्थ सामग्री (Elastic material)

प्रत्यास्थ सामग्रियाँ वे सामग्रियाँ हैं जिनमें किसी विकृत या विरूपित करने वाला प्रभाव या बल का विरोध करने की क्षमता होती है, और फिर उसी बल को हटा दिए जाने पर वे अपने मूल आकार और आकृति में वापस आ जाते हैं।

बीम, प्लेट और शीट जैसी संरचनाओं के डिजाइन और विश्लेषण में रैखिक प्रत्यास्थता का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

प्रत्यास्थ सामग्री समाज के लिए बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि उनमें से कई का उपयोग कपड़े, टायर, ऑटोमोटिव स्पेयर पार्ट्स आदि बनाने के लिए किया जाता है।

### प्रत्यास्थ सामग्री के लक्षण (Characteristics of elastic materials)

जब एक प्रत्यास्थ सामग्री को बाहरी बल के साथ विरूपित किया जाता है, तो यह विरूपण के लिए एक आंतरिक प्रतिरोध का अनुभव करता है और यदि बाहरी बल लागू नहीं होता है तो इसे अपनी मूल स्थिति में पहले जैसा कर देता है।

एक निश्चित सीमा तक, अधिकांश ठोस पदार्थ प्रत्यास्थ व्यवहार प्रदर्शित करते हैं, लेकिन इस प्रत्यास्थ पुनर्प्राप्ति के भीतर बल के परिमाण और उसके साथ होने वाले विरूपण की एक सीमा होती है।

किसी पदार्थ को प्रत्यास्थ तब माना जाता है जब उसे उसकी मूल लंबाई से 3 गुना तक खींचा जा सके।

इस कारण से एक प्रत्यास्थ सीमा होती है, जो एक ठोस पदार्थ के प्रति इकाई क्षेत्र में सबसे बड़ा बल या तनाव है जो स्थायी विरूपण का सामना कर सकता है।

इन सामग्रियों के लिए, प्रत्यास्थ सीमा उनके प्रत्यास्थ व्यवहार के अंत और उनके प्लास्टिक व्यवहार की शुरुआत को चिह्नित करती है। कमजोर सामग्रियों के लिए, इसकी प्रत्यास्थ सीमा पर प्रतिबल या विकृति के परिणाम स्वरूप इसका फ्रेक्चर होता है।

प्रत्यास्थता की सीमा ठोस पदार्थ के प्रकार पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, एक धातु की छड़ को उसकी मूल लंबाई के 1% तक प्रत्यास्थता से बढ़ाया जा सकता है।

हालाँकि, कुछ गोंद जैसी सामग्रियों के टुकड़े 10 गुना तक विस्तार से गुजर सकते हैं। अधिकांश ठोस इन्टेन्शन के प्रत्यास्थ गुण इन दो चरम सीमाओं के बीच आते हैं।

शायद आपकी रुचि हो सकती है कि इलास्टोलिक सामग्री का संश्लेषण कैसे करें?

### प्रत्यास्थ सामग्री के उदाहरण (Examples of elastic materials)

- 1 प्राकृतिक गोंद
- 2 स्पैन्डेक्स या लाइक्रा
- 3 ब्यूटाइल रबर (GDP)
- 4 फ्लोरोइलास्टोमर
- 5 इलास्टोमर्स
- 6 एथिलीन-प्रोपलीन रबर (EPR)
- 7 रेसिलिन
- 8 स्टाइरीन-ब्यूटाडीन रबर (SBR)
- 9 क्लोरोप्रीन
- 10 इलास्टिन
- 11 रबर एपिक्लोरोहाइड्रिन
- 12 नायलॉन
- 13 टेरेपीन
- 14 आइसोप्रीन रबर
- 15 पोलिब्यूटाडाइन
- 16 नाइट्राइल रबर
- 17 विनाइल स्ट्रेच
- 18 थर्मोप्लास्टिक इलास्टोमर
- 19 सिलिकॉन रबर
- 20 एथिलीन-प्रोपलीन-डाइन रबर (EPDM)
- 21 एथिल विनाइलसेटेट (EVA या झागदार गोंद)
- 22 हैलोजेनेटेड ब्यूटाइल रबर (CIIR, BIIR)
- 23 नियोप्रिन

### प्लास्टिक सामग्री (Plastic Material)

#### प्लास्टिक सामग्री का वर्गीकरण (Plastic Material Classification)

“प्लास्टिक सामग्री” एक शब्द है जो पॉलिमर के एक बड़े वर्ग को संदर्भित करता है, जो विभिन्न समूहों और उप-समूहों में विभाजित है। प्लास्टिक के उपयोग और उसके बाद पुनर्चक्रण पर अध्याय शुरू करने से पहले, आइए हम इन थर्मोसेटिंग रेजिन या थर्मो-प्लास्टिक (दो बड़े समूह जिनमें हम इलास्टोमर्स को शामिल करते हैं) का एक सामान्य वर्गीकरण स्थापित

करें, जिसमें उनके गुणों, उनके मेकअप, उनके पहलू का विवरण दिया गया है। , और उनके अंतिम उपयोग, यह समझाते हुए कि कौन से पुनर्चक्रण योग्य हैं।

### थर्मोप्लास्टिक्स (Thermoplastics)

याद रखें कि थर्मोप्लास्टिक एक ऐसी सामग्री है जिसकी संरचना और चिपचिपाहट को गर्म या ठंडा करके दोनों तरीकों से संशोधित किया जा सकता है। सामग्रियों के इस बड़े परिवार का उपयोग आमतौर पर कई उद्योगों द्वारा किया जाता है और इसे आसानी से फ्रांस के रीसाइक्लिंग चक्रों में एकीकृत किया जाता है।

निम्नलिखित पॉलिमर प्लास्टिक सामग्री के कुछ उदाहरण हैं:

- 1 पॉलीओलेफ़िन
- 2 विनाइल पॉलिमर
- 3 पॉलीस्टाइरीन
- 4 एक्रिलेट और मेथैक्रिमेट पॉलिमर
- 5 पॉलियामाइड
- 6 पॉलीकार्बोनेट
- 7 सेल्युलाइड
- 8 लीनियर पॉलिएस्टर
- 9 पॉलीफ्लूओरेथेन
- 10 पॉलीएसेटल
- 11 पॉलीसल्फ़ोन
- 12 पॉलीफेनिलीन सल्फाइड
- 13 संशोधित पॉलीफेनिलीन ऑक्साइड (PPO)

### थर्मोसेटिंग प्लास्टिक (Thermosetting plastic)

थर्मोसेटिंग प्लास्टिक एक यौगिक है, जो संघनन पोलिमेराइजेशन और/या कार्यान्वयन के दौरान, उत्प्रेरक या तापमान वृद्धि के संपर्क में आने पर अपरिवर्तनीय रूप से ठीक हो जाता है। निर्मित प्लास्टिक वस्तु की संरचना, आकार या दृढ़ता को दोबारा संशोधित नहीं किया जा सकता है, और सामग्री को शायद ही कभी पुनर्नवीनीकरण किया जाता है।

इस प्रकार के प्लास्टिक में निम्नलिखित प्रकार के यौगिक शामिल होते हैं:

- 1 असंतृप्त पॉलिस्टर
- 2 फिनोल फॉर्मेलिहाइड रेजिन
- 3 मेलामाइन रेजिन
- 4 पॉलीएपॉक्साइड्स
- 5 पॉलीमाइड
- 6 पॉलीयुरेथेन

### 7 पॉलीऑर्गनोसिलोक्सेन

आमतौर पर किसी भी उद्योग में उपयोग की जाने वाली सामग्री प्रकृति में प्रत्यास्थ होती है। इसलिए यदि किसी सामग्री पर बाहरी भार डाला जाता है, तो उसमें विरूपण हो जाता है। विरूपण प्रक्रिया के दौरान सामग्री विरूपण के विरुद्ध प्रतिरोध प्रदान करेगी। यदि सामग्री बाहरी भार के प्रति पूर्ण प्रतिरोध करने में विफल रहती है, तो विरूपण तब तक जारी रहता है जब तक कि टूट न जाए। इसलिए डिजाइनिंग और निर्माण के लिए सामग्रियों और उनके गुणों के बारे में पर्याप्त ज्ञान होना महत्वपूर्ण है।

### बल (Force)

बल को एक बाहरी स्रोत के रूप में परिभाषित किया गया है जो किसी वस्तु की विरामावस्था या एकसमान गति को बदलता है या बदलने की प्रवृत्ति रखता है। दूसरे शब्दों में, प्रत्येक व्यक्ति अपनी विराम अवस्था या एक समान गति को तब तक बनाए रखता है जब तक कि उसे किसी बाहरी स्रोत द्वारा उस अवस्था को बदलने के लिए मजबूर न किया जाए। उस बाह्य स्रोत को बल कहते हैं। इसमें परिमाण और दिशा दोनों हैं। अतः यह एक सदिश राशि है। SI प्रणाली में इसकी इकाई न्यूटन है।

Unit in MKS - kgf

1 kgf = 9.81 Newton

बल को वस्तु के द्रव्यमान और त्वरण के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया गया है।

बल = द्रव्यमान x त्वरण

$$F = m \times a$$

$$= \text{Kg} \times \text{m/sec}^2$$

$$= 1 \text{ Newton}$$

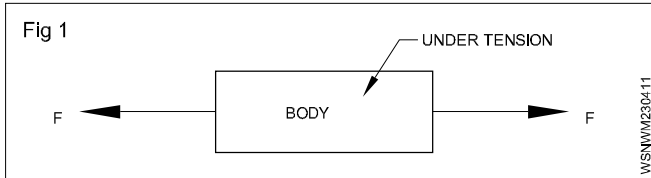
### बल के कारण (Causes of force)

- गति में परिवर्तन
- दिशा में परिवर्तन
- आकार में परिवर्तन
- आयाम में परिवर्तन
- स्थिति में परिवर्तन (एकसमान गति से विराम अवस्था में और इसके विपरीत)

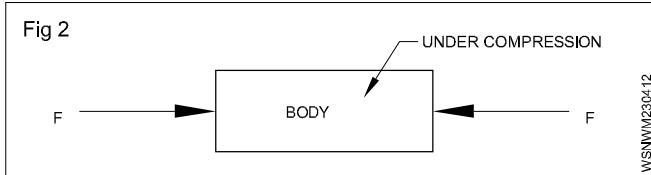
### बलों के प्रकार (Types of forces)

- तन्यता बल
- संपीड़न बल
- अपरूपण बल

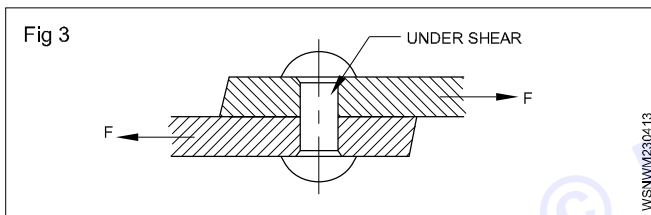
**तन्यता बल (Tensile force):** जब दो समान और विपरीत बल एक पिंड पर कार्य करते हैं और उनकी क्रिया की दिशा समान होती है, और यदि वे पिंड की लंबाई बढ़ाने की प्रवृत्ति रखते हैं, तो लगाए गए बल को तन्यता बल कहा जाता है। (Fig 1)



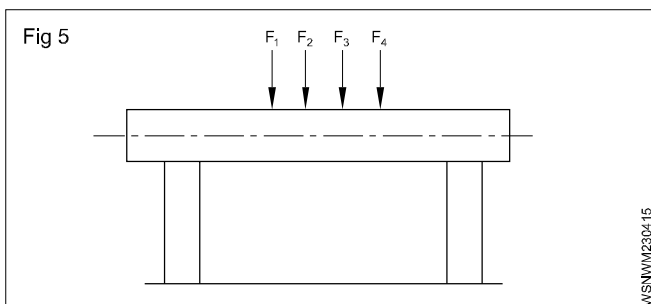
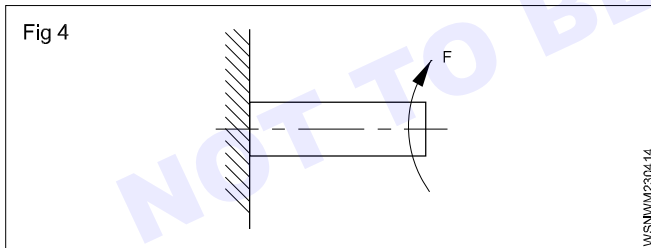
**संपीड़न बल (Compressive force):** जब दो समान और विपरीत बल एक ही क्रिया रेखा वाले पिंड पर कार्य करते हैं और यदि वे पिंड को संपीड़ित करते हैं और पिंड की लंबाई को कम करने का प्रयास करते हैं, तो लगाए गए बलों को संपीड़न बल कहा जाता है। (Fig 2)



**अपरूपण बल (Shear force):** जब दो समान और विपरीत बल, जिनकी क्रिया की अलग-अलग रेखाएं होती हैं, एक पिंड पर इस प्रकार कार्य करते हैं कि पिंड का एक खंड दूसरे खंड पर फिसलने लगता है जिसके परिणामस्वरूप अपरूपण क्रिया होती है तो उन बलों को अपरूपण बल कहा जाता है। (Fig 3)



**बलों का प्रत्यक्ष प्रभाव (Direct effect of forces):** किसी पिंड पर कार्य करने वाले बल सामग्री में कारण पैदा कर सकते हैं। (Fig 4 & 5)



- तनाव (Tension)
- संपीड़न (Compression)
- कर्तन प्रभाव (Shearing effect)
- मरोड़ प्रभाव (Twisting effect)

- झुकने का प्रभाव (Bending effect)

**बल को मुख्य रूप से तन्यता बल, संपीड़न बल और अपरूपण बल के रूप में वर्गीकृत किया गया है।**

### प्रतिबल (Stress)

प्रति इकाई क्षेत्रफल में बाहरी भार के विपरीत आंतरिक बल को प्रतिबल के रूप में जाना जाता है। प्रतिबल की इकाई अप्लाई किए गए बल और सामग्री के वास्तविक क्रॉस-सेक्शन के क्षेत्रफल पर निर्भर करती है।

$$\text{Stress} = \frac{\text{Forced applied}}{\text{Area of original cross section}}$$

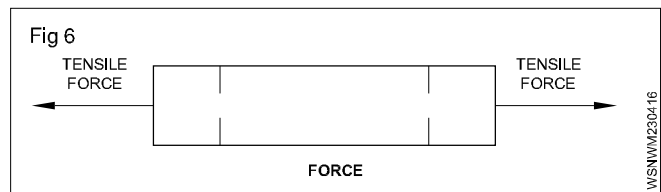
$$= \frac{\text{Load (or) Force}}{\text{Area}} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ or } \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$\text{shear Stress} = \frac{F}{A} \left( \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \text{ or } \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

### प्रतिबल के प्रकार (Types of Stress)

- 1 तन्यता प्रतिबल (Tensile stress)
- 2 संपीड़न प्रतिबल (Compressive stress)
- 3 कर्तन प्रतिबल (Shear stress)
- 4 मरोड़ प्रतिबल (Torsional Stress)

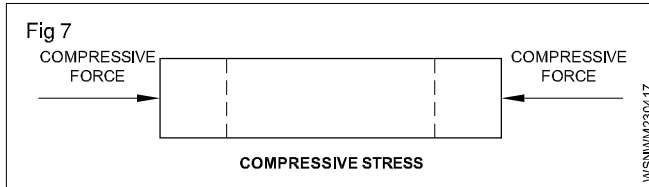
**1 तन्यता प्रतिबल (Tensile stress):** जब किसी सामग्री को दो समान और विपरीत अक्षीय खिंचाव के अधीन किया जाता है, तो सामग्री की लंबाई बढ़ जाती है। लंबाई में इस वृद्धि के विरुद्ध प्रस्तुत प्रतिरोध को तन्यता प्रतिबल कहा जाता है। संबंधित विकृति को तन्यता विकृति कहा जाता है। (Fig 6)



**जैसे:**

- 1 जब ब्रेक लगाया जाता है तो ब्रेक रॉड तन्यता प्रतिबल में होती है।
- 2 बोल्ट या नट कसने के दौरान
- 3 बेल्ट ड्राइविंग मोटर।
- 4 क्रेन की रस्सी (जब रस्सी खींच रही हो)

**2 संपीड़न प्रतिबल (Compressive stress):** जब किसी सामग्री को दो समान और विपरीत अक्षीय दबाव के अधीन किया जाता है, तो सामग्री की लंबाई कम हो जाती है। लंबाई में कमी के विरुद्ध प्रस्तुत प्रतिरोध को संपीड़न प्रतिबल कहा जाता है। संबंधित विकृति को संपीड़न विकृति कहा जाता है। (Fig 7)



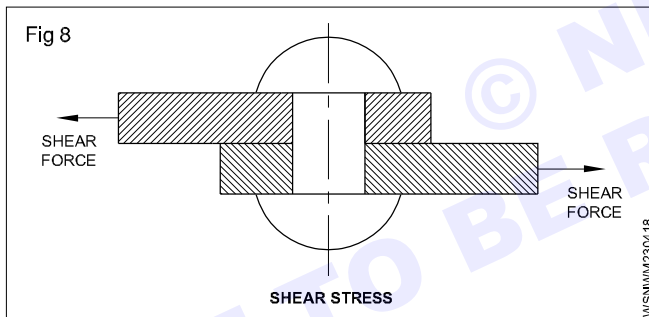
$$\text{Compression stress} = \frac{\text{Axial push}}{\text{Area of cross section}}$$

$$\text{Compression stress} = \frac{\text{Decrease in length}}{\text{original length}}$$

जैसे:

- 1 पावर स्ट्रोक के पहले भाग पर कनेक्टिंग रॉड पर संपीड़न प्रतिबल
- 2 वाल्व खोलने के दौरान पुश रॉड पर संपीड़न प्रतिबल
- 3 क्लच लगे होने पर क्लच लाइनिंग

**3 कर्तन प्रतिबल (Shear stress):** जब किसी सामग्री को प्रतिरोधी खंड पर स्पर्शरिखीय रूप से कार्य करने वाले दो समान और विपरीत बलों के अधीन किया जाता है, तो बॉडी क्रॉस सेक्शन से अलग हो जाता है। इसमें शामिल प्रतिबल को कर्तन प्रतिबल कहा जाता है। इसे  $\tau$  द्वारा दर्शाया जाता है। संबंधित विकृति को कर्तन विकृति कहा जाता है। (Fig 8)



$$\text{shear Stress} = \frac{F}{A} \left( \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \text{ or } \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

जैसे-

- 1 रिवेट्स
- 2 गजन पिन
- 3 स्प्रिंग शैकल पिन
- 4 ब्रेक रॉड रिवेट्स
- 5 चेसिस रिवेट्स
- 6 फ्लाई व्हील होल्डिंग बोल्ट
- 7 स्वीवल पिन
- 8 गियर बॉक्स शाफ्ट

9 एक्सल शाफ्ट

**4 मरोड़ प्रतिबल (Torsional stress):** जब एक शाफ्ट समानांतर प्लेनों में कार्य करने वाले दो समान और विपरीत युग्म क्रिया के अधीन होता है, तो शाफ्ट को मरोड़ में कहा जाता है। मरोड़ द्वारा स्थापित प्रतिबल को मरोड़ कर्तन प्रतिबल के रूप में जाना जाता है।

जैसे.

- 1 रियर एक्सल
- 2 क्रैंक शाफ्ट
- 3 कॉइल स्प्रिंग्स
- 4 प्रोपेलर शाफ्ट
- 5 स्टार्टर मोटर आर्मेचर शाफ्ट

उदाहरण

**1 3 mm व्यास वाला एक स्टील का तार 50 kg वजन के साथ तनाव में लोड किया गया है। विकसित प्रतिबल का पता लगाएं।**

स्टील के तार का व्यास = 3 mm

त्रिज्या = 1.5 mm

वजन = 50 kg

$$\text{shear Stress} = \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}}$$

वृत्ताकार तार का क्षेत्रफल (A) =  $\pi r^2 \text{ unit}^2$

$$= \frac{22}{7} \times 1.5 \times 1.5$$

$$\frac{49.5}{7} = 7.07 \text{ mm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{50}{7.07}$$

$$= 7.072 \text{ Kg / mm}^2$$

**2 5 mm व्यास के धातु के तार पर 500 N का बल लगाया जाता है। तनाव का पता लगाएं।**

तार का व्यास = 5 mm

त्रिज्या = 2.5 mm

बल = 500 न्यूटन

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}}$$

वृत्ताकार तार (A) का क्षेत्रफल =  $\pi r^2 \text{ Unit}^2$

$$= \frac{22}{7} \times 2.5 \times 2.5$$

$$\frac{137.5}{7} = 19.64 \text{ mm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{500}{19.64}$$

- 3 200 mm बाहरी व्यास और 100 mm आंतरिक व्यास के खोखला ढलवा लोहा सिलेंडर पर 600 kg का भार रखा गया है। बेलन पर प्रतिबल ज्ञात कीजिए।

खाली सिलिंडर

$$\text{बाहरी व्यास (D)} = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{बाहरी त्रिज्या (R)} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{आंतरिक व्यास (d)} = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{आंतरिक त्रिज्या (r)} = 5 \text{ cm}$$

$$\text{वजन} = 600 \text{ kg}$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}}$$

$$\text{Area} = \pi (R + r) (R - r)$$

$$= \frac{22}{7} \times (10+5) \times (10-5)$$

$$= \frac{22}{7} \times 15 \times 5$$

$$= \frac{1650}{7} = 237.7 \text{ cm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{600}{237.7} \text{ kg/cm}^2$$

$$= 2.546 \text{ kg/cm}^2$$

- 4 6720 किलोग्राम भार सहने के लिए MS बार के न्यूनतम क्रॉस सेक्शन क्षेत्रफल की गणना करें। सामग्री का अधिकतम प्रतिबल 698.2 किग्रा/सेमी<sup>2</sup> लें।

$$\text{वजन} = 6720 \text{ kg}$$

$$\text{अधिकतम प्रतिबल} = 698.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}}$$

$$\text{Area (A)} = \frac{6720}{698.2}$$

$$= 9.625 \text{ cm}^2$$

व्यास की गणना करना

$$\text{Area} = \frac{\pi d^2}{4} \text{ unit}^2$$

$$d^2 = 4 \times 9.625 \times \frac{7}{22}$$

$$= \frac{134.75}{11}$$

$$d^2 = 12.25$$

$$d = 3.5 \text{ cm}$$

- 5 3 मीटर लम्बाई और 5 mm व्यास की एक छड़ से लटकता हुआ 300 kg का भार इसे 4 mm तक बढ़ा देता है। सामग्री में तनाव और उसके कारण होने वाले तनाव का पता लगाएं।

$$\text{छड़ की लम्बाई} = 3 \text{ m} = 3000 \text{ mm}$$

$$\text{बढ़ी हुई लम्बाई} = 4 \text{ mm}$$

$$\text{व्यास} = 5 \text{ mm};$$

$$\text{त्रिज्या} = 2.5 \text{ mm}$$

$$\text{वजन} = 300 \text{ किग्रा}$$

$$\text{Strain} = \frac{\text{Change in length}}{\text{Original length}}$$

$$= \frac{4}{3000} = 0.00133$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}}$$

$$\text{Area of circular rod (A)} = \pi r^2 \text{ unit}^2$$

$$= \frac{22}{7} \times 2.5 \times 2.5$$

$$= 19.643 \text{ mm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{300}{19.643}$$

$$= 15.273 \text{ kg/mm}^2$$

- 6 यदि स्वीकार्य अपरूपण प्रतिबल (allowable shear stress) 50 N/mm<sup>2</sup> है, तो 1 mm मोटी प्लेट में 10 mm व्यास के छिद्र को छेदने के लिए आवश्यक बल ज्ञात करें।

$$\text{प्लेट की मोटाई} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{पंच का व्यास} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{अपरूपण प्रतिबल} = 50 \text{ न्यूटन/मिमी}^2$$

$$\text{बल} = \text{अपरूपण प्रतिबल} \times \text{क्षेत्र}$$

$$\text{अपरूपण क्षेत्र} = \text{परिधि} \times \text{मोटाई}$$

$$= \pi dt$$

$$= \frac{22}{7} \times 10 \times 1$$

$$= \frac{220}{7} = 31.43$$

$$\text{बल} = 50 \times 31.43$$

$$= 1571.5 \text{ Newtons}$$

- 7 5 mm मोटाई की प्लेट में 30 mm व्यास का एक छेद किया जाता है। यदि कर्तन प्रतिबल  $400 \text{ kg/cm}^2$  है तो छेद को छेदने के लिए आवश्यक बल ज्ञात करें।

$$\begin{aligned}\text{प्लेट की मोटाई} &= 5 \text{ mm} = 0.5 \text{ cm} \\ \text{पंच का व्यास} &= 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm} \\ \text{कर्तन प्रतिबल} &= 400 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{बल} &= \text{कर्तन प्रतिबल} \times \text{क्षेत्रफल} \\ \text{कर्तन क्षेत्रफल} &= \text{परिधि} \times \text{मोटाई} \\ &= \pi dt \\ &= \frac{22}{7} \times 3 \times 0.5 \\ &= \frac{33}{7} = 4.71 \text{ mm}^2 \\ \text{आवश्यक बल} &= 400 \times 4.71 \\ &= 1885.71 \text{ Kg}\end{aligned}$$

- 8 30 mm व्यास की एक छड़ को काटने के लिए कितने बल की आवश्यकता होगी? यदि सामग्री का अंतिम शीर तनाव  $35 \text{ kg/mm}^2$  है।

$$\begin{aligned}\text{छड़ का व्यास} &= 30 \text{ mm} \\ \text{कर्तन प्रतिबल} &= 35 \text{ kg/mm}^2 \\ \text{Stress} &= \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}} \\ 35 &= \frac{F}{\pi \times 15 \times 15} \\ F &= 35 \times \pi \times 15 \times 15 \text{ kg} \\ \text{आवश्यक बल} &= 24750 \text{ kg}\end{aligned}$$

- 9 1.4 cm मोटी प्लेट में से 2 cm व्यास का एक छेद किया जाना है। यदि पंचिंग डाई पर लगाया गया बल 12 KN है। कर्तन प्रतिबल की गणना करें।

$$\begin{aligned}\text{छेद का व्यास} &= 2 \text{ cm} \\ \text{मोटाई} &= 1.4 \text{ cm} \\ \text{बल} &= 12 \text{ KN} \\ \text{कर्तन प्रतिबल} &= ? \\ \text{छिद्रित क्षेत्र} &= \text{छेद की परिधि} \times \text{मोटाई} \\ &= 2 \pi r \times t \text{ Unit}^2 \\ &= 2 \times \pi \times 1 \times 1.4 \\ &= 2.8 \pi \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Shear stress} &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{12 \text{ KN}}{2.8 \pi \text{ cm}^2}\end{aligned}$$

$$\text{कर्तन प्रतिबल} = 1.364 \text{ KN/cm}^2$$

- 10 10 mm भुजा की एक वर्गाकार छड़ का परीक्षण 1016 kg के तन्यता भार के लिए किया जाता है तन्यता प्रतिबल की गणना करें?

$$\begin{aligned}\text{वर्गाकार छड़ की भुजा (a)} &= 10 \text{ mm} \\ \text{तन्यता बल (F)} &= 1016 \text{ kg} \\ \text{तन्यता प्रतिबल (\sigma)} &= ? \\ \text{Stress} &= \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}} \\ &= \frac{\text{Force}}{a^2} \\ &= \frac{10 \times 16}{10 \times 10}\end{aligned}$$

$$\text{तन्यता प्रतिबल} = 10.16 \text{ Kg/mm}^2$$

- 11 A M.S. टाई बार 3.5 cm व्यास तनाव की स्थिति में है जो 6720 kg का भार उठाता है। सामग्री में प्रतिबल की तीव्रता ज्ञात कीजिए।

$$\begin{aligned}d &= 3.5 \text{ cm} \\ r &= 1.75 \text{ cm} \\ F &= 6720 \text{ kg} \\ \text{Stress} &= \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}} \\ &= \frac{\text{Force}}{\pi r^2} \\ &= \frac{6720}{3.14 \times 1.17 \times 1.75} \\ &= \frac{6720}{9.616}\end{aligned}$$

$$\text{प्रतिबल की तीव्रता} = 698.8 \text{ Kg/cm}^2$$

- 12 10 mm व्यास की एक रिबेट पर 1.5 KN के दोहरे कर्तन बल का प्रयोग किया जाता है। रिबेट में कर्तन प्रतिबल का पता लगाएं

$$\begin{aligned}\text{रिबेट का व्यास} &= 10 \text{ mm} \\ r &= 5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{कर्तन प्रतिबल} = ?$$

रिबेट पर दोगुना कर्तन बल कार्य कर रहा है, क्षेत्रफल को दोगुना मानें।

$$\begin{aligned}\text{Stress} &= \frac{F}{2 \text{ Area}} \\ &= \frac{1.5}{2 \times 3.14 \times 5 \times 5}\end{aligned}$$

$$\text{कर्तन प्रतिबल} = 0.00955 \text{ KN/mm}^2$$

### विकृति (Strain)

जब कोई बाहरी बल किसी सामग्री पर कार्य करता है, तो उसके आयाम और आकार में परिवर्तन होता है। इस विरूपण को विकृति कहा जाता है। इस प्रकार, विकृति किसी सामग्री के आयाम में उसके मूल आयाम में परिवर्तन के बीच का अनुपात है। इसकी कोई इकाई नहीं है। इसे E (एप्सिलॉन) द्वारा दर्शाया गया है।

$$\text{Strain} = \frac{\text{Change in dimension } (\delta l)}{\text{Original dimension } (l)}$$

### रैखिक या अनुदैर्घ्य विकृति (Linear or Longitudinal strain)

यह सामग्री की लंबाई में परिवर्तन और उसकी मूल लंबाई के बीच का अनुपात है।

$$\text{Linear Strain} = \frac{\text{Change in length } (\delta l)}{\text{Original length } (l)}$$

### पार्श्व तनाव (Lateral Strain)

यह सामग्री के क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र और उसके मूल क्षेत्र में परिवर्तन के बीच का अनुपात है।

$$\text{Lateral Strain} = \frac{\text{Change in Area}}{\text{Original Area}}$$

### आयतनिक विकृति (Volumetric Strain)

यह सामग्री के आयतन में परिवर्तन और उसके मूल आयतन के बीच का अनुपात है।

$$\text{Volumetric Strain} = \frac{\text{Change in volume}}{\text{Original volume}}$$

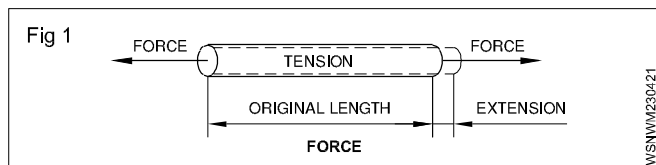
### पॉइसन अनुपात (Poisson's ratio)

यह पार्श्व विकृति और रैखिक विकृति के बीच का अनुपात है।

$$\text{Poisson's ratio} = \frac{\text{Lateral strain}}{\text{Linear strain}} = \frac{1}{m}$$

### उदाहरण

- तन्यता विकृति की गणना करें जब मूल लंबाई 280 cm की एक छड़ पर 3.2 kN का बल लगाया जाता है तो छड़ 0.5 mm तक बढ़ जाती है (Fig 1)



$$\text{बल} = 3.2 \text{ kN}$$

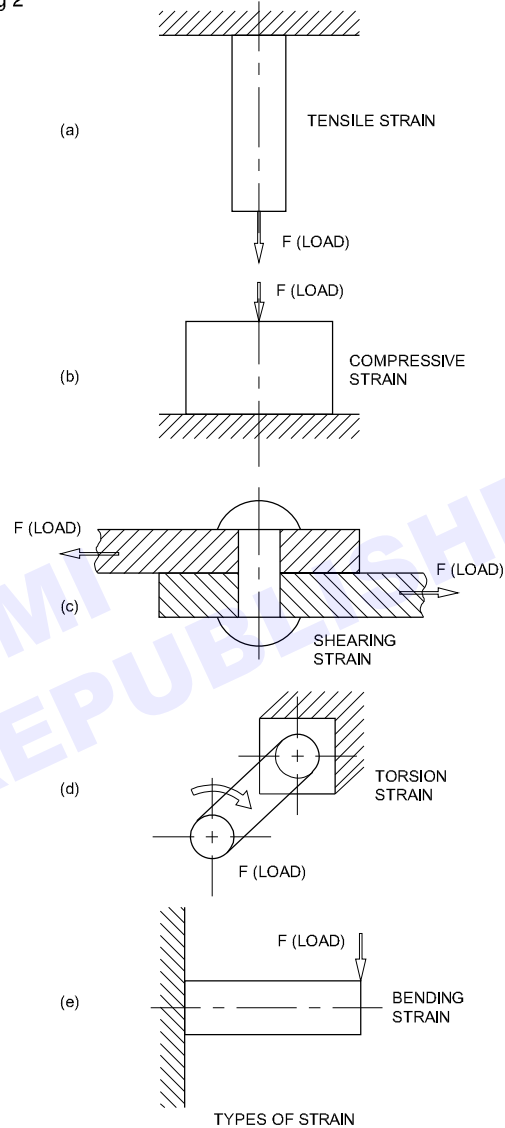
$$\text{मूल लंबाई } (L) = 280 \text{ cm}$$

$$\text{बढ़ी हुई लंबाई } (\Delta l) = 0.5 \text{ mm} = 0.05 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tensile Strain} &= \frac{\text{Increased length}}{\text{Original Length}} \\ &= \frac{0.05}{280} \end{aligned}$$

$$\text{तन्यता विकृति} = 0.0001786$$

Fig 2



- ब्रेक ऑपरेशन के लिए उपयोग की जाने वाली स्टील रॉड 1.50 मीटर लंबी है। जब इसे तन्यता बल के अधीन किया जाता है तो उत्पन्न विस्तार 0.5 mm होता है। छड़ में विकृति का पता लगाएं।

$$\begin{aligned} \text{Tensile Strain} &= \frac{\text{Extension}}{\text{Original length}} \\ &= \frac{0.5}{1.5 \times 1000} \left( \frac{\text{mm}}{\text{mm}} \right) \end{aligned}$$

$$\text{ब्रेक रॉड में विकृति} = 0.0003$$

- 3 एक हेलिकल स्प्रिंग को 600 न्यूटन के बल से लोड किया जाता है और 30 mm तक संपीड़ित किया जाता है। इसे 10 mm तक संपीड़ित करने के लिए कितने भार की आवश्यकता होगी? (Fig 3)

हल

$$\text{Spring stiffness} = \frac{\text{Applied load}}{\text{Compression}}$$

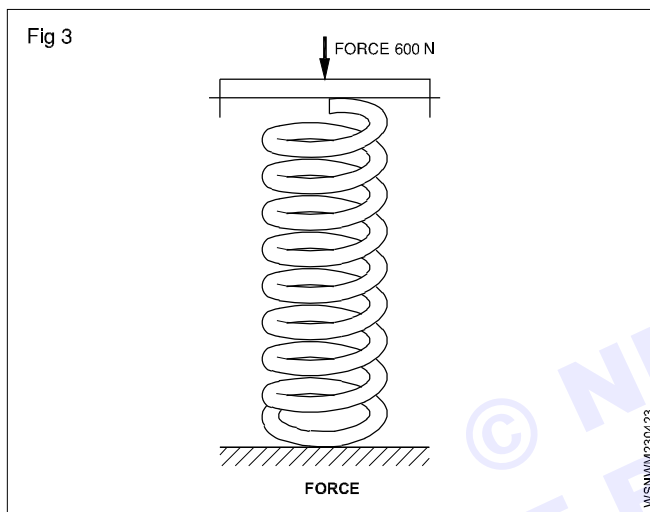
$$= \frac{600}{30} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}} \right) = 20 \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}} \right)$$

स्प्रिंग को 10 mm तक संपीड़ित करने के लिए आवश्यक भार

$$= \text{स्प्रिंग कठोरता} \times \text{संपीड़न}$$

$$= 20 (\text{N/mm}) \times 10(\text{mm})$$

$$\text{आवश्यक लोड} = 200 \text{ N}$$



- 4 हेलिकल स्प्रिंग को 400 न्यूटन के बल से लोड किया जाता है और यह 18 mm तक संपीड़ित होता है। इसे 6 mm तक संपीड़ित करने के लिए कितना भार आवश्यक होगा?

$$\text{दिया गया बल} = 400 \text{ न्यूटन}$$

$$\text{विक्षेपण} = 18 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{स्प्रिंग कठोरता} &= \text{बल/संपीड़ित लंबाई} \\ &= 400 / 18 \\ &= 22.22 \text{ Newton/mm} \end{aligned}$$

स्प्रिंग को 6 mm में संपीड़ित

$$\text{करने के लिए} = \text{स्प्रिंग कठोरता} \times \text{संपीड़न}$$

आवश्यक बल

$$\begin{aligned} \text{आवश्यक लोड} &= 22.22 \times 6 \\ &= 133.32 \text{ N} \end{aligned}$$

- 5 तन्यता प्रतिबल की गणना करें जब मूल लंबाई 2.8 मीटर की एक छड़ पर 3.2 kN का बल लगाया जाता है तो छड़ 0.5 mm तक बढ़ जाती है।

$$\text{बल } F = 3.2 \text{ kN}$$

$$\text{मूल लंबाई } L = 280 \text{ cm}$$

$$\text{बढ़ी हुई लंबाई} (\Delta l) = 0.5 \text{ mm} = 0.05 \text{ cm}$$

$$\text{तन्यता विकृति} = ?$$

$$\text{तन्यता विकृति} = 0.0001786$$

- 6 एक धातु की छड़ 2 मीटर लंबी है। जब 5.5 टन का उपयोग किया जाता है तो इसकी लंबाई 1.995 मीटर हो जाती है। संपीड़न तनाव ज्ञात कीजिए?

$$\text{बल } F = 5.5 \text{ kN}$$

$$\text{मूल लंबाई } L_1 = 2 \text{ मीटर}$$

$$\text{अंतिम लंबाई } L_2 = 1.995 \text{ मीटर}$$

$$\text{बढ़ी हुई लंबाई} (\Delta l) = 2 - 1.995 = 0.005 \text{ मीटर}$$

$$\text{संपीड़न विकृति} = 0.0025$$

$$= \frac{\Delta l}{L}$$

$$= \frac{0.005}{2}$$

$$\text{संपीड़न तनाव} = 0.0025$$

- 7 जब 4 mm व्यास की स्टील की छड़ पर 200 Kg भार का अनुभव हुआ। यह 1500 mm की मूल लंबाई से 1.5 mm लंबा पाया गया है। विकृति की गणना करें।

$$\text{बल } F = 200 \text{ Kg}$$

$$\text{मूल लंबाई } L_1 = 1500 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 1.5 \text{ mm}$$

$$\text{विकृति} = ?$$

$$\text{विकृति} = \frac{\Delta l}{L}$$

$$= \frac{1.5}{1500}$$

$$\text{विकृति} = 0.001$$

- 8 1 मीटर लम्बी और 1 cm व्यास वाली एक लोहे की छड़ 1 cm लम्बी हो जाती है। जब एक सिरे पर 100 kg का बल लगाया जाता है। छड़ में उत्पन्न विकृति की गणना करें।

$$\text{बल } F = 100 \text{ Kg.}$$

$$\text{मूल लंबाई } L_1 = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$\Delta l = 1 \text{ cm}$$

$$\text{विकृति} = ?$$

$$\text{विकृति} = \frac{\Delta l}{L}$$

$$= \frac{1}{100}$$

$$\text{संपीड़न विकृति} = 0.01$$

## प्रत्यास्थता और प्रत्यास्थ सीमा (Elasticity and Elastic limit)

जब कोई बाहरी बल किसी पिंड पर कार्य करता है, तो पिंड में कुछ विकृति आ जाती है। यदि बाहरी बल हटा दिया जाता है और पिंड अपने मूल आकार और आकृति में वापस आ जाता है (जिसका अर्थ है कि विकृति पूरी तरह से गायब हो जाती है)। पिंड को प्रत्यास्थ पिंड के रूप में जाना जाता है। वह गुण जिसके कारण कुछ पदार्थ बाहरी बल हटाने के बाद अपनी मूल स्थिति में वापस आ जाते हैं, प्रत्यास्थता कहलाता है।

पिंड अपने पूर्व स्वरूप और साइज़ को तभी पुनः प्राप्त कर पाएगा जब बाहरी बल के कारण होने वाली विकृति एक निश्चित सीमा के भीतर हो। इस प्रकार बल का एक सीमित मान होता है जिसके भीतर तक बल हटाने पर विकृति पूर्णतया लुप्त हो जाती है। इस सीमित बल के अनुरूप तनाव के मान को सामग्री की लोचदार सीमा के रूप में जाना जाता है।

यदि बाहरी बल इतना बढ़ा है कि तनाव सीमा से अधिक हो जाता है, तो सामग्री कुछ हद तक अपनी प्रत्यास्थता का गुण खो देती है। यदि अब बल हटा दिया जाता है, तो सामग्री अपने मूल आकार और आकृति में वापस नहीं आएगी और सामग्री में अवशिष्ट विकृति होगी।

## पराभव बिंदु (Yield point)

किसी सामग्री का पराभव बिंदु वह बिंदु है जिस पर भार में वृद्धि के बिना बढ़ाव में उल्लेखनीय वृद्धि होती है।

## हुक का नियम (Hooke's law)

रॉबर्ट हुक ने प्रतिबल और विकृति के बीच संबंध की खोज की। हुक के नियम के अनुसार प्रतिबल प्रत्यास्थता सीमा के भीतर विकृति के समानुपाती होता है।

## यंग मापांक या प्रत्यास्थता मापांक (Young's Modulus or Modulus of Elasticity)

प्रत्यास्थता सीमा के भीतर प्रतिबल और विकृति के अनुपात को यंग मापांक या प्रत्यास्थता मापांक के रूप में जाना जाता है। इसे प्रतीक "E" द्वारा व्यक्त किया जाता है। यंग मापांक की इकाई प्रतिबल की इकाई के समान है

$$\therefore \text{Young's modulus (E)} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

## दृढ़ता मापांक (Modulus of Rigidity)

कर्तन प्रतिबल और कर्तन विकृति के अनुपात को "दृढ़ता मापांक" के रूप में जाना जाता है जिसे प्रतीक "N" द्वारा दर्शाया जाता है।

$$\therefore \text{Modulus of Rigidity (N)} = \frac{\text{Shear Stress}}{\text{Shear Strain}}$$

## आयतन मापांक (Bulk Modulus)

जब कोई पिंड समान तीव्रता के तीन परस्पर लंबवत बलों के अधीन होता है, तो आयतनिक प्रतिबल और आयतनिक विकृति के अनुपात को आयतन मापांक के रूप में जाना जाता है। इसे आमतौर पर K अक्षर से दर्शाया जाता है।

$$\therefore \text{Bulk Modulus (K)} = \frac{\text{Volumetric Stress}}{\text{Volumetric Strain}}$$

## किसी दी गई सामग्री के लिए तीनों मापांक के बीच संबंध (Relationship between three moduli for a given material)

किसी दी गई सामग्री के लिए तीनों मापांक के बीच संबंध इस प्रकार है:

$$E = 2N \left( 1 + \frac{1}{m} \right) = 3K \left( 1 - \frac{2}{m} \right)$$

यहाँ

E = यंग का प्रत्यास्थता मापांक

N = दृढ़ता मापांक

K = बल्क मॉड्यूलस

$\frac{1}{m}$  = पॉइसन अनुपात

## उदाहरण

1 10 mm व्यास और 175 mm लंबी एक स्टील की छड़ पर 15 kN का तन्य भार डाला जाता है। यदि  $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$  है, तो लंबाई में परिवर्तन की गणना करें।

तन्य भार = 15 kN = 15000 N

$$\text{अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल} = (\pi r^2) = \frac{22}{7} \times 5 \times 5 \text{ mm}^2 = 78.57$$

$$\therefore \text{प्रतिबल} = \frac{15000 \text{ N}}{0.785 \times 100 \text{ mm}^2} = 191 \text{ N/mm}^2$$

यंग का मापांक E = प्रतिबल / विकृति

$$E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2 = \frac{191 \text{ N/mm}^2}{\text{Strain}}$$

$$\text{विकृति} = \frac{191}{2 \times 10^5}$$

$$\text{लंबाई में परिवर्तन} = \frac{175 \times 191}{2 \times 10^5} \text{ mm} \\ = 0.167 \text{ mm}$$

2 2.5cm व्यास वाली स्टील की एक छड़ को 4500 kg के संपीड़न भार के अधीन किया गया था। 20cm की लंबाई में संपीड़न 0.008cm पाया गया। छड़ की प्रत्यास्थता का यंग मापांक ज्ञात कीजिए।

हल

बार का व्यास (d) = 2.5 cm

लगाया गया बल अर्थात् संपीड़न भार = 4500 kg

$$\text{छड़ की मूल लंबाई} = 20 \text{ cm}$$

$$= 104 \text{ kg}$$

$$\text{लंबाई में परिवर्तन} = 0.008 \text{ cm}$$

$$\text{व्यास (d)} = 1.2 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{मूल अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल} = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$\text{यंग का मापांक (E)} = 2 \times 10^{12} \text{ kg/cm}^2$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 2.5^2$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force applied}}{\text{Area of original cross section}}$$

$$= \frac{\pi \times 6.25}{4} \text{ cm}^2$$

$$= \frac{4 \times 10^4}{\pi \times 1.2 \times 1.2}$$

$$\therefore \text{Stress} = \frac{\text{Force applied}}{\text{Area of original cross section}}$$

$$= \frac{10^4 \times 4}{1.2 \times 1.2 \times 3.142}$$

$$= \frac{4500}{\pi \times 6.25}$$

$$= \frac{40000}{4.52448}$$

$$= \frac{4500 \times 4}{\pi \times 6.25}$$

$$= 8841 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \text{प्रतिबल} = 8841 \text{ kg/cm}^2$$

हम जानते हैं

$$\therefore \text{Strain} = \frac{\text{Change in length}}{\text{Original length}}$$

$$\frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \text{Young's modulus}$$

$$= \frac{0.008}{20} = \frac{8/1000}{20}$$

$$\text{विकृति} \times \text{यंग मापांक} = \text{प्रतिबल}$$

$$= \frac{8}{20 \times 1000} = \frac{4}{10000}$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Stress}}{\text{Young's modulus}}$$

$$\therefore \text{Strain} = \frac{4}{10000}$$

$$= \frac{8841}{2 \times 10^{12}}$$

$$\therefore \text{Young's modulus} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

$$= \frac{4420.5}{10^{12}}$$

$$= \frac{2880}{\pi} \div \frac{4}{1000}$$

$$\text{प्रतिबल} = 8841 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \frac{2880}{\pi} \times \frac{1000}{4}$$

$$\text{विकृति} = 4420.5 \times 10^{-12}$$

$$= \frac{7200000}{\pi}$$

$$= 2292000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 2.292 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

- 4 100 cm की एक छड़ 15000 kg का भार डालने पर 101.36 cm तक लंबी हो जाती है। छड़ के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 10 cm<sup>2</sup> लें। प्रतिबल, विकृति और यंग मापांक ज्ञात करें।

$$L_1 = 100 \text{ cm}$$

$$L_2 = 101.36 \text{ cm}$$

$$\Delta l = L_2 - L_1$$

$$= 101.36 - 100 = 1.36 \text{ cm}$$

$$F = 15000 \text{ kg}$$

$$A = 10 \text{ cm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force(F)}}{\text{Area(A)}}$$

$$= \frac{15000}{10}$$

- 3 1.2 cm व्यास की एक छड़ पर अक्षीय रूप से 10 टन का बल लगाया जाता है। मूल लंबाई 100 mm है। यदि प्रत्यास्थता मापांक  $2 \times 10^{12} \text{ kg/cm}^2$  है। छड़ में उत्पन्न प्रतिबल एवं विकृति की गणना करें।

हल

$$\text{लगाया गया बल} = 10 \text{ टन} = 10 \times 1000 \text{ kg}$$

$$= 1500 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Strain} = \frac{\Delta l}{L}$$

$$= \frac{1.36}{100}$$

$$= 0.0136$$

$$\text{Young's modulus} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

$$E = \frac{1500}{0.0136}$$

$$= 110300 \text{ kg/cm}^2$$

- 5 10 mm लंबे और 10 mm व्यास के एक स्टील के तार को उसकी लंबाई को दोगुना करने के लिए खींचने के लिए कितने बल की आवश्यकता होगी? स्टील का  $E = 205 \text{ KN/cm}^2$  है।

$$d = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

$$r = 0.5 \text{ cm}$$

$$L_1 = 1 \text{ cm}$$

$$L_2 = 2 \text{ cm}$$

$$\Delta l = L_2 - L_1 = 2 - 1 = 1 \text{ cm}$$

$$E = 205 \text{ KN/cm}^2$$

$$\text{Strain} = \frac{\Delta l}{L} = \frac{1}{1} = 1$$

$$E = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

$$205 = \frac{\text{Stress}}{1}$$

$$\text{प्रतिबल} = 1 \times 205 = 205 \text{ KN/cm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force (F)}}{\text{Area (A)}}$$

$$205 = \frac{\text{Force}}{3.14 \times 0.5 \times 0.5}$$

$$\text{बल} = 205 \times 3.14 \times 0.5 \times 0.5$$

$$= 161 \text{ KN}$$

- 6 1.6 cm व्यास का एक तार 2000 kg के तन्य भार के अधीन है। यदि यंग का मापांक  $= 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  है तो प्रतिबल और विकृति ज्ञात करें।

$$F = 2000 \text{ kg}$$

$$d = 1.6 \text{ cm}$$

$$r = 0.8 \text{ cm}$$

$$E = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Stress} = \frac{F}{A}$$

$$= \frac{2000}{\pi r^2}$$

$$= \frac{2000}{3.14 \times 0.8 \times 0.8}$$

$$= \frac{2000}{2.0096}$$

$$= 995.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Young's modulus} = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

$$2 \times 10^6 = \frac{995.2}{\text{Strain}}$$

$$\text{Strain} = \frac{995.2}{2 \times 10^6}$$

$$= 0.0005$$

- 7 2 cm x 1 cm की एक आयताकार छड़, जिसकी लंबाई 2 मीटर है, पर 2000 kg का तन्य भार लगाया जाता है। लंबाई में विस्तार की गणना  $E = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$  के रूप में करें।

$$F = 2000 \text{ Kg}$$

$$L_1 = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$$

$$E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{आयताकार छड़ की लंबाई} = 2 \text{ cm}$$

$$\text{चौड़ाई} = 1 \text{ cm}$$

$$\text{Stress}(\sigma) = \frac{\text{Force}(F)}{\text{Area}(A)} = \frac{\text{Force}}{l \times b}$$

$$= \frac{2000}{2 \times 1}$$

$$= 1000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

$$2 \times 10^6 = \frac{1000}{\text{Strain}}$$

$$\text{Strain} = \frac{1000}{2 \times 10^6}$$

$$= 0.0005$$

$$\frac{\Delta l}{L} = \text{Strain}$$

$$\frac{\Delta l}{2000} = 0.0005$$

$$\Delta l = 200 \times 0.0005$$

$$= 0.1 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{विस्तृत लम्बाई} = 0.1 \text{ cm}$$

## असाइनमेंट (Assignment)

### प्रतिबल (Stress)

- यदि 40 mm व्यास की तांबे की छड़ पर 4000 न्यूटन का तन्य भार डाला जाता है तो सामग्री में प्रतिबल की तीव्रता की गणना करें।
- यदि 40 mm<sup>2</sup> के क्रॉस सेक्शनल क्षेत्रफल वाली एक माइल्ड स्टील की छड़ पर 1000 kg का भार डाला जाता है तो प्रतिबल की तीव्रता की गणना करें।
- यदि 10 mm भुजा वाली एक वर्गाकार छड़ का परीक्षण 1000 kg के तन्य भार के लिए किया जाता है तो तन्य प्रतिबल की गणना करें।
- अधिकतम प्रतिबल की गणना करें यदि 9 cm<sup>2</sup> अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाली और 300 cm लंबी एक छड़ 3500 kg का तन्य भार वहन करती है।
- छड़ पर प्रतिबल ज्ञात करें। यदि 35 mm व्यास की M.S. रॉड पर 500 kg का भार रखा जाता है।
- 8 cm व्यास की एक धातु की छड़ 8620 N का भार द्वारा प्रतिबल लग रहा है। प्रतिबल की तीव्रता की गणना करें।
- 2 mm व्यास वाला एक स्टील का तार 20 kg वजन के साथ टेंशन में लोडेड है। विकसित प्रतिबल का पता लगाएं।
- 25 mm<sup>2</sup> के क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल वाली एक छड़ पर 1500 kg का भार डाला जाता है। छड़ पर प्रतिबल ज्ञात कीजिए।
- 10 mm भुजा वाली एक वर्गाकार छड़ का परीक्षण 2500 kg के तन्य भार के लिए किया जाता है। छड़ के तन्य प्रतिबल की गणना करें।
- 1 cm व्यास वाले तांबे के तार पर 10 kg का तन्य बल लगाया जाता है। ताकि तार की लंबाई 5 mm बढ़ जाए। यदि तार की मूल लंबाई 2 मीटर थी, तो विकृति ज्ञात करें।
- एक स्टील की छड़ जिसका व्यास 1 cm और लंबाई 60 cm है। इस छड़ को दोनों सिरों पर 700 kg के बल से खींचा जाता है। यदि स्टील की प्रत्यास्थता मापांक  $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  है, तो छड़ की लंबाई में वृद्धि और उसमें उत्पन्न विकृति ज्ञात करें।
- 1.5 मीटर लंबी और 30 mm व्यास वाली एक स्टील की छड़ को दोनों सिरों पर 1500 kg के बल से खींचा जाता है। यदि स्टील की प्रत्यास्थता मापांक  $2.4 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  है, तो छड़ की लंबाई और उसमें उत्पन्न विकृति में वृद्धि निर्धारित करें।
- 16 mm व्यास और 160 mm लंबी एक छड़ की लंबाई में परिवर्तन की गणना करें जब यह 40 kN का भार वहन करती है।  $E = 200000 \text{ N/mm}^2$  लें।
- 2 cm की दीवार मोटाई वाला एक खोखला C.I. कॉलम 80 टन के अक्षीय संपीड़न भार के अधीन है। यदि अधिकतम प्रतिबल 1 tonne per cm<sup>2</sup> से अधिक नहीं होना है, तो कॉलम का आंतरिक व्यास निर्धारित करें। यदि  $E = 950 \text{ tonnes per cm}^2$  है, तो संपीड़न विकृति की गणना करें।

### यंग का मापांक (Young's modulus)

### विकृति (Strain)

- यदि एक धातु की छड़ 150 cm लंबी है तो संपीड़न विकृति का पता लगाएं। 2.5 kN लगाने पर इसकी लंबाई 148.6 cm हो जाती है।
- यदि धातु की छड़ 150 cm लंबी है तो विकृति की गणना करें। जब 2500 kg लगाया जाता है तो इसकी लंबाई 150.5 cm हो जाती है।
- यदि 3 मीटर लंबी और 5 mm व्यास वाली छड़ से लटका हुआ 300 kg का भार इसे 4 mm तक बढ़ा देता है तो इसके कारण होने वाली विकृति का पता लगाएं।
- तार का एक टुकड़ा 2 मीटर लंबा, 0.8 mm<sup>2</sup> क्रॉस सेक्शन में, 8 kg वजन लटकाने पर इसकी लंबाई 1.6 mm बढ़ जाती है। प्रतिबल, विकृति और यंग मापांक की गणना करें।
- 16 mm व्यास का एक तार 2000 kg के तन्य भार के अधीन है। यदि यंग का मापांक  $E = 2 \times 10^{16} \text{ kg/cm}^2$  है तो प्रतिबल और विकृति का पता लगाएं।
- 2 मीटर लंबा एक तार और इसका अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 0.78 mm<sup>2</sup> है। यदि इस तार पर 78 kg भार लटका दिया जाए तो तार की लंबाई 1.4 mm बढ़ जाती है। प्रतिबल, विकृति और यंग प्रत्यास्थता मापांक का पता लगाएं।

- 4 2800 mm लंबे तार को 0.5 mm तक खींचा जाता है, जब उस पर 9 kg वजन लटकाया जाता है, तो इसका व्यास 2 mm होता है। तार के पदार्थ के लिए प्रतिबल और यंग मापांक की गणना करें।
- 5 12 mm व्यास की छड़ पर अक्षीय रूप से 1000 kg का बल लगाया जाता है, जिसकी मूल लंबाई 100 mm है। यदि प्रत्यास्थता मापांक  $2 \times 10^{12} \text{ kg/cm}^2$  है। छड़ में उत्पन्न प्रतिबल और विकृति की गणना करें।
- 6 3.2 mm व्यास और 3.65 मीटर लंबा एक स्टील का तार 115 kg के भार के तहत 2.03 mm तक खिंच जाता है। प्रतिबल और यंग प्रत्यास्थता मापांक की गणना करें।
- 7 10 kg का एक द्रव्यमान 300.25 cm लंबे और  $0.0005 \text{ cm}^2$  क्रॉस सेक्शन वाले वर्टिकल तार से लटका दिया गया है। जब भार हटाया जाता है तो तार 300 cm लंबा पाया जाता है। तार सामग्री के लिए प्रत्यास्थता मापांक ज्ञात कीजिए।
- 8 1.5 cm व्यास और 8 मीटर लंबी एक स्टील की छड़ को दोनों सिरों पर 80 kg के बल से खींचा गया है। छड़ पर विस्तार और विकृति का पता लगाएं। प्रत्यास्थता गुणांक  $E = 2.10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- 9 लंबाई 3.5 मीटर और व्यास 0.35 mm का एक तार 2 kg वजन के बल से खींचा जाता है। यदि विस्तार 4 mm है तार की सामग्री के यंग मापांक की गणना करें।
- 10 100 cm लंबे और 0.5 mm व्यास वाले धातु के तार से 1 kg का एक द्रव्यमान लटकाया जाता है। तार की लंबाई में 2 mm के बराबर वृद्धि देखी गई है। तार के यंग मापांक की गणना करें।
- 11 3 mm व्यास वाले 4 मीटर लंबे तांबे के तार का उपयोग 50 kg वजन का सपोर्ट करने के लिए किया जाता है। तार की लंबाई कितनी होगी? तांबे के लिए यंग प्रत्यास्थता मापांक  $7 \times 10^{10} \text{ N/mm}^2$  है।

© NIMI  
NOT TO BE REPUBLISHED

## लाभ और हानि (Profit and loss) - लाभ और हानि पर साधारण समस्याएँ (Simple problems on profit &amp; loss)

## 'लाभ और हानि विवरण (P&amp;L)' की परिभाषा

लाभ और हानि विवरण (P&L) एक वित्तीय विवरण है जो एक विशिष्ट अवधि, आमतौर पर एक वर्ष के दौरान किए गए राजस्व, क्रय और विक्रय का सारांश देता है। ये रिकॉर्ड किसी कंपनी की क्षमता के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं - राजस्व बढ़ाकर, लागत कम करके, या दोनों द्वारा लाभ उत्पन्न करना। P&L विवरण को "लाभ और हानि का विवरण", "आय विवरण", "संचालन का विवरण", "वित्तीय परिणामों का विवरण" और "क्रय और विक्रय विवरण" भी कहा जाता है।

## लाभ और हानि (Profit and loss)

## महत्वपूर्ण तथ्य (Important facts)

## लागत मूल्य (Cost price)

वह कीमत, जिस पर कोई वस्तु खरीदी जाती है, उसे उसका क्रय मूल्य कहा जाता है, जिसे संक्षिप्त रूप से C.P. कहा जाता है।

## विक्रय मूल्य (Selling price)

जिस कीमत पर कोई वस्तु बेची जाती है, उसे उसका विक्रय मूल्य कहा जाता है, जिसे संक्षेप में S.P. कहा जाता है।

## लाभ या वृद्धि (Profit or gain)

यदि S.P. C.P. से अधिक है, तो विक्रेता को लाभ या वृद्धि कहा जाता है।

## हानि (Loss)

यदि S.P. C.P. से कम है, तो विक्रेता को हानि हुआ कहा जाता है।

## छूट (Discount)

किसी उत्पाद के विक्रय मूल्य में दी गई कटौती छूट है।

## महत्वपूर्ण सूत्र (Important formulae)

$$1 \text{ लाभ या वृद्धि} = (S.P.) - (C.P.)$$

$$2 \text{ हानि} = (C.P.) - (S.P.)$$

3 हानि या लाभ हमेशा C.P. पर निर्भर करता है।

4 लाभ/वृद्धि हमेशा % में व्यक्त किया जाता है।

$$\text{वृद्धि \%} = \left( \frac{\text{Gain} \times 100}{C.P.} \right)$$

5 हानि प्रतिशत: (हानि %)

$$\text{हानि \%} = \left( \frac{\text{Loss} \times 100}{C.P.} \right)$$

6 विक्रय मूल्य: (S.P.)

$$SP = \left( \frac{(100 + \text{Gain \%})}{100} \times C.P. \right)$$

7 विक्रय मूल्य: (S.P.)

$$SP = \left( \frac{(100 - \text{Loss \%})}{100} \times C.P. \right)$$

8 क्रय मूल्य: (C.P.)

$$CP = \left( \frac{100}{(100 + \text{Gain \%})} \times S.P. \right)$$

9 क्रय मूल्य: (C.P.)

$$CP = \left( \frac{100}{(100 - \text{Loss \%})} \times S.P. \right)$$

10 यदि कोई वस्तु 35% के लाभ पर बेची जाती है, तो S.P. = C.P. का 135%।

11 यदि कोई वस्तु 35% की हानि पर बेची जाती है तो S.P. = C.P. का 65%।

## उदाहरण

1 एक डीलर ने 10,000 रुपये में एक टेलीविजन सेट खरीदा और इसे 12,000 रुपये में बेच दिया। 1 टेलीविजन सेट के लिए उसके द्वारा कमाया गया लाभ ज्ञात करें। यदि उसने 5 टेलीविजन सेट बेचे हों, तो कुल लाभ ज्ञात करें?

## हल

$$\text{टेलीविज़न सेट का विक्रय मूल्य} = \text{रु.} 12,000$$

$$\text{टेलीविज़न सेट का क्रय मूल्य} = \text{रु.} 10,000$$

$$S.P. > C.P., \text{लाभ होता है}$$

$$\text{लाभ} = S.P. - C.P.$$

$$= 12000 - 10000$$

$$\text{लाभ} = \text{रु.} 2,000$$

$$1 \text{ टेलीविज़न सेट पर लाभ} = \text{रु.} 2000$$

$$5 \text{ टेलीविज़न सेट पर लाभ} = 2000 \times 5$$

$$= \text{रु.} 10,000$$

2 संजय ने 5000 रुपए में एक साइकिल खरीदी। दो साल बाद उसने इसे 600 रुपये कम में बेच दिया। विक्रय मूल्य और हानि प्रतिशत ज्ञात करें?

हल

$$\text{साइकिल का क्रय मूल्य} = ₹.5000$$

$$\text{हानि} = ₹.600$$

$$\text{विक्रय मूल्य} = \text{क्रय मूल्य} - \text{हानि}$$

$$= 5000 - 600$$

$$\text{साइकिल का विक्रय मूल्य} = ₹.4400$$

$$\text{हानि \%} = \frac{\text{Loss}}{\text{C.P.}} \times 100$$

$$= \frac{600}{5000} \times 100$$

$$\text{हानि} = 12\%$$

- 3 एक आदमी ने 1250 रुपये में एक पुरानी साइकिल खरीदी। उन्होंने इसकी मरम्मत पर 250 रुपये खर्च किये। इसके बाद उन्होंने इसे 1400 रुपये में बेच दिया। उसका हानि % ज्ञात कीजिये?

हल

$$\text{साइकिल का क्रय मूल्य} = 1250 \text{ रुपये}$$

$$\text{मरम्मत लागत} = ₹.250$$

$$\text{कुल क्रय मूल्य} = 1250 + 250 = ₹.1500$$

$$\text{विक्रय मूल्य} = ₹.1400$$

$$\text{C.P.} > \text{S.P.}, \text{ हानि होती है}$$

$$\text{हानि} = \text{क्रय मूल्य} - \text{विक्रय मूल्य}$$

$$1500 - 1400 = 100$$

$$\text{हानि} = ₹.100$$

$$= \frac{\text{Loss}}{\text{C.P.}} \times 100$$

$$= \frac{100}{1500} \times 100$$

$$= \frac{20}{3} = 6\frac{2}{3} \% \text{ (or) } 6.67\%$$

$$\text{हानि} = 6.67\%$$

लाभ प्रतिशत या हानि प्रतिशत की गणना सदैव वस्तु के क्रय मूल्य पर की जाती है।

- 4 एक फल विक्रेता ने अंगूर की 8 पेटियाँ प्रत्येक 150 रुपये की दर से खरीदीं। एक बक्सा क्षतिग्रस्त हो गया। उसने शेष बक्सों को प्रत्येक 190 रुपये पर बेच दिया। लाभ प्रतिशत ज्ञात करें?

हल

$$\text{अंगूर की 1 पेट्टी का क्रय मूल्य} = 150 \text{ रुपये}$$

$$\text{अंगूर की 8 पेट्टियों का क्रय मूल्य} = 150 \times 8$$

$$= 1200 \text{ रुपये}$$

$$\text{क्षतिग्रस्त बक्सों की संख्या} = 1$$

$$\text{बचे गए बक्सों की संख्या} = 8 - 1 = 7$$

$$\text{अंगूर की 1 पेट्टी का विक्रय मूल्य} = 190 \text{ रुपये}$$

$$\text{अंगूर की 7 पेट्टियों का विक्रय मूल्य} = 190 \times 7$$

$$= 1330 \text{ रुपये}$$

$$\text{S.P.} > \text{C.P.}, \text{ लाभ होता है}$$

$$\text{लाभ} = \text{विक्रय मूल्य} - \text{क्रय मूल्य}$$

$$= 1330 - 1200$$

$$= 130$$

$$\text{लाभ} = 130 \text{ रुपये}$$

$$= \frac{\text{Profit}}{\text{C.P.}} \times 100$$

$$= \frac{130}{1200} \times 100$$

$$= 10.83$$

$$\text{लाभ} = 10.83\%$$

- 5 राम, दुकानदार ने 50 रुपये में एक कलम खरीदा और फिर उसे 5 रुपये के नुकसान पर बेच दिया। उसका विक्रय मूल्य ज्ञात करें।

हल

$$\text{कलम का क्रय मूल्य} = 50 \text{ रुपये}$$

$$\text{हानि} = 5 \text{ रुपये}$$

$$\text{S.P.} = \text{C.P.} - \text{हानि}$$

$$= 50 - 5 = 45$$

$$\text{कलम का विक्रय मूल्य} = 45 \text{ रुपये}$$

- 6 यदि कुल राशि का 12% ₹ 1080 है तो प्रारंभिक राशि ज्ञात करें

माना प्रारंभिक राशि 'x' है

$$\text{दिया गया: कुल राशि का 12\%} = ₹.1080$$

$$\frac{12}{100} \times x = 1080$$

$$= \frac{1080 \times 100}{12}$$

$$= ₹ 9000$$

$$\therefore \text{प्रारंभिक राशि} = 9000 \text{ रुपये}$$

लाभ और हानि के अनुप्रयोग

इस अनुभाग में, हम लाभ और हानि के अनुप्रयोगों पर समस्याओं को हल करना सीखते हैं।

- i S.P. के लिए सूत्र का स्पष्टीकरण करें (Illustration of the formula for S.P)

निम्नलिखित स्थिति पर विचार करें

राजेश ने 80 रुपये में एक पेन खरीदा और उसे अपने दोस्त को बेच दिया। यदि वह 5% का लाभ कमाना चाहता है, तो क्या आप वह कीमत बता सकते हैं जिस पर उसने बेचा होगा?  
(राजेश ने पेन 80 रुपये में खरीदा जो लागत मूल्य (C.P.) है। जब उसने बेचा, तो उसे 5% का लाभ हुआ जिसकी गणना C.P. पर की जाएगी)

$$\therefore \text{लाभ} = 5\% \text{ of C.P.}$$

$$= \frac{5}{100} \times 100 = \text{Rs. } 5$$

चूंकि लाभ है, S.P > C.P.

$$\text{S.P.} = \text{C.P.} + \text{लाभ}$$

$$= 80 + 5 = 85 \text{ रुपये}$$

**∴ जिस कीमत पर राजेश ने बेचा होगा = 85 रुपये**  
**इसी समस्या को सूत्र का उपयोग करके हल किया जा सकता है**

$$\text{विक्रय मूल्य (S.P)} = \frac{(100 - \text{Profit \%})}{100} \times \text{C.P.}$$

$$= \frac{(100 + 5\%)}{100} \times 80$$

$$= \frac{105}{100} \times 80 = \text{Rs. } 84$$

## ii C.P. के सूत्र का स्पष्टीकरण करें (Illustration of the formula for C.P)

निम्नलिखित स्थिति पर विचार करें

मान लीजिए कि एक दुकानदार एक कलाई घड़ी को 5% लाभ पर 540 रुपये में बेचता है, तो घड़ी की कीमत क्या रही होगी?

अब हम S.P. और C.P. की गणना करने के सूत्र को इस प्रकार संक्षेप में प्रस्तुत करते हैं।

|                                                                                       |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 जब लाभ हो                                                                           | 1 जब हानि हो                                                                        |
| $\text{C.P.} = \left( \frac{100}{(100 + \text{Profit}\%)} \right) \times \text{S.P.}$ | $\text{C.P.} = \left( \frac{100}{(100 - \text{Loss}\%)} \right) \times \text{S.P.}$ |
| 2 जब लाभ हो                                                                           | 2 जब हानि हो                                                                        |
| $\text{S.P.} = \left( \frac{100 + \text{Profit}\%}{100} \right) \times \text{C.P.}$   | $\text{S.P.} = \left( \frac{100 - \text{Loss}\%}{100} \right) \times \text{C.P.}$   |

## उदाहरण

1 हमीद 15,200 रुपये में एक रंगीन टीवी सेट खरीदता है और उसे 20% हानि पर बेचता है। टीवी सेट का विक्रय मूल्य क्या है?

**हल**

(दुकानदार ने C.P. पर 5% के लाभ पर घड़ी बेची थी। चूंकि C.P. ज्ञात नहीं है, इसे 100 रुपये के रूप में लिया जाए)

C.P पर 5% का लाभ होता है.

$$\therefore \text{लाभ} = 5\% \text{ of C.P.}$$

$$= \frac{5}{100} \times 100 = 5 \text{ रुपये}$$

हम जानते हैं S.P. = C.P + लाभ

$$\text{जब घड़ी का S.P. 540 रु. हो, तो C.P.} = \frac{540 \times 100}{100}$$

$$= 100 + 5$$

$$= \text{रु. } 105$$

यहां, यदि S.P. 105 रुपये है, तो C.P. 100 रुपये होगा

$$= \text{रु. } 514.29$$

∴ दुकानदार के लिए घड़ी की कीमत 514.29 रुपये होगी।

उपरोक्त समस्या को सूत्र विधि का उपयोग करके भी हल किया जा सकता है।

$$\text{C.P.} = \left( \frac{100}{(100 + \text{Profit}\%)} \right) \times \text{S.P.}$$

$$= \frac{100}{100 + 5} \times 540$$

$$= \frac{100}{105} \times 540 = \text{Rs. } 514.29$$

## विधि - I

हानि C.P का 20% है।

$$\frac{20}{100} \times 15200 = 3040 \text{ रुपये}$$

$$\text{S.P.} = \text{C.P.} - \text{हानि}$$

$$15200 - 3040 = 12160 \text{ रुपये}$$

विधि - II

$$C.P. = 15,200 \text{ रुपये}$$

$$\text{हानि} = 20\%$$

$$S.P. = \frac{100 - \text{Loss}\%}{100} \times C.P.$$

$$= \frac{100 - 20}{100} \times 15200$$

$$= \frac{80}{100} \times 15200$$

$$= \text{Rs. } 12,160$$

2 एक स्कूटी 13600 रुपये में बेची जाती है और उस पर 15% की हानि होती है। स्कूटी का क्रय मूल्य ज्ञात करें।

विधि - I

15% की हानि का अर्थ है,

यदि C.P. 100 रु. है, तो हानि = 15 रुपये

अतः S.P. होंगे

$$(100 - 15) = 85 \text{ रुपये}$$

यदि S.P. 85 रुपये है, तो C.P. 100 रुपये है

जब S.P. 13600 रुपये हो तो

$$C.P. = \frac{100 \times 13600}{85} = \text{Rs. } 16000$$

विधि - II

$$\text{हानि} = 15\%$$

$$S.P. = 13600 \text{ रुपये}$$

$$C.P. = \left( \frac{100}{(100 - \text{Loss}\%)} \right) \times S.P.$$

$$= \frac{100}{100 - 15} \times 13600$$

$$= \frac{100}{85} \times 13600$$

$$= \text{Rs. } 16000$$

अतः स्कॉटी का क्रय मूल्य 16000 रुपये है

**छूट (Discount)**

छूट दी गयी वस्तु के अंकित मूल्य या सूची मूल्य पर मूल्य में कमी है।

एक उत्पाद का बाजार मूल्य 550 रुपये है

पूजा द्वारा दुकानदार को भुगतान की गई राशि 440 रुपये है

$$\text{छूट} = 550 \text{ रुपये} - 440 \text{ रुपये}$$

$$= 110 \text{ रुपये}$$

$$= \text{अंकित मूल्य} - \text{विक्रय मूल्य}$$

अतः हम निम्नलिखित निष्कर्ष निकालते हैं

|              |                              |
|--------------|------------------------------|
| छूट          | = अंकित मूल्य - विक्रय मूल्य |
| विक्रय मूल्य | = अंकित मूल्य - छूट          |
| अंकित मूल्य  | = विक्रय मूल्य + छूट         |

**उदाहरण**

1 1500 रुपये अंकित एक साइकिल 1350 रुपये में बेची जाती है। छूट का प्रतिशत क्या है?

$$\text{अंकित मूल्य} = 1500 \text{ रुपये}$$

$$\text{विक्रय मूल्य} = 1350 \text{ रुपये}$$

$$\text{छूट की राशि} = \text{अंकित मूल्य} - \text{विक्रय मूल्य}$$

$$= 1500 - 1350$$

$$= 150 \text{ रुपये}$$

$$1500 \text{ रुपये की छूट} = 150 \text{ रुपये}$$

$$100 \text{ रुपये की छूट} = \frac{150}{100} \times 100$$

$$\text{छूट का प्रतिशत} = 10\%$$

2 एक फ्रॉक की अंकित मूल्य 220 रुपये है। बिक्री पर 20% की छूट दी जानी है। इस पर छूट की राशि और इसका विक्रय मूल्य क्या है?

$$\text{छूट की राशि} = \frac{\text{Discount}}{100\%} \times M.P.$$

$$\text{छूट की राशि} = \frac{20}{100} \times 220 = \text{Rs. } 44$$

$$\text{फ्रॉक का विक्रय मूल्य} = \text{अंकित मूल्य} - \text{छूट}$$

$$220 - 44 = 176 \text{ रुपये}$$

3 एक अलमारी को 5% की छूट के बाद 5225 रुपये में बेचा जाता है। इसका अंकित मूल्य ज्ञात करें।

**हल**

**विधि - I**

छूट प्रतिशत में दी गई है

अतः M.P. को 100 रुपये माना जाता है

$$\text{छूट की दर} = 5\%$$

$$\text{छूट की राशि}$$

$$\text{विक्रय मूल्य} = M.P. - \text{छूट}$$

$$= 100 - 5 = 95 \text{ रु}$$

यदि S.P. 95 रु. है, तो M.P. 100 रु. है,

जब S.P. 5225 रु. है

$$M.P. = \frac{100}{95} \times 5225$$

अलमारी का M.P. = रु. 5500

**विधि - II**

$$S.P. = \text{रु. } 5225$$

$$\text{छूट} = 5\%$$

$$M.P. = ?$$

$$M.P.$$

$$M.P. = \left( \frac{100}{(100 - \text{Discount}\%)} \right) \times S.P.$$

$$= \left( \frac{100}{100 - 5} \right) \times 5225$$

$$= \text{Rs. } 5500$$

**4 एक दुकानदार अपने ग्राहकों को 10% की छूट देता है और फिर भी उसे 20% का लाभ होता है। उस वस्तु का अंकित मूल्य ज्ञात कीजिये जिसकी कीमत दुकानदार को 450 रुपये है।**

**हल**

**विधि - I**

माना M.P. 100 रु

$$\begin{aligned} \text{छूट} &= M.P. \text{ का } 10\% \\ &= \frac{10}{100} \text{ of } M.P. = \frac{10}{100} \\ &= \text{रु. } 10 \end{aligned}$$

$$S.P. = M.P. - \text{छूट}$$

$$= 100 - 10$$

$$= \text{रु. } 90$$

$$\text{वृद्धि} = C.P. \text{ का } 20\%$$

$$= \frac{20}{100} \times 450 = \text{Rs. } 90$$

$$S.P. = C.P. + \text{वृद्धि}$$

$$= 450 + 90 = \text{रु. } 540$$

यदि S.P. 90 रुपये है, तो M.P. 100 रुपये है

$$M.P. = \frac{540 \times 100}{90} = \text{Rs. } 600$$

$$\text{एक वस्तु का M.P.} = 600 \text{ रुपये}$$

**विधि - II**

$$\text{छूट} = 10\%, \quad \text{वृद्धि} = 20\%$$

$$C.P. = \text{रु. } 450, \quad M.P. = ?$$

$$M.P. = \frac{100 + \text{Gain}\%}{100 - \text{Discount}\%} \times C.P.$$

$$= \frac{(100+20)}{(100-20)} \times 450$$

$$= \frac{120}{90} \times 450$$

$$= \text{Rs. } 600$$

**5 एक डीलर 10% की छूट देता है और फिर भी 10% का लाभ कमाता है। जिस पुस्तक का अंकित मूल्य 220 रुपये है, उसका क्रय मूल्य क्या है?**

**हल**

**विधि - I**

$$M.P. = \text{रु. } 220$$

$$\text{छूट} = M.P. \text{ का } 10\%$$

$$= \frac{10}{100} \times 220$$

$$= \text{Rs. } 22$$

$$S.P. = M.P. - \text{छूट}$$

$$= 220 - 22$$

$$= \text{रु. } 198$$

माना, C.P. 100 रुपये है

$$\begin{aligned} \text{वृद्धि} &= C.P. \text{ का } 10\% \\ &= \frac{10}{100} \times 100 \end{aligned}$$

$$S.P. = C.P. + \text{वृद्धि}$$

$$= 100 + 10$$

$$= \text{रु. } 110$$

यदि S.P. 110 रुपये है, तो C.P. 100 रुपये है, जब S.P. 198 रुपये है,

$$= \frac{198 \times 100}{110}$$

$$= \text{Rs. } 180$$

**विधि - II**

$$\text{छूट} = 10\%$$

$$\text{वृद्धि} = 10\%$$

$$M.P. = \text{रु. } 220$$

$$C.P. = \frac{100 - \text{Discount}\%}{100 + \text{Gain}\%} \times M.P.$$

$$= \frac{100 - 10}{100 + 10} \times 220$$

$$= \frac{90}{110} \times 220$$

$$= \text{Rs. } 180$$

$$\text{छूट} = 1560 \text{ का } 20\% = \frac{20}{100} \times 1560$$

$$= 312$$

$$\text{S.P.} = \text{M.P.} - \text{छूट}$$

$$= 1560 - 312$$

$$= \text{रु. } 1248$$

$$\text{लाभ} = \text{S.P.} - \text{C.P.}$$

$$= 1248 - 1200$$

$$= \text{रु. } 48$$

6 एक व्यापारी 1200 रुपये में एक वस्तु खरीदता है और उस पर C.P से 30% अधिक मूल्य अंकित करता है। फिर वह इसे 20% की छूट के बाद बेचता है। SP और लाभ प्रतिशत ज्ञात करें।

हल

माना वस्तु का C.P. 100 रुपये है

M.P. = C.P. से 30% अधिक = 130 रु.

यदि C.P. 100 रुपये है, तो M.P. 130 रुपये है

जब C.P. 1200 रुपये है,

छूट = 1560 का 20%

$$\text{M.P.} = \frac{1200 \times 130}{100} \times \text{C.P.} = \text{Rs } 1560$$

$$\text{Profit} = \frac{\text{Profit}}{\text{C.P.}} \times 100$$

$$= \frac{48}{1200} \times 100$$

$$4\%$$

### सारांश

प्रतिशत का मतलब प्रति सौ होता है। जिस भिन्न का हर 100 होता है उसे प्रतिशत कहा जाता है।

लाभ के मामले में, हमारे पास लाभ = S.P - C.P है।

हानि की स्थिति में, हमें हानि = C.P - S.P मिलती है।

$$\text{Profit \%} = \frac{\text{Profit}}{\text{C.P.}} \times 100$$

$$\text{S.P.} = \left( \frac{100 + \text{Profit\%}}{100} \right) \times \text{C.P.}$$

$$\text{C.P.} = \left( \frac{100}{100 + \text{Profit\%}} \right) \times \text{S.P.}$$

$$\text{M.P.} = \frac{100}{100 - \text{Discount \%}} \times \text{S.P.}$$

$$\text{S.P.} = \frac{100 - \text{Discount \%}}{100} \times \text{M.P.}$$

$$\text{C.P.} = \frac{100 - \text{Discount \%}}{100 + \text{Profit\%}} \times \text{M.P.}$$

$$\text{M.P.} = \frac{100 + \text{Profit\%}}{100 - \text{Discount \%}} \times \text{C.P.}$$

$$\text{छूट प्रतिशत} = \frac{\text{Discount}}{\text{M.P.}} \times 100$$

$$\text{Loss \%} = \frac{\text{Loss}}{\text{C.P.}} \times 100$$

$$\text{S.P.} = \left( \frac{100 - \text{Loss\%}}{100} \right) \times \text{C.P.}$$

$$\text{C.P.} = \left( \frac{100}{100 - \text{Loss\%}} \right) \times \text{S.P.}$$

छूट अंकित मूल्य पर दी जाने वाली कटौती है।

विक्रय मूल्य वह मूल्य है जो अंकित मूल्य से छूट घटाने के बाद देय होता है।

$$\text{छूट} = \text{M.P.} - \text{S.P.}$$

## असाइनमेंट (Assignment)

---

- 1 यदि उत्पाद 72 रुपये के लाभ के साथ 572 रुपये में बेचा जाता है तो लागत मूल्य ज्ञात करें।
- 2 यदि उत्पाद 273 रुपये के लाभ के साथ 1973 रुपये पर बेचा जाता है तो C.P ज्ञात करें
- 3 यदि लागत मूल्य 208 रुपये के लाभ के साथ 7282 रुपये है तो विक्रय मूल्य ज्ञात करें
- 4 यदि C.P. 684 रुपये की हानि के साथ 9684 रुपये है तो S.P. ज्ञात करें
- 5 यदि C.P. 320 रुपये और S.P. 384 रुपये है तो लाभ प्रतिशत ज्ञात करें।
- 6 यदि सी.पी. और एस.पी. क्रमशः 2500 रुपये और 2700 रुपये हैं तो लाभ राशि ज्ञात करें।
- 7 यदि C.P. और S.P क्रमशः 40 रुपये और 38 रुपये हैं तो हानि के प्रतिशत की गणना करें।
- 8 एक कंप्यूटर टेबल 1150 रुपये में खरीदी गई, जिसमें 50 रुपये ट्रांसपोर्ट चार्ज था। यदि लाभ 5% है तो S.P. की गणना करें
- 9 एक टेबल को 10% के लाभ के साथ 1320 रुपये में बेचने पर C.P ज्ञात करें।
- 10 16 बोल्ट का C.P. 12 बोल्ट के S.P. के बराबर है। लाभ प्रतिशत ज्ञात कीजिए।

© NIMI  
NOT TO BE REPUBLISHED

## लाभ और हानि (Profit and loss) - साधारण और चक्रवृद्धि ब्याज (Simple and compound interest)

## ब्याज (Interest)

जब हम पैसा उधार लेते हैं (या उधार देते हैं) तो हम मूल राशि के अलावा कुछ अतिरिक्त राशि का भुगतान (या प्राप्त) करते हैं। यह अतिरिक्त राशि जो हमें प्राप्त होती है उसे ब्याज कहा जाता है। इसे 'I' के रूप में दर्शाया जाता है। ब्याज प्राप्त करने के लिए पैसा उधार दिया/उधार लिया जा सकता है और बैंकों में जमा किया जा सकता है।

उधार ली गई/उधार दी गई राशि को मूलधन कहा जाता है। इसे '(P)' के रूप में दर्शाया जाता है।

ब्याज में जोड़ा गया मूलधन राशि (A) कहलाता है।

$$\text{राशि} = \text{मूलधन} + \text{ब्याज}$$

$$A = P + I$$

ब्याज मूलधन और समय की अवधि पर निर्भर करता है। लेकिन यह एक अन्य कारक पर भी निर्भर करता है जिसे ब्याज दर कहा जाता है। ब्याज दर ₹100 के लिए वार्षिक गणना की गई राशि है। (अर्थात्) यदि ब्याज दर 10% प्रति वर्ष है, तो 1 वर्ष के लिए ₹100 पर ब्याज ₹10 होगा।

इसलिए,

ब्याज पर निर्भर करता है

जमा की गई या उधार ली गई/उधार दी गई राशि - मूलधन - P

समय की अवधि - अधिकतर वर्षों में व्यक्त की जाती है - n

ब्याज दर - r

इस ब्याज को साधारण ब्याज कहा जाता है।

जब ब्याज का भुगतान केवल मूलधन पर किया जाता है तो इसे साधारण ब्याज कहा जाता है।

साधारण ब्याज।

ब्याज की गणना

यदि 'r' ब्याज दर है, मूलधन 100 है,

$$1 \text{ वर्ष का ब्याज} = 100 \times 1 \times \frac{r}{100}$$

$$2 \text{ वर्षों के लिए} = 100 \times 2 \times \frac{r}{100}$$

$$3 \text{ वर्षों के लिए} = 100 \times 3 \times \frac{r}{100}$$

$$n \text{ वर्षों के लिए इसलिए,} = 100 \times n \times \frac{r}{100}$$

इसलिए

$$I = \frac{Pnr}{100}$$

$$A = P + I$$

$$A = P + \frac{Pnr}{100}$$

$$A = P \left( 1 + \frac{nr}{100} \right)$$

$$\text{ब्याज} = \text{राशि} - \text{मूलधन}$$

अन्य सूत्र से प्राप्त हुए

$$I = \frac{Pnr}{100}$$

$$n = \frac{100 I}{Pn}$$

$$n = \frac{100 I}{Pr}$$

$$P = \frac{100 I}{rn}$$

'n' की गणना सदैव वर्षों में की जाती है। जब 'n' महीनों या दिनों में दिया गया हो, तो इसे वर्षों में बदलें।

## उदाहरण :

$$12 \text{ Month} = 1 \text{ वर्ष}$$

$$6 \text{ Month} = \frac{6}{12} \text{ Year} = \frac{1}{2} \text{ Year}$$

$$3 \text{ Month} = \frac{3}{12} \text{ Year} = \frac{1}{4} \text{ Year}$$

$$146 \text{ Month} = \frac{146}{365} \text{ Year} = \frac{1}{4} \text{ Year}$$

1 विमल ने 7% प्रति वर्ष की दर से 1 वर्ष के लिए ₹ 3000 का निवेश किया। एक वर्ष के अंत में साधारण ब्याज और उसके द्वारा प्राप्त राशि ज्ञात करें।

हल

$$\text{मूलधन (P)} = \text{रु. } 3,000$$

$$\text{वर्षों की संख्या (n)} = 1$$

$$\text{ब्याज की दर (r)} = 7\%$$

$$= \frac{Pnr}{100}$$

$$= \frac{3000 \times 1 \times 7}{100}$$

$$= 900$$

$$I = 210$$

$$I = ₹ 900$$

$$\text{राशि (A)} = P + I$$

$$\text{राशि} = P + I$$

$$= 3000 + 210$$

$$= 7500 + 900$$

$$\text{बकाया राशि} = ₹ 8,400$$

$$\text{ब्याज} = ₹ 900, \text{ राशि} = ₹ 8,400$$

उन्हें जो राशि प्राप्त हुई (A) = ₹ 3,210

**वैकल्पिक विधि (Alternative method)**

2 रमानी ने 11% प्रति वर्ष की दर से 2 वर्षों के लिए ₹ 5000 का निवेश किया। 2 वर्ष के अंत में साधारण ब्याज और उसके द्वारा प्राप्त राशि ज्ञात करें।

$$\text{मूलधन (P)} = ₹ 7,500$$

**हल**

$$\text{वर्षों की संख्या (n)} = \frac{3}{2} \text{ वर्ष}$$

$$\text{मूलधन (P)} = ₹ 5,000$$

$$\text{ब्याज की दर (r)} = 8\%$$

$$\text{वर्षों की संख्या (n)} = 2 \text{ yrs}$$

$$A = P \left( 1 + \frac{nr}{100} \right)$$

$$\text{ब्याज की दर (r)} = 11\%$$

$$\begin{aligned} \text{ब्याज (I)} &= \frac{Pnr}{100} \\ &= \frac{5000 \times 2 \times 11}{100} \end{aligned}$$

$$= 7500 \left( 1 + \frac{\frac{3}{2} \times 8}{100} \right)$$

$$= 1100$$

$$= 7500 \left( 1 + \frac{3 \times 8}{2 \times 100} \right)$$

$$I = ₹ 1100$$

$$= 7500 \left( \frac{28}{25} \right)$$

$$\text{राशि (A)} = P + I$$

$$= 300 \times 28$$

$$= 5000 + 1100$$

$$= 8400$$

उन्हें जो राशि प्राप्त हुई (A) = ₹ 6,100

$$A = ₹ 8400$$

3 1 वर्ष 6 महीने के लिए 8% प्रति वर्ष की दर से ₹ 7,500 पर साधारण ब्याज और देय राशि ज्ञात करें।

$$\text{ब्याज (I)} = A - P$$

$$= 8400 - 7500$$

**हल**

**ब्याज (I) = ₹ 900, राशि = ₹ 8,400**

$$\text{मूलधन (P)} = ₹ 7,500$$

4 ₹ 6,750 पर 219 दिनों के लिए 10% प्रति वर्ष की दर से साधारण ब्याज और देय राशि ज्ञात करें।

$$\text{वर्षों की संख्या (n)} = 1 \text{ वर्ष 6 महीने}$$

**हल**

$$= 1 \frac{6}{12} \text{ yrs}$$

$$\text{मूलधन (P)} = ₹ 6,750$$

$$= 1 \frac{1}{2} \text{ yrs} = \frac{3}{2} \text{ yrs}$$

$$\text{वर्षों की संख्या (n)} = 219 \text{ दिन}$$

$$\text{ब्याज की दर (r)} = 8\%$$

$$= \frac{219}{365} \text{ year} = \frac{3}{2} \text{ year}$$

$$\text{ब्याज (I)} = \frac{Pnr}{100}$$

$$r = 10\%$$

$$= \frac{7500 \times \frac{3}{2} \times 8}{100}$$

$$I = \frac{Pnr}{100}$$

$$= \frac{7500 \times 3 \times 8}{2 \times 100}$$

$$= \frac{6750 \times 3 \times 10}{5 \times 100}$$

$$\begin{aligned}
 &= 405 \\
 I &= ₹ 405 \\
 \text{राशि} &= P + I \\
 &= 6750 + 405 \\
 \text{बकाया राशि} &= ₹ 7,155
 \end{aligned}$$

**ब्याज (I) = ₹ 405, राशि = ₹ 7,155**

- 5 रवि ने 7 जून 2006 को ₹ 4000 उधार लिए और 19 अगस्त 2006 को इसे वापस कर दिया। यदि ब्याज की गणना 5% प्रति वर्ष की दर से की जाती है, तो उसने भुगतान की गई राशि ज्ञात करें।

$$\begin{aligned}
 \text{मूलधन (P)} &= ₹ 4,000 \\
 r &= 5\% \\
 \text{दिनों की संख्या, जून} &= 24 \quad (30 - 6) \\
 \text{जुलाई} &= 31 \\
 \text{अगस्त} &= 18 \\
 \text{दिनों की कुल संख्या} &= 73 \\
 n &= 73 \text{ दिन}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{73}{365} \text{ वर्ष}$$

$$= \frac{1}{5} \text{ वर्ष}$$

$$\begin{aligned}
 \text{राशि} &= P \left( 1 + \frac{nr}{100} \right) \\
 &= 4000 \left( 1 + \frac{1 \times 5}{5 \times 100} \right) \\
 &= 4000 \left( 1 + \frac{1}{100} \right)
 \end{aligned}$$

$$= 4000 \left( \frac{101}{100} \right)$$

$$\text{राशि} = ₹ 4,040$$

- 6 प्रति वर्ष दर प्रतिशत ज्ञात कीजिए जब ₹ 7,000 का मूलधन 16 महीनों में ₹ 1,680 का S.I. कमाता है।

**हल**

$$\begin{aligned}
 \text{मूलधन (P)} &= ₹ 7,000 \\
 n &= 16 \text{ महीने} \\
 &= \frac{16}{12} \text{ yr} = \frac{4}{3} \text{ yr}
 \end{aligned}$$

$$I = ₹ 1,680$$

$$r = ?$$

$$r = \frac{100 I}{Pn}$$

$$= \frac{100 \times 1680}{700 \times \frac{4}{3}}$$

$$= \frac{100 \times 1680 \times 3}{7000 \times 4}$$

$$= 18$$

$$\text{ब्याज दर (R)} = 18\%$$

- 7 विजयन ने 5% प्रति वर्ष साधारण ब्याज की दर से ₹10,000 का निवेश किया। कुछ वर्षों के बाद उन्हें ₹ 11,000 प्राप्त हुए। वर्षों की संख्या ज्ञात कीजिए।

**हल**

$$A = ₹ 11,000$$

$$P = ₹ 10,000$$

$$r = 5\%$$

$$\begin{aligned}
 I &= A - P \\
 &= 11,000 - 10,000
 \end{aligned}$$

$$= 1,000$$

$$I = ₹ 1,000$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{100 I}{Pn} \\
 &= \frac{100 \times 1000}{10000 \times 5}
 \end{aligned}$$

$$\text{वर्षों की संख्या} = 2 \text{ वर्ष।}$$

**वैकल्पिक विधि (Alternative method)**

$$A = P \left( 1 + \frac{nr}{100} \right)$$

$$11000 = 10000 \left( 1 + \frac{n \times 5}{100} \right)$$

$$\frac{11}{10} = \frac{20 + n}{20}$$

$$\frac{11}{10} \times 20 = 20 + n$$

$$22 = 20 + n$$

$$22 - 20 = n$$

$$\text{वर्षों की संख्या} = 2$$

8 एक निश्चित समय में कोई धनराशि 8% प्रतिवर्ष की दर से तीन गुना हो जाती है। वर्षों की संख्या ज्ञात कीजिए।

हल

$$\begin{aligned} \text{माना मूलधन} &= ₹ P \\ \text{राशि} &= \text{मूलधन का तीन गुना} \\ &= ₹ 3P \\ \text{माना, } P &= 100 \\ 3P &= 3 \times 100 \\ r &= 8\% \\ n &= ? \\ I &= A - P \\ &= 300 - 100 \\ I &= ₹ 200 \\ n &= \frac{100 I}{Pn} = \frac{100 \times 200}{100 \times 8} \\ n &= \frac{200}{8} = 25 \end{aligned}$$

वर्षों की संख्या = 25

9 एक निश्चित धनराशि 8% की दर से 5 वर्षों में ₹ 10,080 हो जाती है। मूलधन का पता लगाएं।

हल

$$\begin{aligned} A &= ₹ 10,080 \\ n &= 5 \text{ years} \\ r &= 8\% \\ P &= ? \\ \text{मूलधन (P)} &= P \left( 1 + \frac{nr}{100} \right) \\ ₹ 10080 &= P \left( 1 + \frac{5 \times 8}{100} \right) \\ ₹ 10080 &= P \left( \frac{7}{5} \right) \\ ₹ 10080 \times \frac{5}{7} &= P \\ \text{मूलधन} &= ₹ 7,200 \end{aligned}$$

10 एक निश्चित राशि 4 वर्षों में क्रमशः ₹ 7,920 और 6 वर्षों में ₹ 8,880 हो जाती है। मूलधन और दर प्रतिशत ज्ञात करें।

हल

$$\begin{aligned} 6 \text{ वर्ष के अंत में राशि} &= \text{मूलधन} + 6 \text{ वर्ष का ब्याज} \\ &= P + I_6 = 8880 \\ 4 \text{ वर्ष के अंत में राशि} &= \text{मूलधन} + 4 \text{ वर्ष का ब्याज} \\ &= P + I_4 = 7920 \\ I_2 &= 8880 - 7920 \\ &= 960 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ वर्ष के अंत में ब्याज} &= ₹ 960 \\ \text{प्रथम वर्ष के अंत में ब्याज} &= \frac{960}{2} \\ &= 480 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ वर्ष के अंत में ब्याज} &= 480 \times 4 \\ &= 1,920 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P + I_4 &= 7920 \\ P + 1920 &= 7920 \\ P &= 7920 - 1920 \\ P &= 6,000 \\ \text{मूलधन} &= ₹ 6,000 \\ r &= \frac{100 I}{Pn} \\ &= \frac{100 \times 1920}{6000 \times 4} \end{aligned}$$

ब्याज दर (r) = 8%

चक्रवृद्धि ब्याज (Compound Interest)

राजेश ने एक बैंक से 2 वर्ष की निश्चित समयावधि के लिए 4% प्रति वर्ष की दर से ₹ 50,000 उधार लिए।

राजेश को पहले वर्ष के लिए भुगतान करना होगा।

$$\begin{aligned} \text{साधारण ब्याज} &= \frac{P \times n \times r}{100} \\ &= \frac{5200 \times 1 \times 4}{100} = ₹ 2,080 \end{aligned}$$

इसलिए राजेश को दूसरे वर्ष अधिक ब्याज देना होगा।

ब्याज की गणना करने के इस तरीके को चक्रवृद्धि ब्याज कहा जाता है।

यदि ब्याज मूलधन के साथ-साथ अर्जित ब्याज पर भी दिया जाता है, तो इसे चक्रवृद्धि ब्याज कहा जाता है।

आम तौर पर बैंकों, बीमा कंपनियों, डाकघरों और अन्य कंपनियों में जो पैसा उधार देते हैं और जमा स्वीकार करते हैं, ब्याज ज्ञात करने के लिए चक्रवृद्धि ब्याज का पालन किया जाता है।

### उदाहरण

राम ने 15% प्रति वर्ष के ब्याज पर 3 साल के लिए एक वित्त कंपनी में ₹ 8,000 जमा किए। 3 वर्ष के बाद राम को कितना चक्रवृद्धि ब्याज मिलेगा?

#### स्टेप 1 :

$$\begin{aligned}\text{प्रथम वर्ष का मूलधन} &= ₹ 8,000 \\ &= \frac{p \times n \times r}{100} \\ &= \frac{80000 \times 1 \times 15}{100} \\ &= ₹ 1,200\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{पहले वर्ष के अंत में राशि} &= P + I \\ &= 8,000 + 1,200 \\ &= ₹ 9,200\end{aligned}$$

#### स्टेप 2 :

$$\begin{aligned}\text{2<sup>nd</sup> वर्ष का मूलधन} &= ₹ 9,200 \\ \text{2<sup>nd</sup> वर्ष का ब्याज} &= \frac{p \times n \times r}{100} \\ &= \frac{9200 \times 1 \times 15}{100} \\ &= ₹ 1,380\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{2<sup>nd</sup> वर्ष के अंत में राशि} &= P + I \\ &= 9,200 + 1,380 \\ &= ₹ 10,580\end{aligned}$$

#### स्टेप 3 :

$$\begin{aligned}\text{3<sup>rd</sup> वर्ष का मूलधन} &= ₹ 10,580 \\ \text{3<sup>rd</sup> वर्ष का ब्याज} &= \frac{p \times n \times r}{100} \\ &= \frac{10580 \times 1 \times 15}{100} \\ &= ₹ 1,587\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{3<sup>rd</sup> वर्ष के अंत में राशि} &= P + I \\ &= 10,580 + 1,587 \\ &= ₹ 12,167\end{aligned}$$

अतः राम को 3 वर्ष बाद मिलने वाला चक्रवृद्धि ब्याज है

$$A - P = 12,167 - 8,000 = ₹ 4,167$$

### चक्रवृद्धि ब्याज के लिए डिडक्शन फार्मूला

उपरोक्त विधि जो हमने चक्रवृद्धि ब्याज की गणना के लिए उपयोग की है वह काफी लंबी और बोझिल होता है, खासकर जब समय की अवधि बहुत

बड़ी हो। इसलिए हम राशि और चक्रवृद्धि ब्याज की गणना के लिए एक फार्मूला प्राप्त करेंगे।

### उदाहरण

यदि मूलधन  $P$  है, प्रति वर्ष ब्याज दर  $r\%$  है और समयावधि या वर्षों की संख्या  $n$  है, तो हम चक्रवृद्धि ब्याज फार्मूला निम्नानुसार निकालते हैं:

#### स्टेप 1 :

$$\begin{aligned}\text{प्रथम वर्ष का मूलधन} &= P \\ \text{प्रथम वर्ष का ब्याज} &= \frac{p \times n \times r}{100} \\ &= \frac{p \times 1 \times r}{100} = \frac{Pr}{100}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{प्रथम वर्ष के अंत में राशि} &= P + I \\ &= P + \frac{Pr}{100} \\ &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)\end{aligned}$$

#### स्टेप 2 :

$$\begin{aligned}\text{2<sup>nd</sup> वर्ष के लिए मूलधन} &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right) \\ \text{2<sup>nd</sup> वर्ष के लिए ब्याज} &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right) \times \frac{1 \times r}{100} \\ &(\text{साधारण ब्याज फार्मूले का उपयोग करके}) \\ &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right) \times \frac{r}{100}\end{aligned}$$

$$\text{2<sup>nd</sup> वर्ष के अंत में राशि} = P + I$$

$$\begin{aligned}&= P \left(1 + \frac{r}{100}\right) + P \left(1 + \frac{r}{100}\right) \times \frac{r}{100} \\ &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right) \left(1 + \frac{r}{100}\right) \\ &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2\end{aligned}$$

#### स्टेप 3 :

$$\begin{aligned}\text{3<sup>rd</sup> वर्ष का मूलधन} &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2 \\ \text{3<sup>rd</sup> वर्ष का ब्याज} &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2 \times \frac{1 \times r}{100}\end{aligned}$$

(साधारण ब्याज फार्मूले का उपयोग करके)

$$= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2 \times \frac{r}{100}$$

$$\text{3<sup>rd</sup> वर्ष के अंत में राशि} = P + I$$

$$\begin{aligned}
&= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2 + P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2 \times \frac{r}{100} \\
&= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^2 \left(1 + \frac{r}{100}\right) \\
&= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^3
\end{aligned}$$

इसी प्रकार,  $n$  वर्ष के अंत में राशि है

$$A = P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \text{ और 'n' वर्ष के अंत में C.I. दिया गया है}$$

द्वारा,

$$\text{चक्रवृद्धि ब्याज (C.I.)} = A - P$$

$$(\text{अर्थात्}) \text{ चक्रवृद्धि ब्याज (C.I.)} = P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n - P$$

**चक्रवृद्धि ब्याज की गणना करना**

**स्थिति 1: वार्षिक रूप से जुड़ता है**

जब प्रत्येक वर्ष के अंत में ब्याज मूलधन में जोड़ा जाता है, तो हम कहते हैं कि ब्याज वार्षिक रूप से चक्रवृद्धि होता है।

यहाँ,

$$A = P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \text{ and C.I.} = A - P$$

**स्थिति 2: अर्धवार्षिक (अर्धवार्षिक) जुड़ता है**

जब ब्याज अर्ध-वार्षिक रूप से संयोजित होता है, तो एक वर्ष में 6 महीने के बाद दो रूपांतरण अवधि होती हैं। ऐसी स्थिति में अर्धवार्षिक दर वार्षिक दर की आधी होगी, अर्थात्  $\frac{r}{2}$ ।

इस मामले में,

$$A = P \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{r}{100}\right)\right)^{2n} \text{ and C.I.} = A - P$$

**स्थिति 3: तिमाही चक्रवृद्धि**

जब ब्याज में तिमाही रूप से संयोजित होता है, तो एक वर्ष में चार होते हैं एक वर्ष में परिवर्तन अवधि एवं तिमाही दर वार्षिक दर का एक-चौथाई होगा, यानी  $\frac{r}{4}$ ।

इस मामले में,

$$A = P \left(1 + \frac{1}{4} \left(\frac{r}{100}\right)\right)^{4n} \text{ and C.I.} = A - P$$

**स्थिति 4: समय एक वर्ष का अंश होने पर जुड़ता है**

जब ब्याज वार्षिक रूप से जुड़ता है तो समय एक अंश होता है।

इस मामले में, जब ब्याज वार्षिक रूप से जुड़ता है, लेकिन समय एक वर्ष का एक अंश, मान लीजिए  $5\frac{1}{4}$  वर्ष है, तो राशि

A द्वारा दिया गया है

$$5 \text{ वर्षों के लिए} \quad \frac{1}{4} \text{ वर्षों के लिए}$$

**उदाहरण**

$$A = P \left(1 + \frac{r}{2}\right)^5 \left[1 + \frac{1}{4} \left(\frac{r}{100}\right)\right] \text{ and C.I.} = A - P$$

**₹ 15,625 पर 8% प्रति वर्ष की दर से 3 वर्षों के लिए C.I. ज्ञात कीजिए, जो वार्षिक रूप से जुड़ता आ रहा है।**

**हल**

हम जानते हैं,

$$\begin{aligned}
3 \text{ वर्ष बाद राशि} &= P \left(1 + \frac{r}{100}\right)^3 \\
&= 15625 \left(1 + \frac{8}{100}\right)^3 \\
&= 15625 \left(1 + \frac{2}{25}\right)^3 \\
&= 15625 \left(\frac{27}{25}\right)^3 \\
&= 15625 \times \frac{27}{25} \times \frac{27}{25} \times \frac{27}{25} \\
&= 19,683
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{अब, चक्रवृद्धि ब्याज} &= A - P \\
&= 19,683 - 15,625 \\
&= ₹ 4,058
\end{aligned}$$

**जब ब्याज वार्षिक या अर्ध-वार्षिक रूप से जुड़ता है तो C.I. ज्ञात करें।**

आइए देखें कि यदि ब्याज वार्षिक या अर्ध-वार्षिक रूप से किया जाता है तो एक वर्ष की अवधि में 100 का क्या होता है।

| क्र.सं. | वार्षिक                                                       | अर्धवार्षिक                                                                                                                                                      |
|---------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | $P = ₹ 100$ 10% प्रति वर्ष की दर से वार्षिक चक्रवृद्धि दर पर। | $P = ₹ 100$ , 10% प्रति वर्ष की दर से अर्ध-वार्षिक रूप से जोड़ा गया है।                                                                                          |
| 2       | समयावधि 1 वर्ष है।                                            | समयावधि 6 माह अथवा $1/2$ वर्ष है।                                                                                                                                |
| 3       | $I = \frac{100 \times 10 \times 1}{100} = ₹ 10$               | $I = \frac{100 \times 10 \times \frac{1}{2}}{100} = ₹ 5$                                                                                                         |
| 4       | $A = 100 + 10 = ₹ 110$                                        | $A = 100 + 5 = ₹ 105$<br>अगले 6 महीनों के लिए, $P = ₹ 105$<br>अतः $I = \frac{100 \times 10 \times \frac{1}{2}}{100} = ₹ 5.25$ and<br>$A = 105 + 5.25 = ₹ 110.25$ |
| 5       | $A = ₹ 110$                                                   | $A = ₹ 110.25$                                                                                                                                                   |

इस प्रकार, यदि ब्याज अर्ध-वार्षिक रूप से जोड़ा जाता है, तो हम ब्याज की गणना दो बार करते हैं और दर को वार्षिक दर का आधा माना जाता है।

#### उदाहरण

1 ₹ 1000 पर 18 महीने के लिए 10% प्रति वर्ष की दर से चक्रवृद्धि ब्याज ज्ञात करें जब ब्याज अर्धवार्षिक रूप से संयोजित होता है।

#### हल

यहाँ,  $P = ₹ 1000$ ,  $r = 10\%$  प्रति वर्ष।

$$\text{और } n = 18 \text{ महीने} = \frac{18}{12} \text{ वर्ष} = \frac{3}{2} \text{ वर्ष} = 1\frac{1}{2} \text{ वर्ष}$$

$$\begin{aligned} \therefore 18 \text{ माह बाद राशि} &= P \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{r}{100} \right) \right]^{2n} \\ &= 1000 \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{10}{100} \right) \right]^{2 \times \frac{3}{2}} \\ &= 1000 \left[ 1 + \frac{10}{200} \right]^3 \\ &= 1000 \left( \frac{21}{20} \right)^3 \\ &= 1000 \times \frac{21}{20} \times \frac{21}{20} \times \frac{21}{20} \\ &= ₹ 1157.625 \\ &= ₹ 1157.63 \\ \text{C.I} &= A - P \\ &= 1157.63 - 1000 \end{aligned}$$

चक्रवृद्धि ब्याज = ₹ 157.63

2 ₹ 20,000 पर  $2\frac{1}{3}$  वर्ष के लिए 15% प्रति वर्ष की दर से चक्रवृद्धि ब्याज ज्ञात करें।

#### हल

$$\begin{aligned} \text{यहाँ, } P &= ₹ 20,000, r = 15\% \text{ प्रति वर्ष, और } n = 2\frac{1}{3} \text{ वर्ष} \\ 2\frac{1}{3} \text{ वर्ष बाद की राशि } A &= P \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^2 \left( 1 + \frac{1}{3} \left( \frac{r}{100} \right) \right) \\ &= 2000 \left( 1 + \frac{15}{100} \right)^2 \left( 1 + \frac{1}{3} \left( \frac{15}{100} \right) \right) \\ &= 2000 \left( 1 + \frac{3}{20} \right)^2 \left( 1 + \frac{1}{20} \right) \\ &= 2000 \left( \frac{23}{20} \right)^2 \left( \frac{21}{20} \right) \\ &= 2000 \times \frac{23}{20} \times \frac{23}{20} \times \frac{21}{20} \end{aligned}$$

$$= ₹ 27,772.50$$

$$\text{C.I} = A - P$$

$$= 27,772.50 - 20,000$$

$$\text{चक्रवृद्धि ब्याज} = ₹ 7,772.50$$

#### चक्रवृद्धि ब्याज पर विपरीत समस्याएँ

$$\text{हम पहले ही सूत्र सीख चुके हैं, } A = P \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^n$$

जहाँ चार चर  $A$ ,  $P$ ,  $r$  और  $n$  शामिल हैं। इन चार चरों में से यदि कोई तीन चर ज्ञात हों तो हम चौथे चर की गणना कर सकते हैं।

#### उदाहरण

1 किस वार्षिक दर पर ₹ 640 की राशि 2 वर्षों में ₹ 774.40 हो जाएगी, ब्याज वार्षिक रूप से जोड़ा जाएगा ?

#### हल

दिया गया है:  $P = ₹ 640$ ,  $A = ₹ 774.40$ ,  $n = 2$  वर्ष,  $r = ?$

हम जानते हैं,

$$A = P \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^n$$

$$774.40 = 640 \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^n$$

$$\frac{774.40}{640} = \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^2$$

$$\frac{77440}{64000} = \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^2$$

$$\frac{121}{100} = \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^2$$

$$\left( \frac{11}{10} \right)^2 = \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^2$$

( $\therefore$  दोनों तरफ का वर्गमूल हटा दें)

$$\frac{11}{10} = \frac{100 + r}{100}$$

$$\frac{11}{10} \times 100 = 100 + r$$

$$110 = 100 + r$$

$$r = 110 - 100$$

$$r = 10\%$$

दर  $r = 10\%$  प्रति वर्ष

2 कितने समय में ₹ 1600 की राशि 5% वार्षिक चक्रवृद्धि ब्याज की दर से ₹ 1852.20 हो जाएगी।

हल

दिया गया है:  $P = ₹1600$ ,  $A = ₹1852.20$ ,  $r = 5\%$  प्रति वर्ष,  $n = ?$

हम जानते हैं,

$$A = P \left( 1 + \frac{r^n}{100} \right)$$

$$1852.20 = 1600 \left( 1 + \frac{5}{100} \right)^n$$

$$\frac{1852.20}{1600} = \left( \frac{105}{100} \right)^n$$

$$\frac{185220}{160000} = \left( \frac{21}{20} \right)^n$$

$$\frac{9261}{8000} = \left( \frac{21}{20} \right)^n$$

$$\therefore n = 3 \text{ years}$$

3 वह मूलधन ज्ञात कीजिए जिस पर 4% वार्षिक ब्याज दर पर 2 वर्षों में ₹ 1632 का चक्रवृद्धि ब्याज प्राप्त होगा।

हल

दिया गया है: C.I = ₹ 1632,  $n = 2$  वर्ष,  $r = 4\%$  वार्षिक

$$P = ?$$

हम जानते हैं,

$$\text{राशि} - \text{मूलधन} = \text{चक्रवृद्धि ब्याज}$$

$$A - P = \text{C.I.}$$

$$-P = \text{C.I.} - A$$

$$+P = A - \text{C.I.}$$

$$= P \left( 1 + \frac{r}{100} \right)^n - \text{C.I.}$$

$$= P \left( 1 + \frac{4}{100} \right)^2 - 1632$$

$$= P \times \frac{23}{20} \times \frac{23}{20} - 1632$$

$$P = 1.0816P - 1632$$

$$1P - 1.0816P = -1632$$

$$-0.0816P = -1632$$

$$0.0816P = 1632$$

$$= 20,000$$

$$\text{मूलधन} = ₹ 20,000$$

साधारण ब्याज और चक्रवृद्धि ब्याज के बीच अंतर

जब  $P$  मूलधन है,  $n = 2$  वर्ष और  $r$  ब्याज दर है

$$2 \text{ वर्षों के लिए C.I और S.I के बीच अंतर} = P \left( \frac{r}{100} \right)^2$$

उदाहरण

2 वर्षों में 10% प्रति वर्ष की दर पर उधार दी गई ₹ 8,000 की राशि के लिए साधारण ब्याज और चक्रवृद्धि ब्याज के बीच अंतर ज्ञात करें।

हल

यहां,  $P = ₹ 8000$ ,  $n = 2$  वर्ष,  $r = 10\%$  वार्षिक।

चक्रवृद्धि ब्याज और साधारण ब्याज के बीच अंतर

$$2 \text{ वर्षों के लिये} = P \left( \frac{r}{100} \right)^2$$

$$= 8000 \left( \frac{10}{100} \right)^2$$

$$= 8000 \left( \frac{1}{10} \right)^2$$

$$= 8000 \times \frac{1}{20} \times \frac{1}{20}$$

$$= ₹ 80$$

## असाइनमेंट A (Assignment A)

- यदि मूलधन = ₹.5000, ब्याज = ₹.500. राशि ज्ञात कीजिए।
- यदि मूलधन = ₹.12500, राशि = ₹.17500. ब्याज ज्ञात करें।
- यदि राशि 25000 रुपये है, तो इसका ब्याज 6000 है, इसके मूलधन की गणना करें।
- यदि मूलधन = 8450 रुपये, ब्याज 750 है। राशि की गणना करें।
- यदि मूलधन = 12000 रुपये, राशि = 15600 रुपये। ब्याज ज्ञात करें।

## असाइनमेंट B (Assignment B)

### निम्नलिखित को रूपांतरित करें

- 6 महीने = \_\_\_\_\_ वर्ष।
- 10 महीने = \_\_\_\_\_ वर्ष।
- सप्ताह में 259 दिन।
- 22 सप्ताहों को दिनों में।
- साल में 170 दिन
- साल में 292 दिन.
- जुलाई और अगस्त का महीना = \_\_\_\_\_ दिन
- 2 वर्ष 6 महीने = \_\_\_\_\_ वर्ष
- 15 वर्ष = \_\_\_\_\_ महीने
- 144 महीने = \_\_\_\_\_ वर्ष।

## असाइनमेंट C (Assignment C)

- रमानी ने 2 वर्षों के लिए 10% प्रति वर्ष की दर से 1000 रुपये का निवेश किया। साधारण ब्याज ज्ञात करें।
- 5 वर्षों के लिए 10% प्रति वर्ष की दर से ₹ 5,000 पर S.I. और राशि ज्ञात करें।
- 1,200 रुपये पर 3 वर्षों के लिए 12½% प्रति वर्ष की दर से S.I. और राशि ज्ञात करें।
- कामेश ने एक बैंक में ₹ 10,000 का निवेश किया जो प्रति वर्ष 10% ब्याज देता है। वह 2 वर्ष और 3 महीने के बाद राशि निकाल लेता है। उसे प्राप्त होने वाला ब्याज ज्ञात करें।
- वह राशि ज्ञात करें जब ₹ 2,500 को 146 दिनों के लिए 13% प्रति वर्ष की दर से निवेश किया जाता है।
- 21 मई 1999 से 2 अगस्त 1999 तक 9% प्रति वर्ष की दर से ₹ 12,000 पर एस.आई. और राशि ज्ञात करें।
- शांति ने एक बैंक में ₹ 6,000 जमा किए और 5 वर्ष के अंत में 7500 प्राप्त किए। ब्याज की दर ज्ञात करें।
- वह मूलधन ज्ञात करें जिस पर 10% प्रति वर्ष की दर से ढाई वर्ष में ₹ 250 का साधारण ब्याज मिलता है।
- कितने वर्षों में ₹ 5,000 की राशि 8% प्रति वर्ष की दर से ₹ 5,800 हो जाएगी?
- एक धनराशि 10 वर्षों में दोगुनी हो जाती है। ब्याज की दर ज्ञात करें।
- एक धनराशि एक निश्चित अवधि में प्रति वर्ष 12½ में दोगुनी हो जाती है। वर्षों की संख्या ज्ञात करें।
- एक निश्चित धनराशि 6% ब्याज दर पर 3 वर्षों में ₹ 6,372 हो जाती है। मूलधन का पता लगाएं।
- एक निश्चित धनराशि 3 वर्षों में क्रमशः ₹ 6,500 और डेढ़ वर्षों में ₹ 5,750 हो जाती है। मूलधन और दर प्रतिशत ज्ञात करें।
- 3,600 रुपये पर 3 वर्ष और 9 महीने के लिए 15% प्रति वर्ष की दर से S.I. और राशि ज्ञात करें।
- वह मूलधन ज्ञात करें जो 16% प्रति वर्ष की दर से 3¼ वर्षों में साधारण ब्याज के रूप में ₹ 2,080 प्राप्त करता है।

## असाइनमेंट D (Assignment D)

- निम्नलिखित मामलों में राशि और चक्रवृद्धि ब्याज ज्ञात करें:

| Sl. No. | Principal in Rs. | Rate % per annum | Time in years |
|---------|------------------|------------------|---------------|
| a       | 1000             | 5%               | 3             |
| b       | 4000             | 6%               | 2             |
| c       | 18000            | 10%              | 2½            |

- संकरी ने एलेक्स से 2 साल के लिए 12½% प्रति वर्ष की दर पर 8,000 रुपये उधार लिए। यदि ब्याज वार्षिक रूप से संयोजित होता है तो संकरी ने एलेक्स को कितना ब्याज दिया?
- 24000 रुपये पर 1½ वर्ष के लिए 10% प्रति वर्ष की दर से अर्धवार्षिक चक्रवृद्धि ब्याज ज्ञात कीजिए।
- यदि दिवाकर 8192 रुपये 18 महीने के लिए 12½% वार्षिक ब्याज दर पर निवेश करते हैं, तो उन्हें मिलने वाली राशि ज्ञात कीजिए, ब्याज अर्धवार्षिक रूप से जमा होगा।
- अंबू ने एक बैंक से 1½ वर्ष के लिए 10% प्रति वर्ष की दर पर 80,000 रुपये का ऋण लिया। यदि ब्याज वार्षिक रूप से संयोजित होता है तो अंबू ने बैंक को कितना ब्याज दिया।

- 6 वह राशि ज्ञात कीजिए जो मणिमेगालाई को प्राप्त होगी यदि वह 18 महीने के लिए 10% प्रति वर्ष की दर से 80,000 रुपये का निवेश करती है, ब्याज अर्ध-वार्षिक रूप से संयोजित होता है।
- 7 15625 रुपये पर 9 माह के लिए 16% वार्षिक दर से चक्रवृद्धि ब्याज ज्ञात कीजिए जो तिमाही आधार पर संयोजित होता है।
- 8 राजू ने एक बैंक से 80,000 रुपये का ऋण लिया। यदि ब्याज की दर 10% प्रति वर्ष है, तो डेढ़ वर्ष के बाद भुगतान की जाने वाली राशि में अंतर ज्ञात कीजिए, यदि वार्षिक रूप से संयोजित ब्याज रु. 92400 है, और अर्धवार्षिक रूप से रु. 92610 संयोजित है।
- 9 गुना ने एक स्कूटर खरीदने के लिए एक बैंक से 15% वार्षिक चक्रवृद्धि दर पर 26400 रुपये उधार लिए। ऋण चुकाने के लिए वह 2 वर्ष के अंत में कितनी राशि का भुगतान करेगा?
- 10 2400 रुपये पर 5% प्रति वर्ष की दर से 2 वर्षों में साधारण ब्याज और चक्रवृद्धि ब्याज के बीच अंतर ज्ञात करें।
- 11 6400 रुपये पर 2 वर्षों के लिए  $6\frac{1}{4}\%$  प्रतिवर्ष की दर से साधारण ब्याज और चक्रवृद्धि ब्याज के बीच अंतर ज्ञात करें।

## असाइनमेंट E (Assignment E)

### I MCQ (बहुविकल्पीय प्रश्न)

- 1 मूल विक्रय मूल्य से कटौती को \_\_\_\_ कहा जाता है  
A हानि B सूची मूल्य  
C लाभ D अंकित मूल्य
- 2 एक आदमी एक वस्तु 27.50 रुपये में खरीदता है और उसे 28.60 रुपये में बेचता है। उसका लाभ प्रतिशत ज्ञात करें  
A 1% B 2%  
C 3% D 4%
- 3 एक टीवी 5000 रुपये में खरीदा जाता है और 4000 रुपये में बेचा जाता है, हानि प्रतिशत ज्ञात करें।  
A 10% B 20%  
C 25% D 28%
- 4 एक व्यक्ति को 1140 रुपये में एक घड़ी बेचने पर 5% की हानि होती है। 5% लाभ कमाने के लिए घड़ी को किस कीमत पर बेचा जाना चाहिए?  
A रु. 1200 B रु. 1230  
C रु. 1260 D रु. 1290
- 5 एक किताब 10% लाभ पर 27.50 रुपये में बेची गई। यदि इसे 25.75 रुपये में बेचा जाता, तो लाभ और हानि का प्रतिशत क्या होता?  
A 2% लाभ B 3% लाभ  
C 2% हानि D 3% हानि
- 6 अल्फ्रेड एक पुराना स्कूटर 4700 रुपये में खरीदता है और उसकी मरम्मत पर 800 रुपये खर्च करता है। यदि वह स्कूटर को 5800 रुपये में बेचता है तो उसका लाभ प्रतिशत \_\_\_\_\_ है  
A 6.19% B 6.17%  
C 5.4545% D 3.5111%
- 7 यदि लागत मूल्य विक्रय मूल्य का 25% है तो लाभ प्रतिशत क्या है?  
A 150% B 200%  
C 300% D 350%
- 8 20 वस्तुओं का लागत मूल्य x वस्तुओं के विक्रय मूल्य के बराबर है। यदि लाभ 25% है, तो x का मान ज्ञात करें।  
A 13 B 14  
C 15 D 16
- 9 एक आदमी एक वस्तु 1200 रुपये में खरीदता है और उसे 20 प्रतिशत हानि पर बेच देता है। तो उस वस्तु का विक्रय मूल्य क्या है?  
A 660 B 760  
C 860 D 960
- 10 एक प्लॉट 15% हानि के साथ 18,700 रुपये में बेचा गया। 15% का लाभ प्राप्त करने के लिए इसे किस कीमत पर बेचा जाना चाहिए?  
A रु. 25300 B रु. 22300  
C रु. 24300 D रु. 21300
- 11 एक व्यक्ति एक वस्तु को एक निश्चित कीमत पर बेचकर 20% का लाभ प्राप्त करता है। यदि वह इसे दोगुनी कीमत पर बेचता है, तो लाभ का प्रतिशत क्या होगा?  
A 130% B 140%  
C 150% D 160%
- 12 यदि 12 पेन का क्रय मूल्य 8 पेन के विक्रय मूल्य के बराबर है, तो लाभ प्रतिशत क्या है?  
A 12% B 30%  
C 50% D 60%

13 रयान ने एक घड़ी 75 रुपये में खरीदी और उसे 100 रुपये में बेच दी। उसका लाभ प्रतिशत \_\_\_\_\_ है

- A 25% B  $33\frac{1}{3}\%$   
C 20% D  $37\frac{1}{2}\%$

14 एक बल्ला 120 रुपये में खरीदा जाता है और 105 रुपये में बेचा जाता है, हानि प्रतिशत \_\_\_\_\_ है

- A  $15\frac{1}{3}\%$  B  $14\frac{1}{5}\%$   
C 15% D  $16\frac{2}{3}\%$

15 एक आदमी ने 34 रुपये में 8 सेब खरीदे और उन्हें 57 रुपये में 12 सेब बेचे। 45 रुपये का पूरा लाभ कमाने के लिए कितने सेब बेचे जाने चाहिए?

- A 90 B 100  
C 135 D 150

16 एक व्यापारी ने एक वस्तु 20% हानि पर बेची। यदि उसने इसे 100 रुपये अधिक पर बेचा होता, तो उसे 5% का लाभ होना चाहिए था। वस्तु का लागत मूल्य \_\_\_\_\_ था

- A रु. 360 B रु. 400  
C रु. 425 D रु. 450

17 किसी वस्तु पर लागत मूल्य से कितने प्रतिशत अधिक मूल्य अंकित किया जाना चाहिए ताकि ग्राहक को 5% की छूट देने के बाद 33% का लाभ प्राप्त हो सके?

- A 35% B 38%  
C 40% D 42%

18 एक दुकानदार मुद्रित मूल्य पर 10% छूट पर एक किताब बेचने पर 12% का लाभ कमाता है। पुस्तक के क्रय मूल्य और अंकित मूल्य का अनुपात है

- A 45:56 B 45:51  
C 47:56 D 47:51

19 एक साइकिल को 2,850 रुपये में बेचने पर एक दुकानदार को 14% का लाभ होता है। यदि लाभ घटाकर 8% कर दिया जाए तो विक्रय मूल्य होगा

- A रु. 2600 B रु. 2700  
C रु. 2800 D रु. 3000

20 एक व्यक्ति ने एक घोड़ा 15% के लाभ पर बेचा। यदि उसने इसे 25% कम में खरीदा और 600 रुपये कम में बेचा, तो उसे 32% का लाभ हुआ। घोड़े का क्रय मूल्य था:

- A रु. 3750 B रु. 3250  
C रु. 2750 D रु. 2250

21 यदि कोई व्यक्ति अपनी कुर्सी 100 रुपये में बेचे। 720 पर, उसे 25% का नुकसान होगा। 25% लाभ प्राप्त करने के लिए उसे इसे बेचना चाहिए:

- A रु. 1200 B रु. 1000  
C रु. 960 D रु. 900

22 यदि हर्ष ने एक मैच टिकट 340 रुपये में 25% के लाभ पर बेचा, तो उसने टिकट किस कीमत पर खरीदा?

- A 280 B 255  
C 300 D 272

23 ग्यारह बैग 1000 रुपये में खरीदे जाते हैं और 10 बैग 1100 रुपये में बेचे जाते हैं। प्रतिशत में लाभ या हानि क्या है?

- A 10% B 21%  
C 25% D 20%

24 एक आदमी 27.50 रुपये में एक वस्तु खरीदता है और इसे 28.60 रुपये में बेचता है। इसका लाभ प्रतिशत ज्ञात करें?

- A 1% B 2%  
C 3% D 4%

## II MCQ

1 5200 रुपये पर 2 वर्ष के लिए 6% प्रति वर्ष की दर से साधारण ब्याज ज्ञात करें।

- A रु. 450 B रु. 524  
C रु. 600 D रु. 624

2 1200 रुपये को 5% प्रति वर्ष साधारण ब्याज पर 3 वर्ष के लिए उधार दिया जाता है। 3 वर्ष बाद राशि ज्ञात करें।

- A रु. 1380 B रु. 1290  
C रु. 1470 D रु. 1200

3 5000 रुपये की राशि पर 3 वर्षों के लिए प्राप्त ब्याज 1500 रुपये है। प्रतिशत दर ज्ञात कीजिए।

- A रु. 8% B रु. 9%  
C रु. 10% D रु. 11%

4 2100 रुपये को 2 वर्षों के लिए 5% प्रति वर्ष के चक्रवृद्धि ब्याज पर उधार दिया जाता है। दो वर्ष बाद राशि ज्ञात करें।

- A रु. 2300 B रु. 2315.25  
C रु. 2310 D रु. 2320

5 2000 रुपये के मूलधन पर 2 वर्षों के लिए 5% प्रति वर्ष की दर से साधारण ब्याज और चक्रवृद्धि ब्याज के बीच अंतर ज्ञात करें?

- A रु. 5 B रु. 10.5

- C रु. 4.5                      D रु. 5.5
- 6 एक बैंक अर्धवार्षिक आधार पर गणना की गई 5% चक्रवृद्धि ब्याज की पेशकश करता है। एक ग्राहक प्रत्येक वर्ष 1 जनवरी और 1 जुलाई को 1600 रुपये जमा करता है। वर्ष के अंत में, उसे ब्याज के रूप में कितनी राशि प्राप्त हुई होगी:
- A रु. 120                      B रु. 121  
C रु. 122                      D रु. 123
- 7 साधारण ब्याज पर 6 वर्षों में एक राशि में 60% की वृद्धि होती है। उसी दर पर 3 वर्ष बाद 12,000 रुपये का चक्रवृद्धि ब्याज क्या होगा?
- A रु. 2160                      B रु. 3120  
C रु. 3972                      D रु. 6240
- 8 5000 रुपये पर  $1\frac{1}{2}$  वर्षों के लिए 4% वार्षिक दर से वार्षिक और अर्ध-वार्षिक चक्रवृद्धि ब्याज के बीच क्या अंतर है?
- A रु. 2.04                      B रु. 3.06  
C रु. 4.80                      D रु. 8.30
- 9 30,000 रुपये पर 7% वार्षिक दर से चक्रवृद्धि ब्याज 4347 रुपये है। उनकी अवधि (वर्षों में) है
- A रु.2                      B रु  $2\frac{1}{2}$   
C रु.3                      D रु.4
- 10 25000 रुपये की राशि पर 12 प्रतिशत प्रति वर्ष की दर से 3 वर्ष बाद चक्रवृद्धि ब्याज कितना होगा?
- A रु. 9000.30                      B रु. 9720  
C रु. 10123.20                      D रु. 10483.20
- 11 प्रति वर्ष चक्रवृद्धि ब्याज की किस दर से 1200 रुपये की राशि 2 वर्षों में 1348.32 रुपये हो जाएगी?
- A 6%                      B 6.5%  
C 7%                      D 7.5%
- 12 अल्बर्ट ने एक सावधि जमा योजना में 8000 रुपये की राशि 2 वर्षों के लिए चक्रवृद्धि ब्याज दर 5 P.C.P.A पर निवेश की। फिक्स्ड डिपॉजिट की मट्युरिटी पर अल्बर्ट को कितनी राशि मिलेगी?
- A रु. 8600                      B रु. 8620  
C रु. 8820                      D रु. 8940

## आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार पर लागू होने वाली सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade)

### परिचय

#### 1 आकलन करना (Estimating)

आकलन करने का अर्थ है किसी कार्य को निष्पादित करने के लिए आवश्यक विभिन्न वस्तुओं की मात्रा निर्धारित करना और निष्पादन की लागत का आकलन करना। अनुमानक प्रारंभिक योजना के दौरान प्राप्त आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए, वस्तुओं और मात्राओं की एक सूची तैयार करता है। लागत का निर्धारण उसके द्वारा मूल्य सूची और श्रम दरों की अनुसूची से परामर्श करके किया जाता है। आकलन करने के विभिन्न स्टेप हैं:

- आवश्यक वस्तुओं और मात्राओं की एक सूची बनाएं।
- विभिन्न वस्तुओं के मूल्य निर्धारण के लिए दर कैटलॉग से परामर्श लें।
- कार्य को पूरा करने के लिए आवश्यक श्रमिकों की सटीक संख्या का आकलन करें और श्रम दरों की अनुसूची से परामर्श करने के बाद श्रम लागत को तैयार किए जा रहे आकलन में जोड़ें। यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि आवश्यक कामगारों की संख्या सेवाओं को पूरा करने के लिए निर्धारित समय सीमा पर निर्भर है।
- पर्यवेक्षण शुल्क और निष्पादक का लाभ जोड़ें।
- सरकारी संगठन के मामले में, जहां कार्य ठेकेदार द्वारा निष्पादित किया जाना है, निष्पादन के दौरान किसी भी गलतफहमी से बचने के लिए, प्रत्येक आइटम का विवरण सही ढंग से निर्दिष्ट करने के बाद ही निविदाएं जारी की जाती हैं।

आकलन करने के लिए निम्नलिखित बातें आवश्यक हैं।

- ड्राइंग:** कार्य के निष्पादन के लिए और आकलन करने के लिए आयाम के साथ भवन के आवश्यक ड्राइंग की भी आवश्यकता होती है। इलेक्ट्रिकल इंस्टालेशन के लिए तारों का लेआउट पॉइंट्स आदि की स्थिति के साथ एक अलग ड्राइंग पर दिखाया जाना चाहिए।
- सामग्रियों की विशिष्टताएँ:** विशिष्टताएँ सामग्रियों का विवरण, ब्रांड नाम, गुणवत्ता का ग्रेड, करंट और वोल्टेज की रेटिंग, BIS या ISO जैसे गुणवत्ता प्रमाणन आदि देती हैं। विशिष्टता वायरमैन और उपभोक्ता दोनों को व्यावसायिक अभ्यास, लागत और आवश्यकता के अनुसार सामग्री का चयन करने में मदद करती है।

#### प्राइस कैटलॉग

यह एक कैटलॉग के रूप में है जिसमें विभिन्न शर्तों की दरें दर्शाई गई हैं। बाजार में भिन्नता होने पर प्राइस सूची में संशोधन करना आवश्यक है।

#### श्रम दरों की अनुसूची

यह श्रम दरों को दर्शाने वाली कैटलॉग के रूप में भी है।

### दरों की अनुसूची और डेटा का आकलन

लगभग सभी सरकारी विभागों ने आकलन करने की प्रक्रिया को सुविधाजनक बनाने के लिए दरों की अनुसूची या अनुमान डेटा प्रकाशित किया है। इन अनुसूचियों या आंकड़ों में, विभिन्न आकार के तार, एल्यूमीनियम कंडक्टर, पोल आदि के साथ प्रति मीटर वायरिंग, ओवरहेड लाइनों आदि के लिए श्रम शुल्क सहित अनुमानित लागत दी जाती है। इस तरह के दस्तावेज़ की सहायता से, किसी भी सर्विस की लागत पर काम करने के बाद केवल ओवरहेड शुल्क जैसे पर्यवेक्षण, विभागीय शुल्क आदि को जोड़ना आवश्यक है।

#### कंडक्टर के आकार का निर्धारण

आकलन करने से पहले तार, केबल या एल्यूमीनियम कंडक्टर के आकार का पता लगाना आवश्यक है। आकार की गणना करते समय निम्नलिखित आवश्यक बिंदुओं पर विचार किया जाना चाहिए:

- करंट कैरिंग कैपेसिटी
- वोल्टेज ड्रॉप
- न्यूनतम अनुमेय आकार

निम्नलिखित आलेखों में इनकी अलग से चर्चा की गई है।

#### करंट कैरिंग कैपेसिटी

किसी भी सर्किट में धारा का मान उप-सर्किट की तुलना में अधिक होगा। उप सर्किट में जैसे-जैसे भार घटता है, धारा भी कम हो जाती है। इस प्रकार सर्विस को उनके माध्यम से प्रवाहित होने वाली धारा की मात्रा के अनुसार समूहों में विभाजित करना बहुत आवश्यक है। तत्पश्चात, प्रत्येक समूह में तार का आकार निर्धारित किया जाता है।

#### वोल्टेज ड्रॉप

जैसा कि पाठकों को ज्ञात है कि वोल्टेज ड्रॉप तब होता है जब तारों के माध्यम से करंट प्रवाहित होता है और यह उतना ही कम होना चाहिए जितना अनुमानित और किफायती हो। वोल्टेज ड्रॉप को ओम के नियम द्वारा निर्धारित किया जा सकता है। चूँकि प्रतिरोध क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है, इसलिए यदि तार का क्षेत्रफल अधिक है तो वोल्टेज ड्रॉप कम होगा।

#### न्यूनतम अनुमानित आकार

यांत्रिक कारणों से तार, U/G केबल और कंडक्टर का न्यूनतम अनुमानित आकार इस प्रकार होना चाहिए:

- तार: एल्यूमीनियम तार का क्षेत्रफल 1.5 sq.mm से कम नहीं होना चाहिए और इसका सिंगल स्टैंड 1.40 mm व्यास से कम नहीं होना चाहिए।

- b U/G केबल : दो कोर केबल के लिए कंडक्टर का क्षेत्र sq.mm से कम नहीं होना चाहिए। साढ़े तीन कोर केबल के लिए कंडक्टर का क्षेत्रफल 50 sq.mm या उससे अधिक होना चाहिए।

A.C.S.R. A.C.S.R का आकार  $\frac{6}{0.83}$  इंच या  $\frac{6}{1 \times 21.08}$  मिमी से कम नहीं

होना चाहिए, जिसका क्रॉस सेक्शन का कुल क्षेत्रफल 20-71 sq.mm है।

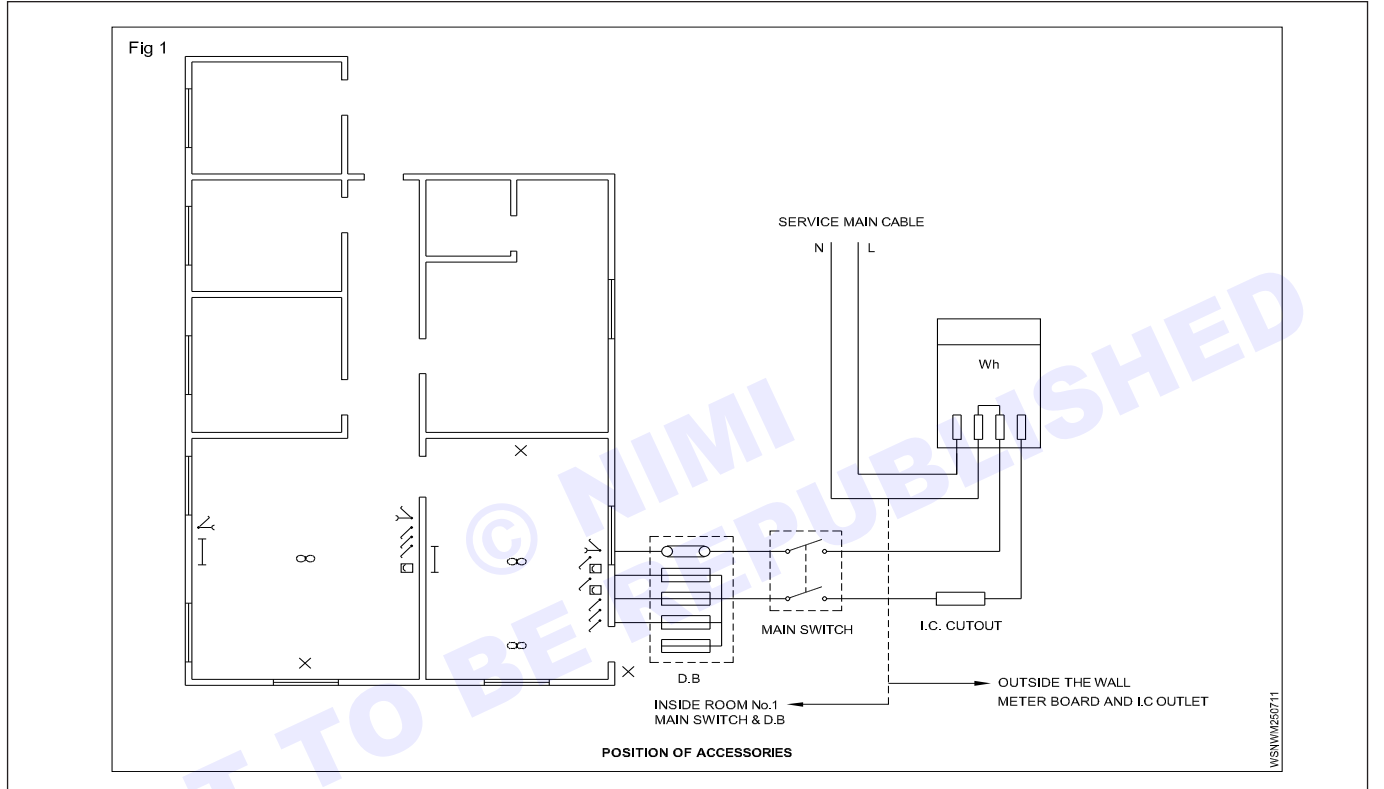
#### आंतरिक डोमेस्टिक वायरिंग के लिए कंडक्टर के आकार की गणना

विचार करने योग्य महत्वपूर्ण बिंदु वर्तमान वहन क्षमता है, वोल्टेज ड्रॉप आमतौर पर बहुत कम परिमाण का होता है और छोटे डोमेस्टिक तारों पर इसका अधिक प्रभाव नहीं पड़ेगा। बहुमंजिला इमारत, कारखानों और

उद्योगों के लिए, वोल्टेज ड्रॉप का पता लगाना आवश्यक है। यदि वोल्टेज ड्रॉप बहुत अधिक है तो डोमेस्टिक उपकरण और मोटरें काम नहीं करेंगे।

वायरिंग सिस्टम का प्रकार तय करने के बाद इलेक्ट्रीशियन को उपभोक्ता की रुचि, वायरिंग सहायक उपकरण की स्थायित्व, लागत और उपलब्ध कार्यबल के अनुसार निम्नलिखित विवरण तैयार करना होता है।

- 1 उपभोक्ता की आवश्यकता के आधार पर घर के प्रत्येक क्षेत्र में विद्युत बिंदुओं की स्थिति।
- 2 बिल्डिंग प्लान पर वायरिंग का एक लेआउट तैयार करें। (Fig 1)



- 3 श्री फेज या सिंगल फेज आपूर्ति की आवश्यकता है या नहीं यह तय करने के लिए कुल कनेक्टेड लोड और लोड के प्रकार की गणना करें।
- 4 कनेक्शन और प्रकाश और विद्युत सर्किट की संख्या दिखाते हुए एक सर्किट आरेख तैयार करें। Fig 2 क्यूबिकल वायरिंग आरेख मॉडल दिखाता है।
- 5 खरीदे जाने वाले विद्युत उपकरणों की एक सूची तैयार करें।
- 6 आवश्यक विभिन्न आकारों के केबलों की लंबाई की गणना करें प्रत्येक सर्किट रन में लोड, वोल्टेज ड्रॉप और केबलों की संख्या के आधार पर।
- 7 प्रत्येक सर्किट रन में लोड, वोल्टेज ड्रॉप और केबलों की संख्या के आधार पर आवश्यक बैटन/PVC आवरण और कैपिंग/PVC/मेटल पाइपलाइन के विभिन्न आकारों की लंबाई की गणना करें।
- 8 कार्य को निष्पादित करने के लिए आवश्यक हार्डवेयर जैसे स्कू, कील आदि की एक सूची तैयार करें।

- 9 पूरी वायरिंग के लिए श्रम शुल्क की गणना करें।
- 10 सहायक उपकरण, बैटन/पाइपलाइन/PVC आवरण और कैपिंग जैसी आधार सामग्री, केबल, हार्डवेयर और श्रम शुल्क की लागत की गणना करें।
- 11 अप्रत्याशित वस्तुओं के लिए 5% आकस्मिकताओं और कीमतों में भिन्नता सहित वायरिंग की कुल लागत की गणना करें।

केबल के आकार और उनकी लंबाई के चयन से पहले हमें घर के कुल भार की गणना करनी होगी और यह भी तय करना होगा कि स्थानीय बिजली बोर्ड से श्री फेज या सिंगल फेज आपूर्ति की आवश्यकता होगी या नहीं।

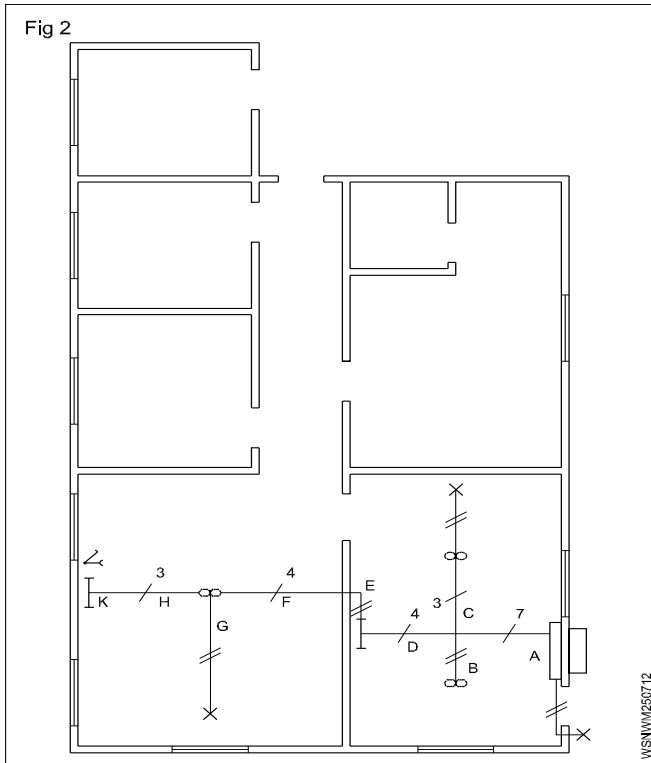
कुल कनेक्टेड लोड: चूंकि यह अभ्यास संज्ञानात्मक कौशल विकास का एक हिस्सा है। माना कि कुल कनेक्टेड लोड 2400 वॉट है।

यह मानते हुए कि कुल कनेक्टेड लोड 2400w है।

तो करंट  $2400w/240V = 10amp$  होगा

(माना कि PF यूनिटी और सिंगल फेज आपूर्ति हो रहा है)

इसलिए मुख्य बोर्ड कनेक्शन के लिए कॉपर केबल 3/0.036 का चयन किया जा सकता है जो 10 एम्पीयर को सुरक्षापूर्वक ले जा सकता है।



केबलों की लंबाई: मुख्य केबल मीटर बोर्ड से DB तक कहते हैं

$2 \times 1.5 = 3$  मीटर आकार 3/0.36 कॉपर केबल

(1.5 मी को अनुमानित मान के रूप में लिया जाता है)

इस स्तर पर हमें घर की योजना के साथ-साथ उपभोक्ता की विधुत बिंदुओं की आवश्यकता का भी विश्लेषण करना होगा। निम्नलिखित उदाहरण में केवल कमरा नंबर 1 और 2 को लिया गया है।

उपभोक्ताओं के अनुसार आवश्यकताएँ हैं:

कमरा नंबर 1 की सुविधा उपलब्ध करायी जाये

- a ट्यूब लाइट प्वाइंट
- b एक लाइट प्वाइंट
- c दो फैन पॉइंट
- d एक 6 amp तीन-पिन सॉकेट

— सर्किट - 1

कमरा नंबर 2 की सुविधा उपलब्ध करायी जाये

- a ट्यूब लाइट प्वाइंट
- b एक लाइट प्वाइंट
- c एक फैन प्वाइंट
- d दो 6 amp तीन-पिन सॉकेट

— सर्किट - 2

कमरा नंबर 1 & 2 का कुल कनेक्टेड लोड होगा

## सर्किट - 1

| क्र.सं. | विवरण               | मात्रा | वॉटेज रेटिंग | कुल वॉट क्षमता |
|---------|---------------------|--------|--------------|----------------|
| 1       | ट्यूब लाइट (1200mm) | 1      | 40           | 40             |
| 2       | लाइट पॉइंट          | 2      | 25           | 50             |
| 3       | फैन पॉइंट           | 2      | 40           | 80             |
| 4       | 6A 3 पिन सॉकेट      | 1      | 100          | 100            |
|         |                     |        |              | 270 वॉट        |

## सर्किट - 2

| क्र.सं. | विवरण               | मात्रा | वॉटेज रेटिंग | कुल वॉट क्षमता |
|---------|---------------------|--------|--------------|----------------|
| 1       | ट्यूब लाइट (1200mm) | 1      | 40           | 40             |
| 2       | लाइट पॉइंट          | 1      | 25           | 25             |
| 3       | फैन पॉइंट           | 1      | 40           | 840            |
| 4       | 6A 3 पिन सॉकेट      | 1      | 100          | 200            |
|         |                     |        |              | 305 वॉट        |

सर्किट 1 और 2 की कुल वाट क्षमता =  $270 + 305 = 575$  वाट

चूंकि यह एक शाखा सर्किट की 600 वाट रेटिंग के भीतर है, हम हॉल को तार से जोड़ कर सकते हैं और एक शाखा सर्किट में लगा सकते हैं। याद रखें कि प्रत्येक शाखा सर्किट समाप्ति में सिंगल फेज केबल और एक न्यूट्रल केबल को DB में लाया जाना चाहिए।

घर की योजना में स्विच, सॉकेट, लैंप और पंखे की स्थिति बनाएं (सहायक उपकरण की स्थिति)

फिर सहायक उपकरण की स्थिति को ध्यान में रखते हुए हॉल और सिटआउट का लेआउट आरेख बनाएं। (लेआउट आरेख Fig 1 देखें)

लेआउट आरेख बनाने के बाद, हॉल और सिटआउट के लिए सर्किट आरेख बनाएं।

इस स्तर पर आपको केबल और पाइपलाइन के किफायती उपयोग और वायरिंग लेआउट की एस्थेटिक सेंस पर विचार करते हुए अधिकांश मामलों में लेआउट आरेख को संशोधित करना पड़ सकता है।

लेआउट और सर्किट आरेख को अंतिम रूप देने के बाद, केबल रन का विश्लेषण करें, लेआउट आरेख में पाइपलाइन के प्रत्येक खंड में खींची जाने वाली केबलों की संख्या इंगित करें।

इस मामले में, अध्ययन के अनुसार, कुल भार लाइट व्यवस्था, पंखे और 3A पिन सॉकेट का है जिसकी मात्रा 575 वाट है जो कि 5 एम्प से कम है क्योंकि चयनित केबल 1 sq.mm (1/1.12) या (1/18) तांबे की केबल या कठें एल्यूमीनियम 1.5 sq.mm (1/1.4) की केबल है।

हॉरिजॉन्टल रन

J -150 cm 1.5 m

2 से 5 25 मीटर का कुल मान 25 मीटर है

1/1.2 कॉपर केबल की आवश्यकता है

$$\begin{aligned} \text{पाइपलाइन रन } J &= (2.5 + 0.9 + 0.8)2 = 8.4\text{m} \\ \text{-do- A} &= (1.5 + 0.9 + 0.8)7 = 22.4\text{m} \\ \text{-do- B} &= 1.1 \times 2 = 2.2\text{m} \\ \text{-do- C} &= 1.05 \times 4 + 1.85 \times 2 = 7.9\text{m} \\ \text{-do- D} &= (1.5 + 0.8 + 0.9)3 = 9.6\text{m} \\ \text{-do- F} &= (1.8 + 0.9 + 0.8)5 = 17.5\text{m} \\ \text{-do- G} &= 2.2 \times 2 = 4.4\text{m} \\ \text{-do- H} &= (2.2 + 0.8)2 = 6.0\text{m} \\ \text{-do- K} &= (0.9 + 0.2)2 = 2.2\text{m} \\ &80.6\text{m} \end{aligned}$$

माना की 90 मीटर केबल की आवश्यकता है

सामान्य नियम के अनुसार केबल की लंबाई = पाइपलाइन की लंबाई  $\times 3 = 25\text{m} \times 3 = 75\text{m}$ , यह लंबाई लगभग गणना के समान ही है।

कॉपर के तार की आवश्यक लंबाई 14 SWG (अर्थिंग के लिए)

राउटर K, H, F, E, D और A

$$0.8 + 0.9 + 1.8 + 0.9 + 0.8 + 1 + 0.8 + 0.9 + 1.5 + 1.5 + 1.5 + 0.8 + 0.9 + 1 = 15.1\text{ m}$$

अब आवश्यक सहायक उपकरण, आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई, आवश्यक केबल की लंबाई और आवश्यक तांबे के तार 14 SWG की पूरी सूची तैयार करें। उपरोक्त सामग्रियों की लागत की गणना करें। इस मामले में मान लीजिए रु. 25000/- है।

श्रम शुल्क की गणना करने की विधि

एक इलेक्ट्रीशियन और एक हेल्पर द्वारा कार्य पांच दिनों में पूरा किया जा सकता है।

$$\text{इलेक्ट्रीशियन @ रु.1500/-} \quad 5 \text{ दिन} = \text{रु.7500}$$

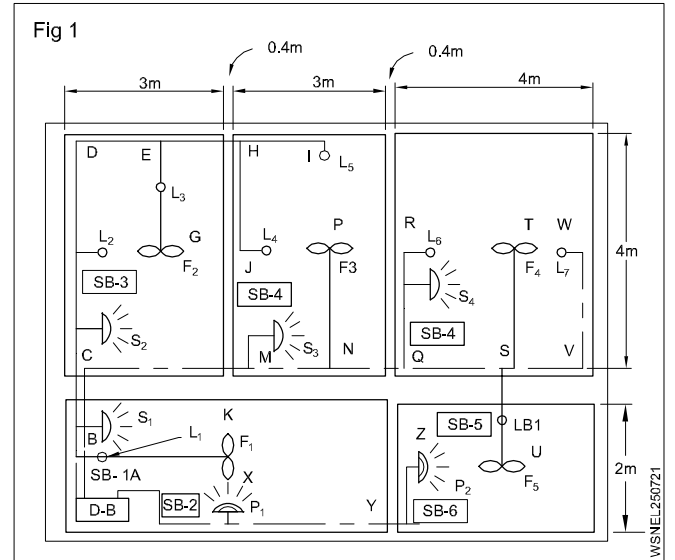
$$\text{हेल्पर @ रु.900/-} \quad 5 \text{ दिन} = \text{रु. 4500} \\ \text{रु.12000}$$

वहीं दूसरी ओर यदि उपभोक्ता ठेके पर वायरिंग देना चाहता है तो प्वाइंट के हिसाब से ठेके की लागत की गणना की जाएगी।

### अभ्यास

हॉस्टल/आवासीय भवनों के लिए पाइपलाइन, स्विच बोर्ड के लेआउट और सामग्री लागत के लिए PVC पाइपलाइन और केबल की लंबाई की गणना करें।

हॉस्टल/आवासीय भवनों के लिए पाइपलाइन, स्विच बोर्ड का लेआउट (Fig 1)



19 mm पाइपलाइन का उपयोग ABC लंबाई तक किया जा सकता है और शेष लंबाई के लिए 12 mm पाइपलाइन पर्याप्त है।

हॉरिजॉन्टल रन

$$\begin{aligned} \text{ABC लंबाई के लिए 19 mm पाइपलाइन} &= 2.4 \text{ मीटर} \\ \text{C पर लंबाई के लिए 19 मिमी पाइपलाइन} &= 0.4 \text{ मीटर} \\ \text{(दीवार की मोटाई)} &= 0.4 \text{ मीटर} \\ \text{कुल} &= 2.8 \text{ m} \end{aligned}$$

### 12 mm पाइपलाइन

$$\begin{aligned} \text{लंबाई CDEHI (4 + 3 + 1.5)} &= 8.5 \text{ m} \\ \text{लंबाई EG} &= 2.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई HJ} &= 2.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई CMNQSVW (3+3+4+2)} &= 12.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई MS3} &= 1.5 \text{ m} \\ \text{लंबाई NP} &= 2.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई QR} &= 2.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई ST} &= 2.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई SV} &= 1.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई BK} &= 3.0 \text{ m} \\ \text{लंबाई XYZ (6+1)} &= 7.0 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C, H, M, Q, S एवं Y पर लंबाई} &= 2.4 \text{ m} \\ \text{(दीवार की मोटाई) (6x0.4)} &= 2.4 \text{ m} \\ \text{कुल} &= 45.4 \text{ m} \end{aligned}$$

वर्टिकल डाउन ड्रॉप्स (SB's तक हॉरिजॉन्टल रन):

**टेबल 1**  
**अनुसूची की सामग्री और लागत की लगभग दर**

| क्र.सं. | सामग्री विशिष्टता                                                  | लागत दर |         |              |        | टिप्पणी                                     |
|---------|--------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------------|--------|---------------------------------------------|
|         |                                                                    | Qty.    | Rs. Ps. | Per          | Rs.Ps. |                                             |
| 1       | D.P मुख्य स्विच 16A, 240 V फ्लश प्रकार                             | 1 No    | 200     | प्रत्येक     | 200    | M.B. के लिए पावर लोड के लिए                 |
| 2       | I.C ने 16A, 240V कट आउट                                            | 1 No    | 75      | प्रत्येक     | 75     |                                             |
| 3       | फ्लश प्रकार फ्यूज यूनिट 16A                                        | 1 No    | 65      | प्रत्येक     | 65     |                                             |
| 4       | फ्लश प्रकार फ्यूज यूनिट 16A                                        | 2 Nos   | 55      | प्रत्येक     | 110    |                                             |
| 5       | PVC वाहक 19 mm (भारी गेज)                                          | 6 m     | 40      | लंबाई        | 240    |                                             |
| 6       | PVC वाहक 12 mm (भारी गेज)                                          | 62 m    | 30      | लंबाई        | 1860   | 1 लंबाई = 3 मीटर                            |
| 7       | 1/1.8m कॉपर VIR केबल                                               | 2 m     | 300     | 100 m to D.B | 6      | M.B. से                                     |
| 8       | स्विच 6A, 240V 1 वे फ्लश प्रकार                                    | 17 Nos  | 25      | प्रत्येक     | 425    | M.B. और D.B. के लिए S.D. के लिए             |
| 9       | 2-पिन सॉकेट 6A, 240V                                               | 4 Nos   | 30      | प्रत्येक     | 120    |                                             |
| 10      | 3-पिन सॉकेट 16A, 240V स्विच और नियॉन लैंप के साथ                   | 2 Nos   | 100     | प्रत्येक     | 200    |                                             |
| 11      | सीलिंग रोज़ 2 - प्लेट 6A 240 V                                     | 5 Nos   | 30      | प्रत्येक     | 150    |                                             |
| 12      | पीतल ब्रेटन प्रकार के लैंप होल्डर                                  | 8 Nos   | 50      | प्रत्येक     | 400    |                                             |
| 13      | पीवीसी जंक्शन बॉक्स 25 mm 4 - वे                                   | 1 No    | 30      | प्रत्येक     | 30     |                                             |
|         | 12 mm 3-वे                                                         | 7 Nos   | 30      | प्रत्येक     | 210    |                                             |
|         | 12 mm 2-वे                                                         | 5 Nos   | 25      | प्रत्येक     | 135    |                                             |
| 14      | सैडल्स 25 mm                                                       | 24Nos   |         |              | 10     |                                             |
|         | 12 mm                                                              | 144Nos  |         |              | 10     |                                             |
| 15      | लकड़ी के बोर्ड (a) 30 x 30 cm                                      | 2 Nos   | 150     | प्रत्येक     | 300    | M.B. और D.B. के लिए S.D. के लिए             |
|         | (b) 18x10 cm                                                       | 7 Nos   | 200     | प्रत्येक     | 1400   |                                             |
| 16      | गोल ब्लॉक                                                          | 5 Nos   | 5       | प्रत्येक     | 25     | बोर्डों के लिए                              |
| 17      | लकड़ी की गट्टियाँ/प्लग 9cm <sup>2</sup> x 4 cm <sup>2</sup> x50 mm | 3 doz   | 3       | प्रत्येक     | 9      |                                             |
| 18      | नेल्स 25 mm                                                        | 1 kg    | 75      | doz          | 75     | प्रति पाइपलाइन बोर्ड के लिए होल्डर्स के लिए |
| 19      | लकड़ी का स्कू 60 mm                                                | 25 Nos  | 0.5     | kg           | 12.5   |                                             |
|         | लकड़ी का स्कू 12 mm                                                | 25 Nos  | 0.5     | 100          | 12.5   |                                             |
| 20      | अर्थ के लिए तांबे का तार (16 SWG)                                  | 1 Kg    | 450     | 100          | 450    | 4 गुटियों के लिए                            |
|         | (GI तार 14 SWG)                                                    | 1 Kg    | 300     | kg           | 300    |                                             |
| 21      | नमक, कोयला                                                         | 2 kg    | 35      | kg           | 70     |                                             |
| 22      | सीमेंट                                                             | 2 kg    | 20      | kg           | 40     |                                             |
|         | कुल योग                                                            |         |         |              | 6941   |                                             |

**19 mm पाइप लाइन**

|                  |            |
|------------------|------------|
| छत तक की लंबाई B | = 0.5 मीटर |
| छत तक की लंबाई E | = 0.5 मीटर |
| छत तक की लंबाई N | = 0.5 मीटर |
| छत तक लंबाई S    | = 0.5 मीटर |

**कुल = 2.0 M**

कुल 19 मिमी पाइपलाइन की आवश्यकता = 2.8 + 2.0 = 4.8 मीटर

अपव्यय 10% = 0.48 मीटर

कुल = 5.28 मीटर  
(6 मीटर लीजिए)

कुल 12 मिमी पाइपलाइन की आवश्यकता = 45.4 मीटर

अपव्यय 10% = 4.54 मीटर

कुल = 49.94 मीटर  
(50 मीटर लीजिए)

1 उपसर्किट के माध्यम से धारा - 1 = 2.696 A

2 उपसर्किट के माध्यम से धारा - 2 = 2.522 A

3 उपसर्किट के माध्यम से धारा - 3 = 8.696 A

कुल विधुत धारा = 13.9 A

उपसर्किट के लिए केबल (पावर) = 30 मीटर

उपसर्किट के लिए केबल - 1 & 2 = 174 मीटर

कुल सामग्री लागत

1 19 mm पाइपपाइपलाइन = 6m x रु. 40 = रु.240

2 12 mm पाइपपाइपलाइन = 50 मीटर x रु. 30 = रु.1500

3 केबल = 174m x रु.8 = रु.1392

4 पावर केबल = 30 मीटर

रेट = 30 रुपये

= 30 रुपये x 30 मीटर = 900 रुपये

5 उपकरण लागत की सूची = 6941 रु

कुल सामग्री लागत = रु. 4032 + रु. 6941

**= 10,973 रुपये**

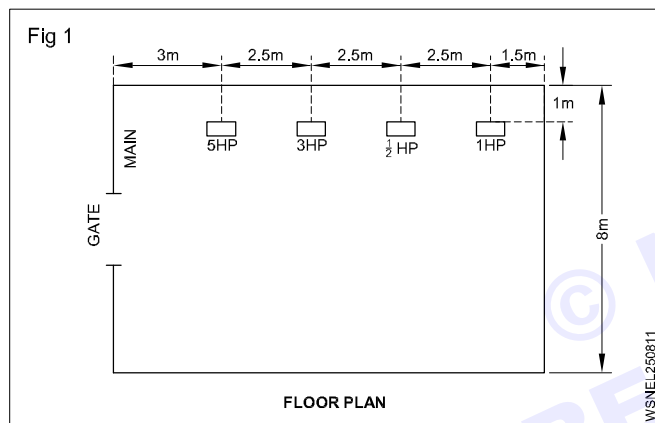
**आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार के लिए लागू सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन - वर्कशॉप की वायरिंग (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade - Wiring of workshop)**

4 अलग-अलग HP मोटर वाले वर्कशॉप की वायरिंग के लिए PVC पाइपपाइपलाइन और केबल की सामग्री की लागत का आकलन करें।

कार्यशाला का फ्लोर प्लान प्राप्त करें।

- 1 एक 5HP, 415V 3 फेज़ मोटर
- 2 एक 3HP, 415V 3 फेज़ मोटर
- 3 एक ½ HP, 240V 1 फेज़ मोटर
- 4 एक 1HP, 415V 3 फेज़ मोटर

मोटरों को Fig 1 में दर्शाए अनुसार व्यवस्थित किया जाना चाहिए



माना जाता है कि मुख्य स्विच, मोटर स्विच और स्टार्टर को ग्राउंड लेवल से 1.5 मीटर की ऊंचाई पर लगाया जाता है।

ग्राउंड लेवल से हॉरिजॉन्टल रन की ऊंचाई 2.5 मीटर होगी। मोटर और स्टार्टर की लागत को आकलन में शामिल नहीं किया जाएगा।

- केबल के आकार की गणना करें

मोटर दक्षता 85% मानते हुए सभी मोटरों के लिए पावर फैक्टर 0.8 और आपूर्ति वोल्टेज 400 V है।

$$5\text{HP मोटर का FL करंट} = \frac{5 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 7.806 \text{ A}$$

$$3\text{HP मोटर का FL करंट} = \frac{3 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 4.68 \text{ A}$$

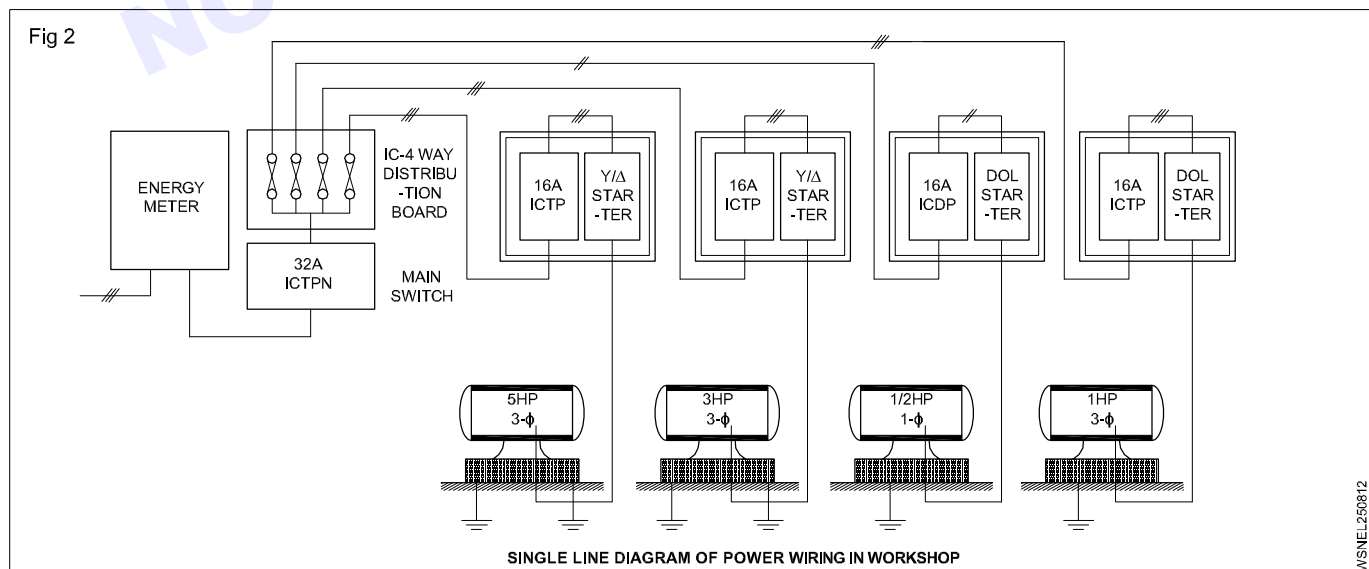
$$\text{HP मोटर का } \frac{1}{2} \text{ FL करंट} = \frac{0.5 \times 735.5}{240 \times 0.85 \times 0.8} = 2.25 \text{ A}$$

$$1 \text{ HP मोटर का FL करंट} = \frac{1 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 1.56 \text{ A}$$

मुख्य स्विच और मीटर से मुख्य स्विच तक की केबल उच्च रेटिंग की एक मोटर के शुरुआती करंट और अन्य सभी मोटरों के पूर्ण लोड करंट को संभालने में सक्षम होनी चाहिए।

अर्थात्,  $7.806 + 4.68 + 2.25 + 1.56 = 16.296 \text{ ए}$

- इनस्टॉल की जाने वाली प्रत्येक मोटर के केबल आकार को दर्शाने वाली एक टेबल तैयार करें जैसा कि टेबल 1 में दिखाया गया है।



टेबल 1

कुल योग

3 केबल रन के लिए 19 mm हेवी गेज पाइपलाइन का उपयोग किया जाना चाहिए और 6 केबल रन के लिए 25 mm हेवी गेज पाइपलाइन का उपयोग किया जाना चाहिए।

- 19 mm हेवी गेज पाइपलाइन

5HP मोटर स्टार्टर के मुख्य बोर्ड से लंबाई

$$= 1+1+3+1 = 6.0 \text{ मीटर}$$

मुख्य बोर्ड से 3HP मोटर स्टार्टर तक की लंबाई

$$= 1+1+5.5+1 = 8.5 \text{ मीटर}$$

मुख्य बोर्ड से 1/2 HP मोटर बेस तक की लंबाई

$$= 1+1+8+1+1.5+1.5 = 14.0 \text{ मीटर}$$

मुख्य बोर्ड से 1HP मोटर बेस तक की लंबाई

$$= 1+1+10.5+1+1.5+1.5 = 16.5 \text{ मीटर}$$

कुल = 45.0 मीटर

10% अपव्यय = 4.5 मीटर

कुल लंबाई = 49.5 मीटर, मान लीजिए 50.0 मीटर

- 25.4 मिमी हेवी गेज पाइपलाइन।

मीटर से मुख्य स्विच तक की लंबाई = 0.75 मीटर

5HP मोटर स्टार्टर से 5HP मोटर बेस (1.5 + 1.5) 3.0 मीटर की लंबाई

3HP मोटर स्टार्टर से मोटर बेस तक की लंबाई = 3.0 मीटर

कुल = 6.75 मीटर

10% अपव्यय = 0.67 मीटर

कुल = 7.42 मीटर = 8.0 मीटर

- 5HP और 3 HP मोटर के लिए 25 mm लचीली पाइपलाइन (0.75+0.75) = 1.5, मान लीजिए 2.0 मीटर

- केबल की लंबाई की गणना करें।

मुख्य बोर्ड से 5HP मोटर टर्मिनल तक 2.0 mm<sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर

$$= 3(1+1+3+1) + 6(1.5+1.5+0.75) = 40.5 \text{ मीटर}$$

15% अपव्यय एवं अंतिम कनेक्शन = 7.2 मीटर

कुल = 47.57 मीटर, मान लीजिए = 48.0 मीटर

मुख्य बोर्ड से 1/2 HP मोटर टर्मिनल तक 1.0mm<sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर = 2(1+1+8+1+1.5+1.5+0.75) = 29.5 मीटर

15% अपव्यय एवं अंतिम कनेक्शन = 7.76 मीटर

कुल = 37.26 मीटर, मान लीजिए = 38 मीटर

- अंकों की संख्या की गणना के लिए स्थानीय दर और नियमों के अनुसार श्रम लागत की गणना करें।

- सामग्री और लागत की अनुसूची तैयार करें जैसा कि टेबल में दिखाया गया है।

$$1 \quad 19 \text{ mm हेवी गेज पाइपलाइन} = 50 \text{ मीटर} \\ = \text{रु.}25 \times 50 \text{ मीटर}$$

$$= 1250 \text{ रुपये}$$

$$2 \quad 25 \text{ mm लचीली पाइपलाइन} = 2 \text{ मीटर} \\ = \text{रु.}30 \times 2 \text{ मीटर} \\ = 60 \text{ रुपये}$$

$$3 \quad 2.0 \text{ mm}^2 \text{ कॉपर कंडक्टर} = 48.0 \text{ मीटर} \\ = \text{रु.}80 \times 48 \text{ मीटर} \\ = 3840 \text{ रुपये}$$

$$4 \quad 1.0 \text{ mm}^2 \text{ कॉपर कंडक्टर} = 38.0 \text{ मीटर} \\ = \text{रु.}60 \times 38 \text{ मीटर} \\ = 2280 \text{ रुपये}$$

5 शेड्यूल की गई सामग्री और लागत = 48,619 रुपये

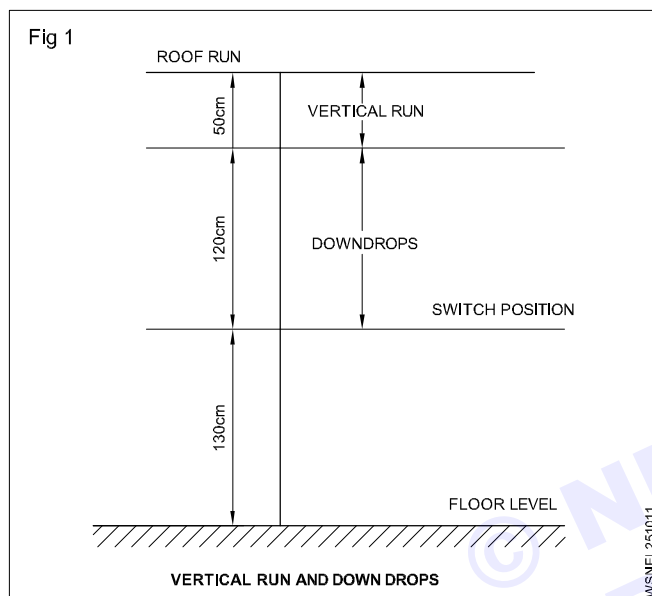
कुल सामग्री लागत = रु.7430 + रु.48,619

$$= \underline{\underline{56,049 \text{ रुपये}}}$$

**आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार के लिए लागू सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन - ऑफिस रूम ( Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade - Office room)**

6 मीटर x 5 मीटर आकार के एक ऑफिस रूम के लिए PVC पाइपलाइन की वायरिंग के लिए सामग्री की लागत का आकलन करें, जिसमें 2 लैंप, 1 फैन और 6 A सॉकेट आउटलेट हैं।

ऑफिस का लेआउट तैयार करना होगा। (Fig 1)



दिए गए उदाहरण में, कुल भार की गणना की जानी चाहिए

i) ट्यूब लाइट 2no. x 40 वॉट = 100 वॉट

ii) फैन 1no. x 60 W = 60 W

iii) 6A सॉकेट 1 no. = 100 वॉट

कुल = 260 वॉट

1 छत में PVC चैनल की लंबाई = 5 + 3 = 8 मीटर

2 वर्टिकल ड्रॉप्स = 0.5 + 0.5 + 2.0 = 3.0 मीटर

कुल = 8 + 3.0 = 11.0 मीटर

3 10% टालरेंस जोड़ें = 1.1 मीटर

12.1 मीटर

1 कुल भार 260W है, कुल भार द्वारा लिया गया करंट है,

$$I = \frac{P}{V \times \cos Q} = \frac{260}{240 \times 0.8} = 1.35A$$

B से D तक और

वर्टिकल ड्राप = (2.5 + 2) मीटर x 5 = 22.5 मीटर

B से D तक और

वर्टिकल ड्राप = (2.5 + 0.5) मीटर x 3 = 9 मीटर

B से D तक वर्टिकल ड्राप

वर्टिकल ड्राप = (3 + 0.5) m x 3 = 10.5 m

कुल लंबाई = 22.5 + 9 + 10.5 = 42 मीटर

10% टालरेंस जोड़ें = 42 + 4.2 = 46.2 = 46 मीटर

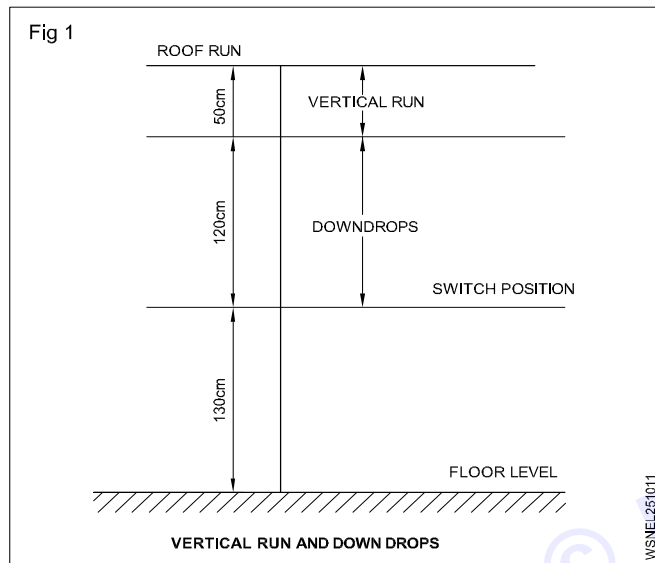
| क्र.सं. | सहायक सामग्री                                 |
|---------|-----------------------------------------------|
| 1       | PVC पाइपलाइन 19 mm x 10 mm                    |
| 2       | 1.5 sq.mm PVC इंसुलेटेड कॉपर फ्लेक्सिबल 650   |
| 3       | फ्लश टाइप STP स्विच 6 ए 250 V                 |
| 4       | फ्लश टाइप सॉकेट 6 A 250V                      |
| 5       | लकड़ी के स्विच बोर्ड 250 mm x 150 mm          |
| 6       | लकड़ी के स्कू 15 x 4 mm, 25 x 5 mm, 30 x 6 mm |
| 7       | PVC इन्सुलेशन टेप 19 mm चौड़ाई 9 मीटर लंबाई   |
| 8       | सीलिंग रोज़ 3 प्लेट 250 V, 6 A                |

| लंबाई                   | कीमत              |
|-------------------------|-------------------|
| 12m x                   | Rs.25 Rs. 300     |
| 46m x                   | Rs.80 Rs. 3680    |
| 4 Nos x                 | Rs.50 Rs. 200     |
| 1 No x                  | Rs.50 Rs. 50      |
| 1 No x                  | Rs.500 Rs. 500    |
| 25 Nos                  | Rs. 50            |
| 1 No x                  | Rs.10 Rs. 10      |
| 3 Nos x                 | Rs.10 Rs. 30      |
| <b>कुल सामग्री लागत</b> | <b>4820 रुपये</b> |

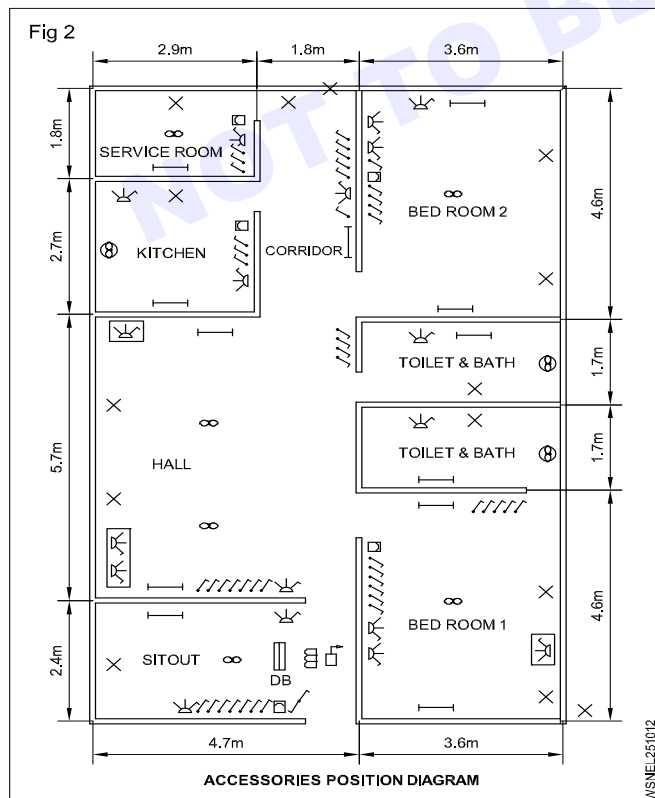
**आकलन और लागत (Estimation and Costing) - व्यापार के लिए लागू सामग्री आदि की आवश्यकता का सरल आकलन - घर की वायरिंग का आकलन करना (Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade - Estimation of house wiring)**

घर की वायरिंग, PVC पाइपलाइन और केबल के लिए सामग्री की लागत का आकलन करें।

Fig 1 ग्राउंड लेवल से वर्टिकल और नीचे की ड्रॉप और स्विच की स्थिति माप को दिखाता है।



प्रत्येक कमरे में उपभोक्ता की रोशनी, पंखे और पावर प्वाइंट की आवश्यकता का अध्ययन करें। (Fig 2)



ऐसा करते समय लोड को 3-फेज में समान रूप से विभाजित करें, आवश्यकतानुसार, एक कमरे की लाइट और पंखे के सर्किट एक ही फेज से होने चाहिए।

**1 वर्टिकल रन :**

चयनित पाइपलाइन की लंबाई = छत की ऊंचाई - (डाउन ड्रॉप + स्विच ऊंचाई) x वर्टिकल रन की संख्या

= 3 मीटर - (1.20 मीटर + 1.30 मीटर) x वर्टिकल ऊंचाइयों की संख्या

= (3 मी- 2.5 मी) x वर्टिकल ऊंचाइयों की संख्या

= 0.5 मीटर x वर्टिकल ऊंचाई की संख्या (समीकरण 1)

यदि छत की ऊंचाई और पाइपलाइन के हॉरिजॉन्टल रन की ऊंचाई में अंतर होता है तो 0.5 मीटर का मान बदल जाएगा।

**2 डाउन ड्रॉप्स के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई**

चयनित पाइपलाइन की लंबाई = हॉरिजॉन्टल रन में पाइपलाइन की ऊंचाई - स्विच स्थिति ऊंचाई x स्विच के लिए डाउन ड्रॉप की संख्या

= (2.5 मीटर - 1.3 मीटर) x स्विच के लिए डाउन ड्रॉप की संख्या

= 1.2 मी x स्विचों में डाउन ड्रॉप की संख्या

**3 रूफ रन के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई**

चयनित पाइपलाइन की लंबाई = प्रत्येक मामले में ली गई छत की वास्तविक लंबाई का योग।

प्रत्येक साइज़ के लिए कुल आवश्यकता की गणना की जानी है।

**4 हॉरिजॉन्टल रन के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई**

चयनित पाइपलाइन की लंबाई = प्रत्येक स्थिति में ली गई हॉरिजॉन्टल रन की वास्तविक लंबाई का योग।

मुख्य स्विच और DB के बीच की दूरी के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई की गणना की जानी है। अधिकांश मामलों में दीवार की मोटाई को ध्यान में रखना पड़ता है।

**1 वर्टिकल रन के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई**

वर्टिकल रन के लिए लंबाई = 0.5 मीटर x वर्टिकल ऊंचाई की संख्या  
= 0.5 मीटर x 8 = 19 mm PVC पाइपलाइन 4 मीटर

**2 डाउन ड्रॉप के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई**

डाउन ड्रॉप्स की लंबाई = 1.2 मीटर x डाउन ड्रॉप्स की संख्या

लेआउट का सावधानीपूर्वक अध्ययन इंगित करता है कि 9 डाउन

ड्रॉप्स हैं = 1.2 मीटर x 9 = 10.8 मीटर

3 रूफ रन के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई

पाइपलाइन की लंबाई = 2.35m + 2.35m + 2.35m + 2.35m + 1.45m + 0.9m = 11.75m

4 हॉरिजॉन्टल रन के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई

पाइपलाइन की लंबाई = 4.7m + 3.6m + 1m + 1m + 1.2m + 4.7m + 2.4m + 1.35m + 1.2m + 2m + 2.35m + 5.7m + 2.9m + 2.9m + 1.35m + 2.7m + 2.5m + 1.45m + 1.8m + 1.45m = 48.25m

**मुख्य स्विच और DB के बीच की दूरी के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई:**

पाइपलाइन की लंबाई = दीवार की मोटाई + कनेक्शन के लिए अलाउअन्स  
= 0.36m + 0.5m + 0.5m  
= 1.36m

वायरिंग के लिए PVC पाइपलाइन की कुल लंबाई 19 मिमी

= वर्टिकल रन + डाउन ड्रॉप्स + रूफ रन + हॉरिजॉन्टल रन + स्विच DB  
= 4m + 10.8m + 9.75m + 48.25m + 1.36m = 74.16 m

10% अपव्यय मानते हुए, 19 mm PVC पाइपलाइन की कुल आवश्यक लंबाई होगी,

74.16m + 7.4m = 81.56m  
(या कहें) 80m

**केबल की आवश्यकता है**

= + (3.6m + 1m)2 + (4.7m + 1m)3 26.3m  
+ (0.36m + 0.5m) x 5  
(1.2m + 3m + 1.2m)2 15.1m  
+ (1.2m + 3m + 1.2m)2 10.8m  
+ (1.2m + 4m + 1.2m)5 32.0m  
+ (0.5m + 2.35m)2 5.7m  
+ (1.2m + 2.35m)3 + 2.35m x 2 15.35m  
+ (1.2m + 2m + 1.2m)2 8.8m  
+ (1.2m + 4m + 2m)6 43.2m  
+ (0.5m + 2.35m)2 5.7m  
+ (1.2m + 1.5m)2 5.4m  
+ (1.2m + 4m + 2m + 1.2m)2 14.8m  
+ 2m x 4 8.0m  
+ (0.5m + 2.35m)2 5.7m  
+ (2m + 2.5m)2 9.0m  
+ (1.2m + 5m + 1.2m)2 14.8m  
+ (1.2m + 4m + 5.7m + 2.9m + 2m + 1.2m)2 34.0m  
+ (1.2m + 1.4m + 1.5m)3 12.3m  
+ (1.5m + 1.35m)2 5.7m

+ (1.35m x 3m) + (1.35m x 2m) 6.75m  
+ (1.35m + 1.45m + 1.2m)2 8.00m  
+ (1.2m + 1.4m + 0.9m + 1.2m)2 9.4m  
+ (1.2m + 1.45m + 1.2m)2 7.7m  
+ (1.2m + 1.45m)3 7.95m  
+ 0.9m x 2m 1.8m  
+ 0.9m x 2m 1.8m

10% जोड़ें

माना की 1 sq.mm तांबे का 360m

316.05m

31.60m

**347.65m**

फेज L1 में पावर सर्किट के लिए आवश्यक केबल की लंबाई। चुनी गई केबल 4 sq.mm कॉपर केबल है जो 24 amps ले जा सकती है

केबल की कुल लंबाई = (1.2m + 0.36m + 2.4m + 3.6m + 2.4m + 1.2m)2  
= 11.16m x 2  
= 22.32m

अपव्यय के लिए 10% जोड़ें = 2.23m  
24.55m

मान लीजिए कि 4 sq.mm कॉपर की 25 मीटर केबल की आवश्यकता है।

वायरिंग की कुल लागत = सहायक उपकरणों की लागत

+ केबल की लागत  
+ पाइपलाइन की लागत  
+ हार्डवेयर आइटम की लागत  
+ श्रम लागत

1 कुल पाइपलाइन की आवश्यकता = 228.32m  
= 230 m

2 कुल केबल की आवश्यकता = 347.65m  
= 350 m

पाइपलाइन PVC पाइपों की दर = 42 रुपये/मीटर

कॉपर केबल की दर = 1400/100 रुपये/मीटर

पाइपलाइन PVC की मात्रा = रुपये 42 x 230 m  
= 9660 रुपये

कॉपर केबल की मात्रा =  $\frac{1400}{100} \times 350$   
= 4900 रुपये

3 4 sq.mm कॉपर केबल पावर सर्किट = 25 मीटर

4 sq.mm केबल की दर = 48 रुपये/मीटर  
= 25 x 48  
= 1200 रुपये

**कुल सामग्री की लागत = रु.9660 + रु.4900 + रु.1200  
= 15,760 रुपये**

## आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत की समस्याएं (Problems on estimation and costing)

## परिचय

## घरेलू वायरिंग करने से पहले ध्यान देने योग्य बातें

डोमेस्टिक आवासों के संबंध में निम्नलिखित बातों पर विशेष रूप से ध्यान दिया जाना चाहिए।

वायरिंग इंस्टालेशन शुरू करने से पहले, भवन के मालिक या वास्तुकार और स्थानीय आपूर्ति प्राधिकरण के बीच लागू टैरिफ, प्रत्येक टैरिफ के तहत जुड़े होने वाले उपकरण के प्रकार, मीटर इंस्टालेशन करने के लिए जगह की आवश्यकता, स्विच, सर्किस के संबंध में जानकारी का आदान-प्रदान किया जाना चाहिए। लाइनें इत्यादि और रोशनी, पंखे और बिजली की टोटल लोड आवश्यकता के लिए जरूरी है।

किसी इंस्टालेशन की योजना बनाते समय, प्रकाश व्यवस्था, सामान्य प्रयोजन सॉकेट-आउटलेट, रसोई, हीटिंग आदि के लिए बिजली के उपयोग में प्रत्याशित वृद्धि पर विचार किया जाना चाहिए। अन्यथा, हाउसहोल्डर को स्वयं इंस्टालेशन का विस्तार करने या उस पर भरोसा करने का इच्छा हो सकता है। मल्टीपल एडप्टर और लंबे लचीले तारों के उपयोग पर, ये दोनों विधुत आपूर्ति नियमों के विरुद्ध हैं। यदि इस तरह से विस्तार किया जाए तो मौलिक रूप से सुरक्षित स्थापना खतरनाक हो सकती है।

इसलिए राष्ट्रीय विधुत संहिता निम्नलिखित अनुसूची का सुझाव देती है।

**ब्रांच सर्किट में पॉइंट्स की संख्या:** अंकों की संख्या निर्धारित करने के लिए डोमेस्टिक यूनिट के लिए अनुशंसित मानदंड टेबल 1 में दिए गए हैं।

टेबल 1

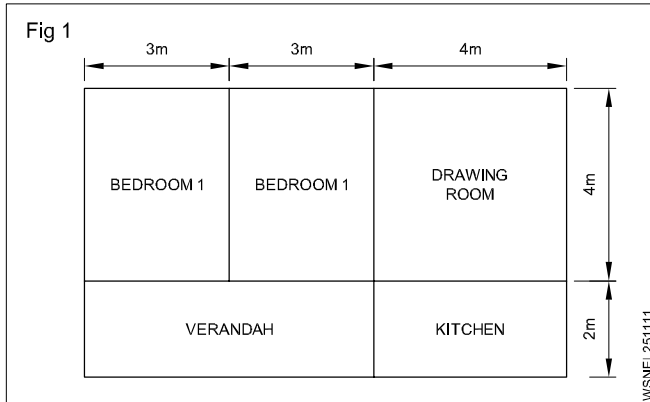
## डोमेस्टिक यूनिट के लिए अंकों की संख्या

| क्र.सं. | विवरण                         | मुख्य आवास इकाई का क्षेत्रफल (m <sup>2</sup> ) |     |     |     |     |
|---------|-------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|         |                               | 35                                             | 45  | 55  | 85  | 140 |
| 1       | लाइट पॉइंट                    | 7                                              | 8   | 10  | 12  | 17  |
| 2       | सीलिंग पंखे (नीचे नोट देखें।) | 2-2                                            | 3-2 | 4-3 | 5-4 | 7-5 |
| 3       | 5 A सॉकेट आउटलेट              | 2                                              | 3   | 4   | 5   | 7   |
| 4       | 15 A सॉकेट आउटलेट             | —                                              | 1   | 2   | 3   | 4   |
| 5       | कॉल बेल (बजर)                 | —                                              | —   | 1   | 1   | 1   |

**NOTE:** क्र.सं. 2 के सामने टेबल में दिए गए आंकड़े अनुशंसित अंकों की संख्या और पंखों की संख्या दर्शाते हैं। उदाहरण: 55m<sup>2</sup> की मुख्य आवास यूनिट के लिए, 3 पंखों वाले 4 पॉइंट्स की अनुशंसा की जाती है।

हॉस्टल /बिल्डिंग प्लान की वायरिंग के लिए श्रम शुल्क और कुल आकलन लागत की गणना करें।

बिल्डिंग प्लान जैसा Fig 1 में दिखाया गया है



- 1 योजना का अध्ययन करें
- 2 ग्राहक से लाइट, पंखे और पावर सॉकेट आदि की आवश्यकताएं एकत्र करें।
- 3 आकलन शुरू करने से पहले पूरा डेटा एकत्र किया जाना चाहिए
- 4 योजना में स्विच बोर्ड, विद्युत भार और DM का स्थान चिह्नित करें

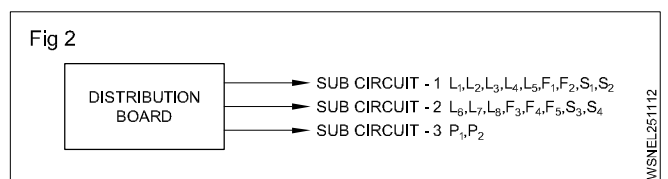
- 1 दीवार की मोटाई - 40 सेमी
- 2 ग्राउन्ड से रुफ की ऊंचाई - 3.5 मीटर
- 3 पाइपलाइन मार्ग की ऊंचाई - 3 मीटर
- 4 मुख्य बोर्ड की ऊंचाई - 2.5 मीटर
- 5 स्विच की ऊंचाई - 1.5 मीटर
- 6 प्रकाश ब्रैकेट की ऊंचाई - 3 मीटर
- 7 मुख्य बोर्ड की ऊंचाई - 3 मीटर

| लोकेशन      | लाइट (60 W) | फैन (80 W) | 6A प्लग प्वाइंट | 16A पावर(80 W) | प्लग (1000 W) |
|-------------|-------------|------------|-----------------|----------------|---------------|
| बरामदा      | 1           | 1          | 1               | 1              | 1             |
| किचन        | 1           | 1          | Nil             | 1              | 1             |
| बेडरूम      | 2 +2        | 1 +1       | 1 +1            | 1 +1           | Nil           |
| ड्रॉइंग रूम | 2           | 1          | 1               | 1              | Nil           |

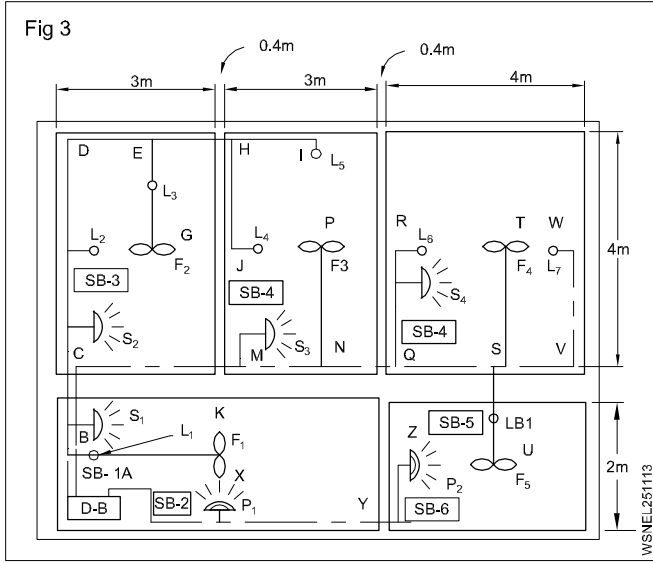
- 5 IE नियमों के अनुसार उपरोक्त लोड के लिए आवश्यक उप-सर्किटों की संख्या की गणना करें।

$$\begin{aligned}
 \text{प्रकाश बिंदुओं की कुल वाट क्षमता} &= 8 \times 60 = 480 \text{ W} \\
 \text{फैन पॉइंट की कुल वाट क्षमता} &= 5 \times 80 = 400 \text{ W} \\
 \text{(6ए) सॉकेट की कुल वाट क्षमता} &= 4 \times 80 = 320 \text{ W} \\
 \text{कुल 17 Nos} &= \mathbf{1200 \text{ W}}
 \end{aligned}$$

- 6 चूंकि 17 पॉइंट हैं, हमें दो उप-सर्किट की आवश्यकता है। प्रत्येक उप-सर्किट पर आउटलेट का विभाजन ज्यादा -कम या एक समान बनाया जाता है, अर्थात, 8 बिंदु और 9 बिंदु हो सकता है। Fig 2 देखें



7 Fig 3 में दिखाए अनुसार पाइपलाइन , स्विच बोर्ड, लोड और DB (वितरण बोर्ड या वितरण बॉक्स) का लेआउट बनाएं।



8 प्रत्येक केबल के आकार की गणना करें जैसा कि नीचे दिखाया गया है।

i यदि सब-सर्किट-1 के माध्यम से विद्युत धारा प्रवाहित होगा

$$= \frac{(5 \times 60) + (2 \times 80) + (2 \times 80)}{230} = 2.696 \text{ A}$$

ii उपसर्किट -2 के माध्यम से विद्युत धारा प्रवाहित होगा

$$= \frac{(3 \times 60) + (3 \times 80) + (2 \times 80)}{230} = 2.522 \text{ A}$$

iii उपसर्किट -3 के माध्यम से विद्युत धारा प्रवाहित होगा

$$= \frac{2000}{230} = 8.696 \text{ A}$$

कुल विद्युत धारा = 2.696+2.522+8.696 = 13.9 A

7 हॉरिजॉन्टल रन - 2.8 मीटर

8 सभी लाइटों और पंखे के लिए 8 PVC पाइपलाइन - 45.4 मीटर

9 वर्टिकल डाउन ड्रॉप्स (SB's तक हॉरिजॉन्टल रन) - 2 मीटर

10 (पावर) उप सर्किट के लिए केबल -3 (1/1.8m Al) - 30 मीटर

11 उप-सर्किट 1 & 2 के लिए केबल (1.0 mm<sup>2</sup> कॉपर) - 1 & 2

### श्रम शुल्क की गणना करें

- विद्युत कार्य विशिष्टता की समीक्षा करें
- ड्राइंग का विश्लेषण करें
- सामग्री उतारें
- श्रम शुल्क की गणना करें
- अपनी ओवरहेड लागत जोड़ें
- अपना लाभ मार्जिन तय करें
- कार्यालय के लिए वायरिंग प्रणाली के प्रकार की अनुशंसा की जाती है
- टिकाऊपन और निश्चित रूप से सुरक्षा कार्य के लिए तार को एक बिंदु से दूसरे बिंदु पर जाने से बचें।

विद्युत कार्य की लागत प्रयुक्त वायरिंग या सर्किट की गुणवत्ता और मोटाई के अनुसार चार्ज होती है। विद्युत का एक आकलन इस प्रकार है:

|                     |            |                     |
|---------------------|------------|---------------------|
| मीटर बोर्ड          | = 2 पॉइंट  | = रु. 2,000         |
| वितरण बोर्ड         | = 2 पॉइंट  | = रु. 2,000         |
| लाइट / फैन          | = 17 पॉइंट | = रु.12,000         |
| पावर                | = 2 पॉइंट  | = रु. 2,000         |
| <b>श्रमिक शुल्क</b> |            | <b>= रु. 18,000</b> |

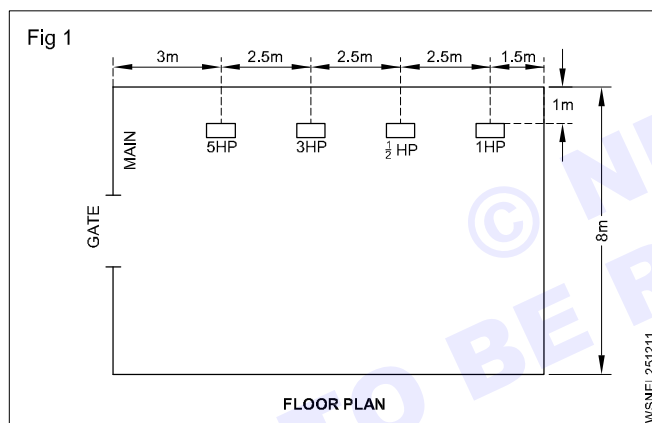
### टोटल लागत

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| सामग्री लागत         | = रु. 10,973        |
| श्रमिक शुल्क         | = रु. 18,000        |
| <b>कुल आकलन लागत</b> | <b>= रु. 28,973</b> |

**आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत पर समस्याएं (Problems on estimation and costing)- वर्कशॉप की वायरिंग के लिए सामग्री की लागत/बिल का आकलन करें (Estimate the cost/bill of material for wiring of workshop)**

वर्कशॉप की वायरिंग के लिए श्रम शुल्क और कुल लागत की गणना करें

- 1 वर्कशॉप का फ्लोर प्लान।
  - 2 ग्राहक के परामर्श से फ्लोर प्लान पर मोटरों की स्थिति को चिह्नित करें।
    - i एक 5HP, 415V 3 फेज़ मोटर
    - ii एक 3HP, 415V 3 फेज़ मोटर
    - iii एक ½ HP, 240V 1 फेज़ मोटर
    - iv एक 1HP, 415V 3 फेज़ मोटर
- मोटरों को Fig 1 में दर्शाए अनुसार व्यवस्थित किया जाना चाहिए।



1 मुख्य स्विच, मोटर स्विच और स्टार्टर को ग्राउंड लेवल से 1.5 मीटर की ऊंचाई पर माउंट किया जाना चाहिए।

2 ग्राउंड लेवल से हॉरिजॉन्टल रन की ऊंचाई 2.5 मीटर होगी

3 केबल के आकार की गणना करें

मोटर दक्षता 85% मानते हुए सभी मोटरों के लिए पावर फैक्टर 0.8 और आपूर्ति वोल्टेज 400 V है।

$$5\text{HP मोटर का FL करंट} = \frac{5 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 7.806 \text{ A}$$

$$3\text{HP मोटर का FL करंट} = \frac{3 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 4.68 \text{ A}$$

$$\text{HP मोटर का } \frac{1}{2} \text{ FL करंट} = \frac{0.5 \times 735.5}{240 \times 0.85 \times 0.8} = 2.25 \text{ A}$$

$$1 \text{ HP मोटर का FL करंट} = \frac{1 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 1.56 \text{ A}$$

मुख्य स्विच और मोटर से मुख्य स्विच तक की केबल उच्च रेटिंग की एक मोटर के शुरुआती करंट और अन्य सभी मोटरों के पूर्ण लोड करंट को संभालने में सक्षम होनी चाहिए।

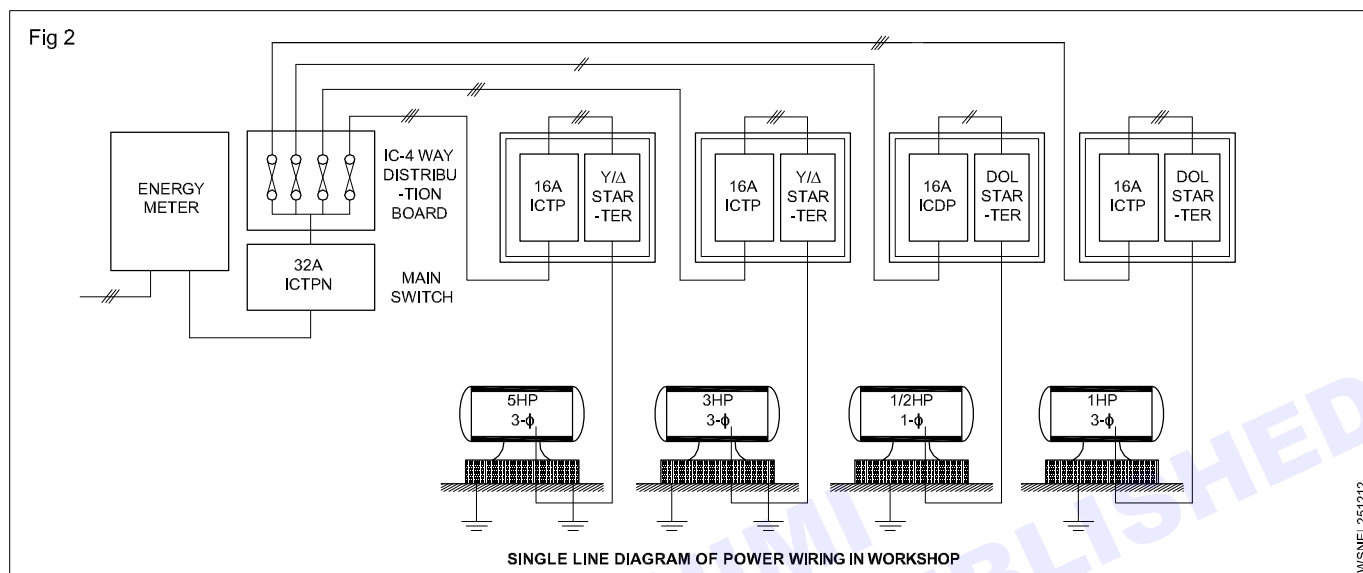
अर्थात्,  $15.6 + 4.68 + 2.25 + 1.56 = 24.9\text{A}$

4 इंस्टॉल की जाने वाली प्रत्येक मोटर के केबल आकार को दर्शाने वाली एक टेबल तैयार करें जैसा कि टेबल 1 में दिखाया गया है।

टेबल 1

| क्र.सं. | मोटर        | FL करंट<br>$I_L$ (A) | प्रारंभिक धारा<br>$I_s = 2I_L$ (A) | अनुशंसित केबल का आकार                                                                           |
|---------|-------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 5HP मोटर    | 7.5                  | 15.0                               | 2.0mm <sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर केबल (17A) या 2.5mm <sup>2</sup> एल्यूमीनियम कंडक्टर केबल (16A) |
| 2       | 3HP मोटर    | 4.68                 | 9.36                               | 2.0mm <sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर केबल (17A)                                                      |
| 3       | 1/2 HP मोटर | 2.25                 | 4.5                                | 1.0mm <sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर केबल (11A) न्यूनतम अनुशंसित केबल                                |
| 4       | 1HP मोटर    | 1.56                 | 3.12                               | 1.0mm <sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर केबल (11A) न्यूनतम अनुशंसित केबल                                |

- 5 केबल के प्रकार और गेज का चयन संबंधित सिद्धांत में दी गई टेबल को देखकर किया जाएगा।
- 6 उपयुक्त स्विच और डिस्ट्रिब्यूशन बोर्ड का चयन करें
  - 32A, 415V ICTP स्विच फ़्यूज़ के साथ मुख्य स्विच के रूप में उपयोग किया जा सकता है।
  - 16A, 415V, फ़्यूज़ के साथ ICTP स्विच का उपयोग 5HP, 3HP और 1HP मोटर के लिए किया जा सकता है।
- 16A, 240V, ICDP स्विच फ़्यूज़ के साथ ½ HP मोटर के लिए उपयोग किया जा सकता है।
- 415V, 4 वे, 16A प्रति वे IC वितरण बोर्ड न्यूट्रल लिंक के साथ पावर डिस्ट्रिब्यूशन के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।
- 7 पावर वायरिंग का सिंगल लाइन आरेख बनाएं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।
- 8 पाइपलाइन के आकार और लंबाई की गणना करें।



टोटल लागत :

#### सामग्री की लागत

|                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1 19 mm हेवी गेज पाइपलाइन         | = 1250 रुपये               |
| 2 25 mm फ्लेक्सिबल पाइपलाइन       | = 60 रुपये                 |
| 3 2.0mm <sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर | = 3840 रुपये               |
| 4 1.0mm <sup>2</sup> कॉपर कंडक्टर | = 2280 रुपये               |
| 5 अनुसूची की सामग्री और लागत      | = 45811 रुपये              |
|                                   | = 7430 रुपये + 45811 रुपये |

**कुल सामग्री लागत = 53,241 रुपये**

#### लेबर चार्ज

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| मोटर इंस्टालेशन लेबर चार्ज | = रु.3000/मोटर       |
| 4 मोटर इंस्टालेशन          | = 4 x 3000 रुपये     |
|                            | <b>= 12000 रुपये</b> |

सामग्री की कुल लागत और श्रम शुल्क = 53,241 रुपये + 12000 रुपये  
**= 65,241 रुपये**

## आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत की समस्याएं (Problems on estimation and costing) - ऑफिस रूम (Office room)

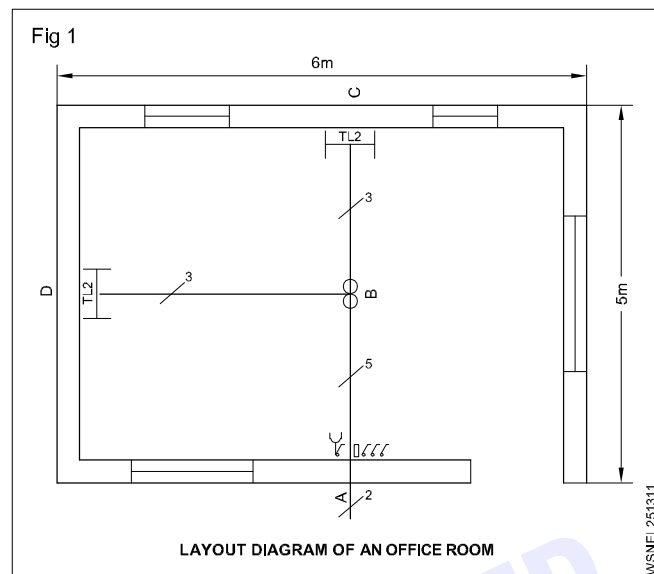
2 लैंप, 1 फैन और 6A सॉकेट आउटलेट वाले 6m x 5m आकार के ऑफिस रूम के लिए श्रम शुल्क और कुल लागत आकलन की गणना करें।

- 1 ड्राइंग का विश्लेषण करें।
- 2 विधुत कार्य विशिष्टता की समीक्षा करें
- 3 ऑफिस रूम के लिए अनुशंसित 3 प्रकार की वायरिंग प्रणाली बताएं।
- 4 टिकाऊपन और निश्चित रूप से सुरक्षा कार्य के लिए तार को एक बिंदु से दूसरे बिंदु पर जाने से बचें।

ऑफिस का लेआउट तैयार करना होगा। (Fig 1)

दिए गए उदाहरण में, कुल भार की गणना की जानी चाहिए

- ट्यूब 2nos x 50 W = 100 W
  - फैन 1nos x 60 W = 60 W
  - 6A सॉकेट 1 no = 100 W
- 260 W



| क्र.सं. | सहायक सामग्री                                 | लंबाई               | कीमत              |
|---------|-----------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1       | PVC पाइपलाइन 19 mm x10 mm                     | 12m x Rs.25         | Rs. 300           |
| 2       | 1.5 sq.mm PVC इंसुलेटेड कॉपर फ्लेक्सिबल 650   | 46m x Rs.80         | Rs. 3680          |
| 3       | फ्लश टाइप STP स्विच 6 ए 250 V                 | 4 Nos x Rs.50       | Rs. 200           |
| 4       | फ्लश टाइप सॉकेट 6 A 250V                      | 1 No x Rs.50        | Rs. 50            |
| 5       | लकड़ी के स्विच बोर्ड 250 mm x 150 mm          | 1 No x Rs.500       | Rs. 500           |
| 6       | लकड़ी के स्कू 15 x 4 mm, 25 x 5 mm, 30 x 6 mm | 25 Nos each x Rs.50 | Rs. 50            |
| 7       | PVC इन्सुलेशन टेप 19 mm चौड़ाई 9 मीटर लंबाई   | 1 No x Rs.10        | Rs. 10            |
| 8       | सीलिंग रोज़ 3 प्लेट 250 V, 6 A                | 3 Nos x Rs.10       | Rs. 30            |
| 9       | ट्यूब लाइट 2 Nos x 40 W                       |                     | Rs. 100           |
| 10      | फैन 1 No x 80 W                               |                     | Rs. 2500          |
|         |                                               | कुल सामग्री लागत    | <b>7420 रुपये</b> |

### आकलन लागत की गणना

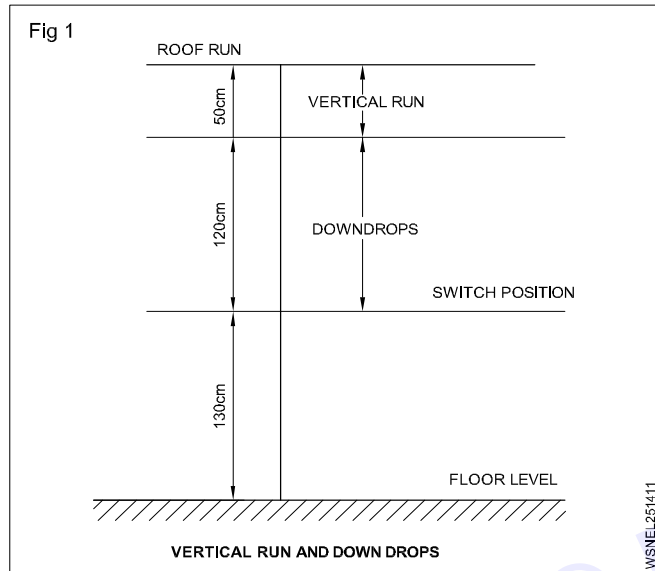
$$\begin{aligned}
 &\text{ऑफिस रूम के लिए श्रम शुल्क} = 375 \text{ रुपये/पॉइंट} \\
 &= 2 \text{ लैंप और 1 फैन} \\
 &= 3 \text{ पॉइंट} \\
 &= 3 \times 375 \\
 &= \mathbf{1125 \text{ रुपये}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{सामग्री और श्रम शुल्क की कुल लागत} = 7420 \text{ रुपये} + 1125 \\
 &= \mathbf{8545 \text{ रुपये}}
 \end{aligned}$$

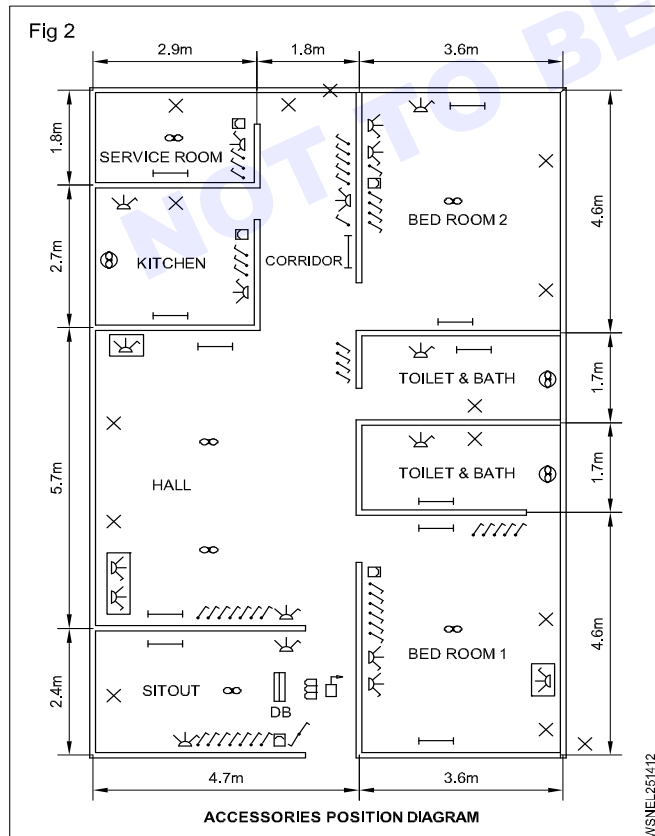
**आकलन और लागत (Estimation and Costing) - आकलन और लागत की समस्याएं (Problems on estimation and costing) - हाउस वायरिंग का आकलन (Estimation of house wiring)**

हाउस वायरिंग के लिए श्रम शुल्क और कुल आकलन लागत की गणना करें।

**Fig 1** ग्राउंड लेवल से वर्टिकल और नीचे की ड्रॉप और स्विच स्थिति माप को दर्शाता है।



प्रत्येक कमरे में उपभोक्ता की रोशनी, पंखे और पॉवर पॉइंट्स की आवश्यकता का पता करें। (Fig 2)

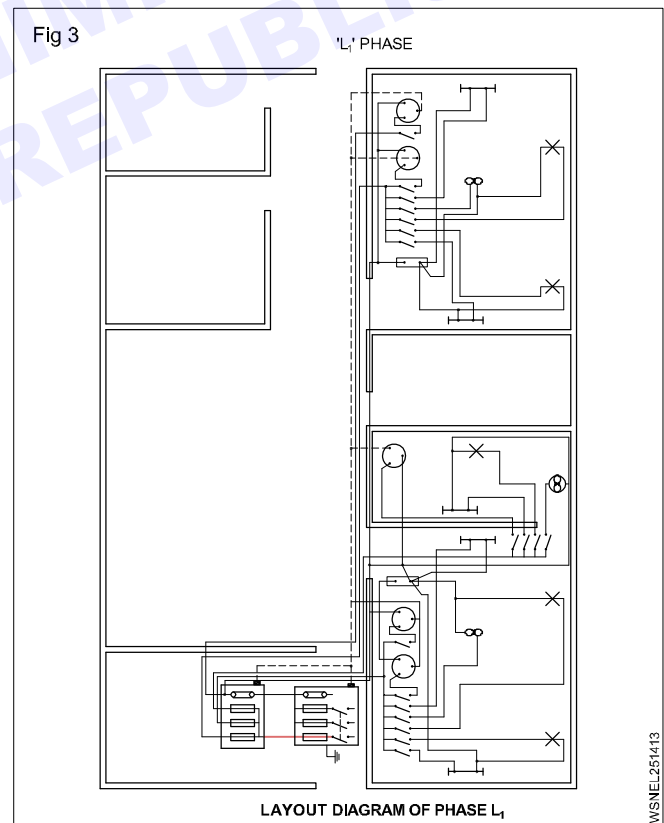


ऐसा करते समय लोड को 3-फेज में समान रूप से विभाजित करें, आवश्यकतानुसार, एक कमरे की लाइट और फैन के सर्किट एक ही फेज में होने चाहिए।

दूसरे शब्दों में, एक ही कमरे को दो फेज से सप्लाई नहीं मिलनी चाहिए क्योंकि इससे मेंटनेंस इलेक्ट्रीशियन के लिए एक बड़ा खतरा उत्पन्न हो जाएगा और अलग-अलग फेज के लिए अलग-अलग लाइनों को अलग-अलग नलिकाओं के माध्यम से ले जाना होगा। सिंगल लाइन के माध्यम से दो या तीन फेज की क्लबिंग से बचना चाहिए।

प्रत्येक फेज के अलग-अलग ब्रांच सर्किट में लाइट, फैन और इलेक्ट्रिक सर्किट की वाट क्षमता की गणना करें। फिर इंस्टॉलेशन के कुल कनेक्टेड लोड के साथ-साथ प्रत्येक ब्रांच सर्किट में करंट की गणना करें।

सहायक उपकरण आरेख की स्थिति और लोड विभाजन का भी मूल्यायन लें, फिर विभिन्न कमरों और बिल्डिंग के बाहरी हिस्से में अलग-अलग फेज लाइन को दिखाते हुए लेआउट आरेख बनाएं। Fig 3 फेज L<sub>1</sub> का लेआउट आरेख दिखाता है।



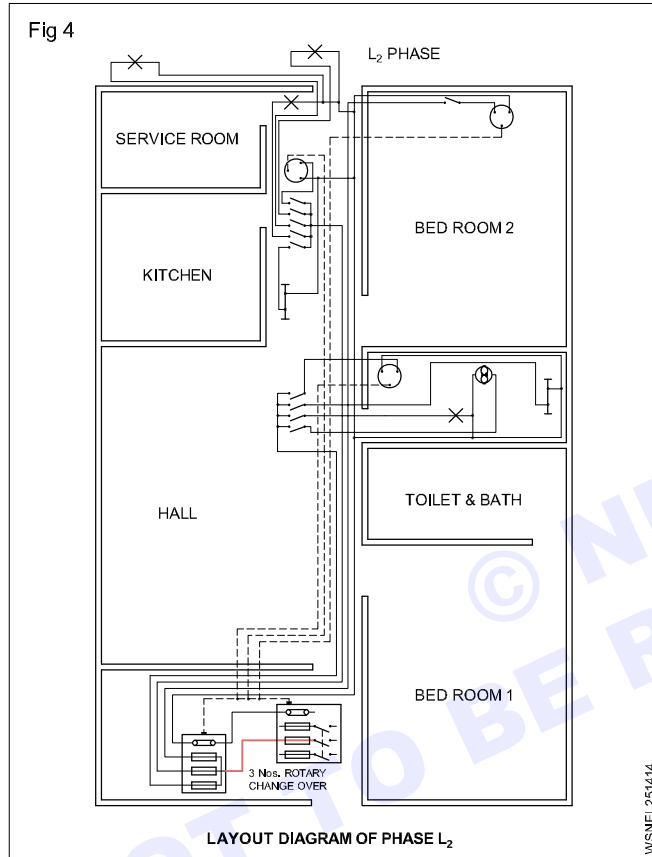
लेआउट को अंतिम रूप देने के बाद वायरिंग आरेख बनाना होता है।

प्रत्येक ब्रांच की करंट क्षमता की जांच करें और केबल के आकार का चयन करें। केबल के आकार और प्रत्येक पाइपलाइन में केबलों की संख्या का चयन करने के बाद PVC पाइपलाइन टेबल देखें और पाइपलाइन के

आकार का चयन करें (सरकारी स्थापना में CPWD ने उपयोग करने के लिए न्यूनतम आकार के रूप में 19 mm पाइपलाइन निर्धारित की है)।

दी गई विधि के अनुसार आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई की गणना की जानी चाहिए।

NE कोड अनुशंसा करता है कि केबलों का हॉरिजॉन्टल प्रवाह 2.5 मीटर (250 cm) की ऊंचाई पर होना चाहिए और फर्श लेवल से स्विच की ऊंचाई 130 cm होनी चाहिए। यहां रूफ की ऊंचाई के लिए लिया गया उदाहरण फर्श लेवल से 3 मीटर (300 cm) है। सभी स्थिति में कमरों का आकार आकलन करने के लिए उपलब्ध होना चाहिए।



मुख्य स्विच और DB के लिए आवश्यक पाइपलाइन की लंबाई

यदि विशिष्ट फेज लाइन को 19 mm PVC पाइपलाइन के माध्यम से खींचा जाना है तो यह पर्याप्त होगा, दूसरी ओर यदि सभी तीन फेज केबलों को सिंगल पाइप के माध्यम से खींचा जाना है, तो आवश्यकता की गणना अलग से की जाएगी।

यह मानते हुए कि अलग-अलग फेज अलग-अलग नलिकाओं के माध्यम से खींचे जाएंगे, 19 mm PVC पाइपलाइन क्रमशः 1/2.8 या 7/1.06 एल्यूमीनियम और तांबे के केबलों तक के आकार के दो केबल खींचने के लिए पर्याप्त होगी।

#### श्रम शुल्क की गणना

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| 1 लाइट पॉइंट | = 16                     |
| 2 फैन पॉइंट  | = 6                      |
| 3 प्लग पॉइंट | = 8                      |
| टोटल पॉइंट   | = 30                     |
| लागत         | = 375 रुपये / पॉइंट x 30 |
|              | = 11250 रुपये            |

कुल आकलन लागत = सामग्री की लागत + श्रम शुल्क  
 = 15760 रुपये + 11250 रुपये  
 = **27010 रुपये**