

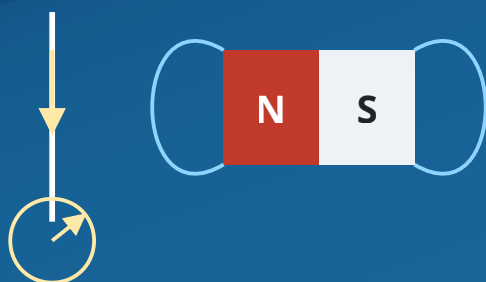
Bihar Board Class 10 Science

अध्याय 4

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव

MAGNETIC EFFECTS OF ELECTRIC CURRENT

Complete Exam-Oriented Study Material



 Theory & Rules

 Diagrams

 Motor

 Generator

 MCQs

 Important Questions

 Quick Revision

विषय-सूची (Table of Contents)

अध्याय परिचय — विद्युत धारा और चुंबकत्व का संबंध	3	20. घरेलू विद्युत परिपथ	17
1. चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field)	4	21. Live, Neutral तथा Earth Wire	18
2. चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ (Magnetic Field Lines)	4	22. घरों में Appliances पार्श्व क्रम में क्यों?	19
3. धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र	5	23. फ्यूज (Fuse)	19
4. सीधे धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र	6	24. MCB	20
5. दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम	6	25. Short Circuit तथा Overloading	21
6. वृत्ताकार धारावाही कुंडली	7	26. विद्युत सुरक्षा के नियम	21
7. परिनालिका (Solenoid)	8	27. Important Definitions	22
8. विद्युत चुंबक (Electromagnet)	9	28. Important Rules Revision Table	23
9. चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर बल	10	29. Important Diagrams — Revision Section	23
10. फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम	11	30. Formula Section	26
11. विद्युत मोटर — परिचय व भाग	12	31. हल किए गए प्रश्न (Solved Questions)	26
12. विद्युत मोटर की कार्यविधि एवं सिद्धांत	12	32. परीक्षा के महत्वपूर्ण प्रश्न (Board Questions)	28
13. विद्युत मोटर के उपयोग	13	33. MCQs (बहुविकल्पीय प्रश्न)	31
14. विद्युतचुंबकीय प्रेरण (Electromagnetic Induction)	13	34. Assertion-Reason प्रश्न	33
15. फैराडे का प्रयोग	14	35. Fill in the Blanks	34
16. फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम	15	36. सामान्य गलतियाँ (Common Mistakes)	35
17. विद्युत जनित्र — परिचय, भाग व कार्यविधि	15	37. Board Exam Writing Tips	36
18. Motor बनाम Generator	17	38. Quick Revision Notes	36
19. AC और DC का मूल परिचय	17	39. Chapter 4 — One Page Revision	37

अध्याय परिचय — विद्युत धारा और चुंबकत्व का संबंध

बहुत समय तक वैज्ञानिक विद्युत (Electricity) और चुंबकत्व (Magnetism) को दो अलग-अलग परिघटनाएँ मानते थे। परंतु 1820 में डेनिश वैज्ञानिक **हैंस क्रिश्चियन ओर्स्टेड (Hans Christian Oersted)** ने एक सरल प्रयोग से यह दिखाया कि **विद्युत धारा भी चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है** — अर्थात् विद्युत और चुंबकत्व आपस में गहराई से जुड़े हुए हैं।

क्या विद्युत धारा चुंबकीय प्रभाव उत्पन्न करती है?

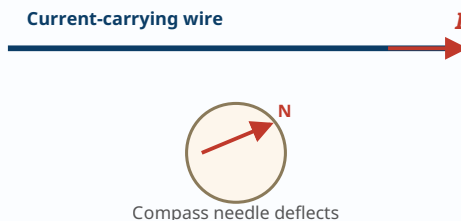
हाँ। जब किसी तार (चालक) से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तो उसके चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र बन जाता है, ठीक वैसे ही जैसे किसी चुंबक के चारों ओर होता है। इस परिघटना को **विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव (Magnetic Effect of Electric Current)** कहते हैं।

ओर्स्टेड के प्रयोग की मूल अवधारणा

ओर्स्टेड ने एक धारावाही तार के पास एक दिक्सूचक (compass) रखा। जैसे ही परिपथ में धारा प्रवाहित की गई, दिक्सूचक की सुई विक्षेपित (deflect) हो गई! धारा बंद करने पर सुई पुनः अपनी सामान्य (उत्तर-दक्षिण) स्थिति में लौट आई। इससे सिद्ध हुआ कि **धारावाही चालक अपने चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।**

Oersted's Experiment: Current produces a Magnetic Field

(When key is closed and current flows, the compass needle deflects)



Compass needle deflects

चित्र 0.1 — ओर्स्टेड का प्रयोग: धारा प्रवाहित होने पर दिक्सूचक की सुई का विक्षेपण

दैनिक जीवन में चुंबकीय प्रभाव के अनुप्रयोग

- **विद्युत मोटर** — पंखा, मिक्सी, पानी का पंप, वाशिंग मशीन आदि में।
- **विद्युत जनित्र** — बिजलीघरों में विद्युत उत्पादन हेतु।
- **विद्युत चुंबक** — क्रेन, विद्युत घंटी, लाउडस्पीकर, रिले में।
- **ट्रांसफॉर्मर, माइक्रोफोन, हेडफोन** — सभी इसी सिद्धांत पर आधारित हैं।

इस अध्याय में हम सीखेंगे

- चुंबकीय क्षेत्र, चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ तथा धारावाही चालकों के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र
- दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम, परिनालिका, विद्युत चुंबक
- फ्लेमिंग के बायें व दायें हाथ के नियम
- **विद्युत मोटर** तथा **विद्युत जनित्र** की संरचना व कार्यविधि
- **विद्युतचुंबकीय प्रेरण** का सिद्धांत
- घरेलू विद्युत परिपथ, फ्यूज, MCB तथा विद्युत सुरक्षा के नियम

SECTION 1 — चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field)

परिभाषा

किसी चुंबक या धारावाही चालक के चारों ओर का वह क्षेत्र, जिसमें रखे जाने पर किसी अन्य चुंबक या चुंबकीय पदार्थ पर चुंबकीय बल का अनुभव होता है, **चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field)** कहलाता है। इसे **B** से दर्शाते हैं।

1.1 चुंबकीय क्षेत्र की आवश्यकता

चुंबकीय क्षेत्र की अवधारणा इसलिए आवश्यक है क्योंकि दो चुंबकीय वस्तुएँ बिना एक-दूसरे को सीधे छुए भी एक-दूसरे पर बल लगाती हैं। यह बल "क्षेत्र" के माध्यम से कार्य करता है — जिस स्थान पर यह बल अनुभव होता है, वहाँ चुंबकीय क्षेत्र विद्यमान माना जाता है।

1.2 चुंबकीय क्षेत्र को कैसे निरूपित करते हैं?

चुंबकीय क्षेत्र को **चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं (Magnetic Field Lines)** द्वारा दर्शाया जाता है। यह एक **सदिश राशि (vector quantity)** है — अर्थात् इसका परिमाण (magnitude) तथा दिशा (direction) दोनों होते हैं। किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा वह दिशा है जिसमें उस बिंदु पर रखे दिक्सूचक का उत्तरी ध्रुव संकेत करता है।

1.3 SI मात्रक — टेस्ला (Tesla)

चुंबकीय क्षेत्र B का SI मात्रक **टेस्ला (T)** है, जिसे वैज्ञानिक निकोला टेस्ला के सम्मान में रखा गया है।

परीक्षा में याद रखें

- चुंबकीय क्षेत्र एक सदिश राशि है।
- इसका SI मात्रक टेस्ला (T) है।
- इसकी दिशा उस बिंदु पर रखे दिक्सूचक की उत्तरी सुई की दिशा से ज्ञात होती है।

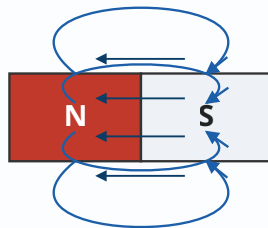
SECTION 2 — चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ (Magnetic Field Lines)

परिभाषा

वे काल्पनिक रेखाएँ, जिनके द्वारा किसी चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा तथा परिमाण को निरूपित किया जाता है, **चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ** कहलाती हैं।

Magnetic Field Lines around a Bar Magnet

N pole S pole



Field lines: outside N to S; inside S to N (closed loops)

चित्र 2.1 — छड़ चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ

2.1 क्षेत्र रेखाओं की दिशा

- चुंबक के **बाहर**, क्षेत्र रेखाएँ **उत्तरी ध्रुव (N) से निकलकर दक्षिणी ध्रुव (S) में प्रवेश** करती हैं।
- चुंबक के **भीतर**, क्षेत्र रेखाएँ **दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर** चलती हैं — इस प्रकार प्रत्येक क्षेत्र रेखा एक **बंद वक्र (closed loop)** बनाती है।

2.2 क्षेत्र रेखाएँ कभी प्रतिच्छेद (intersect) क्यों नहीं करतीं?

किसी भी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की **एक ही दिशा** हो सकती है (दिक्सूचक की सुई किसी एक बिंदु पर केवल एक ही दिशा दिखा सकती है)। यदि दो क्षेत्र रेखाएँ किसी बिंदु पर काटें, तो उस बिंदु पर क्षेत्र की दो दिशाएँ मानी जाएँगी, जो असंभव है। इसीलिए **चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करतीं**।

2.3 क्षेत्र रेखाओं का घनत्व (Density)

क्षेत्र रेखाओं की स्थिति	क्या दर्शाती है?
रेखाएँ पास-पास (सघन)	प्रबल चुंबकीय क्षेत्र (Strong field) — जैसे ध्रुवों के निकट
रेखाएँ दूर-दूर (विरल)	दुर्बल चुंबकीय क्षेत्र (Weak field) — ध्रुवों से दूर

परीक्षा में याद रखें

- क्षेत्र रेखाएँ बाहर N से S, भीतर S से N — मिलकर बंद वक्र बनाती हैं।
- क्षेत्र रेखाएँ कभी प्रतिच्छेद नहीं करतीं।
- रेखाओं का घनत्व क्षेत्र की प्रबलता दर्शाता है।

SECTION 3 — धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र

ओर्स्टेड के प्रयोग से यह स्पष्ट हुआ कि **जब किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तो उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है**। इस चुंबकीय क्षेत्र का आकार (pattern) चालक के आकार पर निर्भर करता है।

चालक का प्रकार	चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न
सीधा चालक (Straight conductor)	संकेन्द्रीय वृत्तों (concentric circles) के रूप में
वृत्ताकार लूप (Circular loop)	केंद्र पर सीधी रेखा जैसा प्रबल क्षेत्र; किनारों पर वक्र रेखाएँ
परिनालिका (Solenoid)	छड़ चुंबक जैसा क्षेत्र, भीतर लगभग एकसमान (uniform)

3.1 धारा बढ़ने का प्रभाव

चालक में प्रवाहित धारा जितनी अधिक होगी, उसके चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र उतना ही **प्रबल (strong)** होगा।

3.2 दूरी बढ़ने का प्रभाव

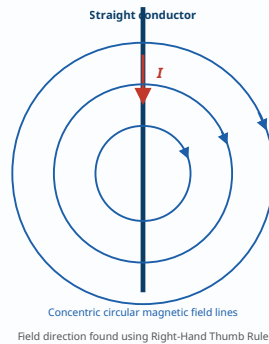
चालक से दूरी जितनी अधिक होगी, वहाँ उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र उतना ही **दुर्बल (weak)** होगा — अर्थात् चालक से दूरी बढ़ने पर क्षेत्र की प्रबलता घटती है।

परीक्षा में याद रखें

चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता $\propto$ धारा; चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता $\propto 1/\text{दूरी}$ (चालक से दूरी के व्युत्क्रमानुपाती)।

SECTION 4 — सीधे धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र

जब किसी लंबे सीधे चालक से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तो उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ **संकेद्रीय वृत्तों (concentric circles)** के रूप में बनती हैं, जिनका केंद्र चालक पर स्थित होता है तथा जो चालक के लंबवत तल में होती हैं।



चित्र 4.1 — सीधे धारावाही चालक के चारों ओर वृत्ताकार चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ

4.1 धारा की दिशा बदलने पर क्षेत्र की दिशा

यदि चालक में प्रवाहित धारा की दिशा उलट दी जाए, तो चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा भी **उलट** जाती है (अर्थात् यदि पहले क्षेत्र रेखाएँ घड़ी की दिशा में थीं, तो अब वे घड़ी की विपरीत दिशा में हो जाएँगी)।

4.2 दूरी का प्रभाव

चालक के जितना निकट हों, चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ उतनी ही **सघन (पास-पास)** होती हैं (प्रबल क्षेत्र); चालक से दूर जाने पर रेखाएँ **विरल** हो जाती हैं (दुर्बल क्षेत्र) — यही कारण है कि चित्र में बाहरी वृत्त भीतरी वृत्त से दूर-दूर खींचे गए हैं।

परीक्षा में याद रखें

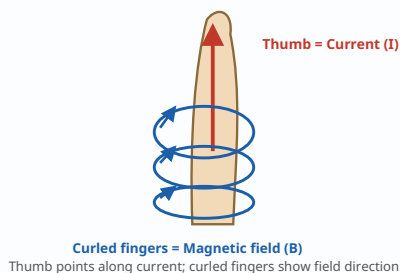
सीधे चालक के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ सदैव **वृत्ताकार** तथा चालक के **लंबवत तल में** होती हैं, चालक के समांतर नहीं।

SECTION 5 — दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम (Right-Hand Thumb Rule)

नियम (Maxwell's/Right-Hand Thumb Rule)

यदि किसी धारावाही सीधे चालक को **दाहिने हाथ में** इस प्रकार पकड़ें कि **अंगूठा (thumb)** धारा की दिशा में सीधा रहे, तो चालक के चारों ओर **लिपटी हुई (curled)** उंगलियाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दर्शाती हैं।

Right-Hand Thumb Rule



चित्र 5.1 — दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम

Exam Point — याद रखने योग्य कथन

"अंगूठे को धारा की दिशा में रखो; मुड़ी हुई उंगलियाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बताती हैं।"

याद रखें

यह नियम केवल सीधे चालक के लिए नहीं, बल्कि वृत्ताकार कुंडली तथा परिनालिका में भी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए उपयोग होता है (अगले दो sections में देखें)।

परीक्षा में याद रखें

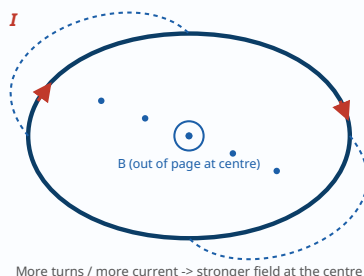
दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम: अंगूठा → धारा, मुड़ी उंगलियाँ → चुंबकीय क्षेत्र।

SECTION 6 — वृत्ताकार धारावाही कुंडली (Circular Current-Carrying Coil)

परिचय

जब किसी चालक को वृत्ताकार (circular loop) आकार में मोड़कर उसमें धारा प्रवाहित की जाती है, तो उसके कारण बना चुंबकीय क्षेत्र पैटर्न सीधे चालक से भिन्न होता है।

Magnetic Field due to a Circular Current-Carrying Coil



चित्र 6.1 — वृत्ताकार धारावाही कुंडली के कारण चुंबकीय क्षेत्र

6.1 लूप के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र

वृत्ताकार लूप के प्रत्येक भाग से उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ लूप के केंद्र पर एक ही दिशा में जुड़ (add up) जाती हैं, जिससे केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र अपेक्षाकृत प्रबल तथा सीधी रेखा जैसा (लगभग समान) होता है। लूप के किनारों के पास क्षेत्र रेखाएँ वृत्ताकार (वक्र) होती हैं।

6.2 Multiple Turns (फेरों की संख्या) का प्रभाव

यदि कुंडली में एक के बजाय **कई फेरे (turns)** हों, तो प्रत्येक फेरे द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र आपस में जुड़ जाता है, जिससे केंद्र पर कुल चुंबकीय क्षेत्र फेरों की संख्या के **समानुपात में बढ़ जाता है**।

6.3 धारा बढ़ाने का प्रभाव

धारा जितनी अधिक प्रवाहित की जाए, कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र उतना ही अधिक प्रबल होता है।

परीक्षा में याद रखें

वृत्ताकार कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता: (i) धारा (I) के समानुपाती, (ii) फेरों की संख्या (N) के समानुपाती, (iii) लूप की त्रिज्या (r) के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

SECTION 7 — परिनालिका (Solenoid)

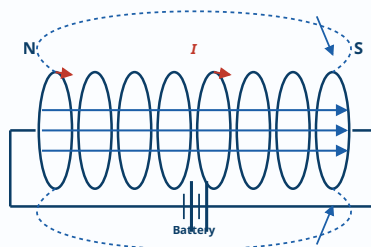
परिभाषा

किसी बेलनाकार (cylindrical) रूप में लपेटे गए तार की कुंडली, जिसमें फेरों की संख्या अधिक तथा पास-पास होती है, **परिनालिका (Solenoid)** कहलाती है।

7.1 संरचना

एक इंसुलेटेड तांबे के तार को किसी बेलनाकार खाँचे पर एक के बाद एक कई फेरों में लपेटा जाता है। जब इस कुंडली से धारा प्रवाहित की जाती है, तो यह एक चुंबक की तरह व्यवहार करती है।

Solenoid: Magnetic Field pattern (behaves like a bar magnet)



चित्र 7.1 — परिनालिका में चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न (छड़ चुंबक जैसा व्यवहार)

7.2 परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र

परिनालिका के **भीतर (अंदर)** चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक-दूसरे के **समांतर तथा सीधी** होती हैं, जो यह दर्शाता है कि परिनालिका के भीतर का चुंबकीय क्षेत्र हर बिंदु पर लगभग **समान (uniform)** होता है।

7.3 उत्तर तथा दक्षिण ध्रुव (N and S pole)

परिनालिका का एक सिरा **उत्तरी ध्रुव (N)** तथा दूसरा सिरा **दक्षिणी ध्रुव (S)** की तरह व्यवहार करता है — ठीक वैसे ही जैसे किसी छड़ चुंबक में होता है। कौन-सा सिरा N होगा, यह धारा की दिशा पर निर्भर करता है (दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम से ज्ञात किया जा सकता है)।

7.4 अनुप्रयोग (Applications)

- विद्युत चुंबक (Electromagnet) बनाने में (अगला Section)।
- विद्युत घंटी, रिले, चुंबकीय ताले (magnetic locks) में।
- MRI मशीन तथा various प्रकार के विद्युत उपकरणों में।

परीक्षा में याद रखें

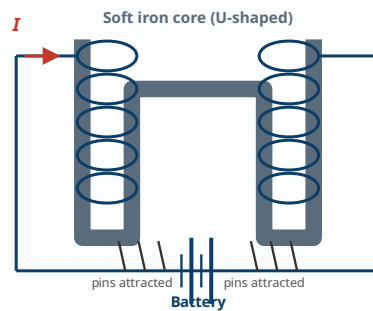
परिनालिका के भीतर क्षेत्र रेखाएँ समांतर व सीधी (uniform field); बाहर यह छड़ चुंबक जैसा पैटर्न दिखाती है।

SECTION 8 — विद्युत चुंबक (Electromagnet)

परिभाषा

किसी नर्म लोहे (soft iron) के क्रोड (core) पर तार की परिनालिका लपेटकर बनाया गया अस्थायी (temporary) चुंबक, जो केवल तभी तक चुंबकीय गुण प्रदर्शित करता है जब तक उसमें धारा प्रवाहित हो रही हो, विद्युत चुंबक (Electromagnet) कहलाता है।

Electromagnet: Coil wound on Soft Iron Core



चित्र 8.1 — नर्म लोहे के क्रोड पर लिपटी कुंडली से बना विद्युत चुंबक

8.1 कैसे बनाया जाता है?

तांबे के इंसुलेटेड तार को नर्म लोहे की छड़ (प्रायः U-आकार) पर कई फेरों में लपेटकर बैटरी से जोड़ा जाता है। धारा प्रवाहित होते ही परिनालिका द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र नर्म लोहे के क्रोड को चुंबकित कर देता है, जिससे क्रोड का चुंबकत्व बहुत अधिक बढ़ जाता है।

8.2 Soft Iron Core का उपयोग क्यों?

नर्म लोहा (soft iron) आसानी से चुंबकित हो जाता है, परंतु धारा बंद होते ही अपना चुंबकत्व लगभग पूरी तरह खो देता है (यह स्थायी चुंबक नहीं बनता)। इसीलिए विद्युत चुंबक को "अस्थायी चुंबक" कहा जाता है — इसकी यही विशेषता इसे क्रेन, घंटी, रिले जैसे उपकरणों के लिए उपयोगी बनाती है, जहाँ चुंबकत्व को चालू-बंद करना आवश्यक होता है।

8.3 विद्युत चुंबक की शक्ति (Strength) कैसे बढ़ाएँ?

1. धारा बढ़ाकर — अधिक धारा प्रवाहित करने पर क्षेत्र अधिक प्रबल होता है।
2. फेरों की संख्या बढ़ाकर — अधिक फेरों से चुंबकीय क्षेत्र अधिक प्रबल बनता है।
3. उपयुक्त नर्म लोहे के क्रोड का प्रयोग करके — क्रोड चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता को कई गुना बढ़ा देता है।

8.4 अनुप्रयोग (Applications)

उपकरण	उपयोग
विद्युत घंटी (Electric Bell)	हथौड़ी को आकर्षित कर बार-बार घंटी बजाने हेतु
रिले (Relay)	कम धारा से अधिक धारा वाले परिपथ को नियंत्रित करने हेतु
विद्युतचुंबकीय क्रेन (Crane)	भारी लोहे व स्क्रैप को उठाने व छोड़ने हेतु
लाउडस्पीकर (Loudspeaker)	विद्युत संकेतों को ध्वनि में बदलने हेतु
चुंबकीय विभाजक (Magnetic Separator)	कूड़े से लोहे के टुकड़े अलग करने हेतु

परीक्षा में याद रखें

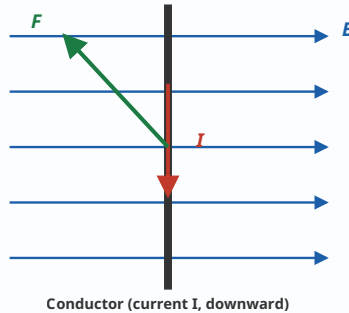
विद्युत चुंबक एक **अस्थायी चुंबक** है; इसकी शक्ति धारा, फेरों की संख्या तथा क्रोड के पदार्थ पर निर्भर करती है।

SECTION 9 — चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर बल

मूल तथ्य

जब किसी धारावाही चालक को किसी चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो उस चालक पर एक **बल (Force)** कार्य करता है। यह इस बात का प्रमाण है कि धारावाही चालक स्वयं एक चुंबक की तरह व्यवहार करता है और बाह्य चुंबकीय क्षेत्र के साथ अन्योन्यक्रिया (interact) करता है।

Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field



चित्र 9.1 — चुंबकीय क्षेत्र B में रखे धारावाही चालक पर बल F

9.1 बल किन-किन कारकों पर निर्भर करता है?

- चालक में प्रवाहित धारा (I) पर।
- चालक जिस चुंबकीय क्षेत्र (B) में रखा है, उसकी प्रबलता पर।
- चुंबकीय क्षेत्र में स्थित चालक की लंबाई (L) पर।
- चालक (धारा की दिशा) तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के बीच बने कोण (θ) पर।

संबंध

$$F = B I L \sin \theta$$

F = बल (न्यूटन) | B = चुंबकीय क्षेत्र | I = धारा | L = चालक की लंबाई | θ = B और चालक (धारा की दिशा) के बीच कोण

9.2 बल कब अधिकतम होता है?

जब चालक, चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत (**perpendicular, $\theta = 90^\circ$**) रखा जाता है, तब $\sin \theta = \sin 90^\circ = 1$ होता है, और बल **अधिकतम ($F = BIL$)** होता है। जब चालक क्षेत्र के **समांतर ($\theta = 0^\circ$)** होता है, तब $\sin \theta = 0$, अतः बल **शून्य** होता है।

9.3 बल की दिशा

बल की दिशा सदैव धारा की दिशा तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा — दोनों के लंबवत होती है। इस दिशा को ज्ञात करने के लिए **फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम** प्रयोग किया जाता है (अगला Section)।

परीक्षा में याद रखें

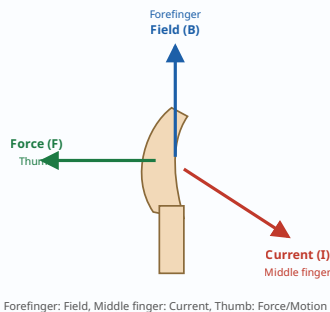
- $\theta = 90^\circ$ पर बल अधिकतम ($F = BIL$); $\theta = 0^\circ$ पर बल शून्य।
- बल सदैव B तथा I दोनों के लंबवत कार्य करता है।

SECTION 10 — फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम (Fleming's Left-Hand Rule)

नियम

बायें हाथ के अंगूठे, तर्जनी (**forefinger**) तथा मध्यमा (**middle finger**) को इस प्रकार फैलाएँ कि तीनों परस्पर लंबवत (**mutually perpendicular**) हों। यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र (**B**) की दिशा में तथा मध्यमा धारा (**I**) की दिशा में रखें, तो अंगूठा बल/गति (**Force/Motion**) की दिशा दर्शाता है।

Fleming's Left-Hand Rule (for Motor)



चित्र 10.1 — फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम (मोटर के लिए)

Memory Trick — याद रखने का आसान तरीका

FBI Trick

Forefinger → Field (क्षेत्र) | B = Middle finger → "B" जैसा दिखने वाला अगला अक्षर नहीं, बल्कि सीधा याद करें: "FBI" — Forefinger-Field, B-Middle finger जैसा नहीं; सरल तरीका: **Th-F-M = Thrust(Force), Field, Motion(Current)** को क्रम से अंगूठा-तर्जनी-मध्यमा मानकर याद रखें: "Thumb = Force, Forefinger = Field, Middle finger = Current" — छोटा शब्द: "FBI" का उपयोग करें: Forefinger-Field, B... आसान रूप में बस यह वाक्य रटें: "यह बायाँ हाथ है, यह मोटर में चलता (Motion) है।"

यह नियम केवल **विद्युत मोटर** पर लागू होता है, जहाँ धारा व चुंबकीय क्षेत्र दिए जाने पर उत्पन्न बल/गति ज्ञात करनी होती है।

परीक्षा में याद रखें

बायाँ हाथ = **मोटर (Motor)** के लिए। तर्जनी → क्षेत्र (B), मध्यमा → धारा (I), अंगूठा → बल/गति (F)।

SECTION 11 — विद्युत मोटर (Electric Motor) — परिचय व भाग

परिभाषा

वह युक्ति (device), जो **विद्युत ऊर्जा (Electrical Energy)** को **यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical Energy)** में बदलती है, **विद्युत मोटर (Electric Motor)** कहलाती है।

11.1 मुख्य भाग (Main Parts)

भाग	कार्य
आर्मेचर / कुंडली (Armature/Coil ABCD)	इसी में धारा प्रवाहित होती है तथा चुंबकीय क्षेत्र में घूर्णन करती है
स्थायी चुंबक (Permanent Magnet, N-S)	कुंडली के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है
विभक्त वलय / दिक्परिवर्तक (Split Ring/Commutator)	प्रत्येक आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदल देता है, जिससे घूर्णन निरंतर रहता है
कार्बन ब्रश (Carbon Brushes)	बैटरी से धारा को घूमती हुई कुंडली तक पहुँचाते हैं (स्थिर रहते हैं)
बैटरी/DC स्रोत	कुंडली में धारा प्रवाहित करने हेतु विद्युत स्रोत
धुरी (Axle)	जिस पर कुंडली घूमती है; इससे यांत्रिक ऊर्जा बाहर निकाली जाती है

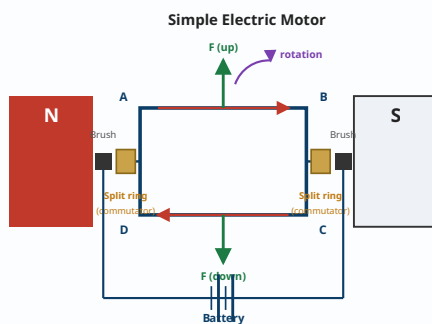
Split Ring को याद रखने का तरीका

मोटर में **"Split"** (विभक्त/टूटा हुआ) वलय होता है क्योंकि इसे हर आधे चक्कर पर धारा की दिशा **बदलनी** होती है — यह जनित्र के **"Slip Ring"** (सतत वलय, बिना टूटा) से बिल्कुल भिन्न है (Section 18 में तुलना देखें)।

SECTION 12 — विद्युत मोटर की कार्यविधि एवं सिद्धांत

सिद्धांत (Principle)

चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर बल लगता है (**फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम**) — इसी सिद्धांत पर विद्युत मोटर कार्य करता है।



चित्र 12.1 — साधारण विद्युत मोटर: संरचना के सभी भाग

Step-by-Step कार्यविधि

1. बैटरी से धारा कार्बन ब्रशों व विभक्त वलय से होकर कुंडली ABCD में **प्रवेश** करती है।
2. कुंडली N-S चुंबक के **चुंबकीय क्षेत्र** में स्थित रहती है।
3. फ्लेमिंग के बायें हाथ नियम के अनुसार कुंडली की भुजा AB तथा CD पर **विपरीत दिशाओं में बल** लगते हैं (एक ऊपर, दूसरा नीचे)।
4. ये दोनों विपरीत बल मिलकर एक **बल-युग्म (couple)** बनाते हैं, जिससे कुंडली **घूर्णन (rotate)** करने लगती है।
5. जब कुंडली आधा चक्कर पूरा कर लेती है, तब **विभक्त वलय (Split Ring)** अपने-अपने ब्रश से संपर्क बदल लेता है, जिससे कुंडली में धारा की दिशा **उलट (reverse)** जाती है।
6. धारा की दिशा उलटने से बल की दिशा भी इस प्रकार बदलती है कि कुंडली **उसी दिशा में घूमती रहे** (रुकती नहीं)।
7. यह प्रक्रिया बार-बार दोहराई जाती है, जिससे कुंडली को **निरंतर घूर्णन (continuous rotation)** प्राप्त होता है।

परीक्षा में याद रखें

- Split Ring का मुख्य कार्य प्रत्येक आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदलना है, ताकि घूर्णन निरंतर बना रहे।
- यदि Split Ring न हो, तो कुंडली आधे चक्कर के बाद दोलन करके रुक जाएगी, निरंतर नहीं घूमेगी।

SECTION 13 — विद्युत मोटर के उपयोग (Applications)

विद्युत मोटर आज हमारे जीवन का एक अनिवार्य भाग बन चुकी है। यह उन सभी जगहों पर उपयोग होती है जहाँ विद्युत ऊर्जा को गति (यांत्रिक ऊर्जा) में बदलना आवश्यक है।

उपकरण/क्षेत्र	मोटर का कार्य
विद्युत पंखा (Electric Fan)	पंखे के ब्लेड को घुमाना
मिक्सी (Mixer/Grinder)	ब्लेड को तेज़ गति से घुमाकर पीसना
पानी का पंप (Water Pump)	पानी खींचने हेतु पंप को चलाना
वाशिंग मशीन (Washing Machine)	ड्रम को घुमाना
विद्युत खिलौने (Electric Toys)	पहियों/पुर्जों को गति देना
औद्योगिक मशीनें	विभिन्न मशीनी भागों को चलाना
विद्युत वाहन (Electric Vehicles)	वाहन के पहियों को घुमाकर गति प्रदान करना

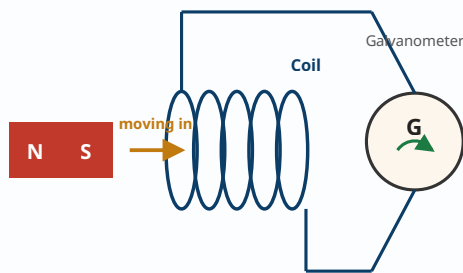
सिद्धांत रूप में सभी DC मोटरों की कार्यविधि समान होती है — केवल आकार, शक्ति तथा डिज़ाइन में अंतर होता है, जो उनके उपयोग के अनुसार बदलता है।

SECTION 14 — विद्युतचुंबकीय प्रेरण (Electromagnetic Induction)

परिभाषा

जब किसी कुंडली से संबद्ध **चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन** होता है, तो उस कुंडली में एक **विद्युत वाहक बल (EMF)** तथा **विद्युत धारा** उत्पन्न हो जाती है। इस परिघटना को **विद्युतचुंबकीय प्रेरण (Electromagnetic Induction)** कहते हैं, और इस प्रकार उत्पन्न धारा को **प्रेरित धारा (Induced Current)** कहते हैं।

Electromagnetic Induction: Magnet & Coil Experiment



Deflection shows an induced current is produced

चित्र 14.1 — चुंबक तथा कुंडली का प्रयोग: धारामापी (Galvanometer) में विक्षेपण दर्शाता है कि धारा प्रेरित हुई है

14.1 आपसी संबंध गति (Relative Motion) का महत्व

धारा केवल तभी प्रेरित होती है जब चुंबक तथा कुंडली के बीच **आपसी गति (relative motion)** हो — अर्थात् या तो चुंबक गतिमान हो, या कुंडली गतिमान हो, या दोनों। यदि दोनों स्थिर हों, तो चुंबकीय क्षेत्र में कोई परिवर्तन नहीं होगा, और **कोई धारा प्रेरित नहीं होगी**।

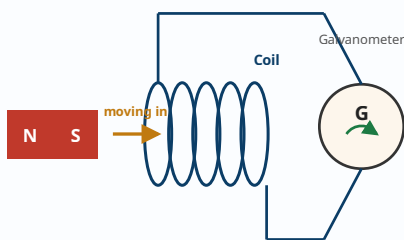
परीक्षा में याद रखें

विद्युतचुंबकीय प्रेरण के लिए आवश्यक शर्त: कुंडली से गुजरने वाले चुंबकीय क्षेत्र (फ्लक्स) में **परिवर्तन** होना चाहिए — स्थिर चुंबकीय क्षेत्र धारा प्रेरित नहीं कर सकता।

SECTION 15 — फैराडे का प्रयोग (Faraday's Experiment)

माइकल फैराडे ने चुंबक तथा कुंडली का उपयोग करके विद्युतचुंबकीय प्रेरण को प्रयोगात्मक रूप से सिद्ध किया। आइए इसे चार स्थितियों में समझें:

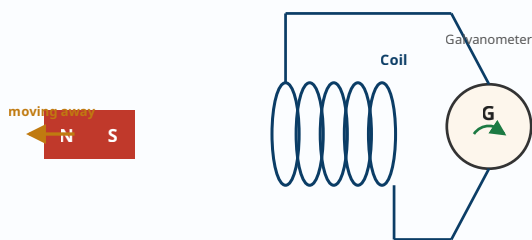
Electromagnetic Induction: Magnet & Coil Experiment



Deflection shows an induced current is produced

स्थिति 2: चुंबक कुंडली की ओर गतिमान

Electromagnetic Induction: Magnet & Coil Experiment



Deflection shows an induced current is produced

स्थिति 3: चुंबक कुंडली से दूर गतिमान

स्थिति	प्रेक्षण (Observation)
स्थिति 1: चुंबक स्थिर (stationary)	धारामापी में कोई विक्षेपण नहीं — कोई प्रेरित धारा नहीं
स्थिति 2: चुंबक कुंडली की ओर गति करे	धारामापी में विक्षेपण होता है — धारा प्रेरित होती है (एक निश्चित दिशा में)
स्थिति 3: चुंबक कुंडली से दूर जाए	धारामापी में पुनः विक्षेपण, परंतु विपरीत दिशा में — प्रेरित धारा की दिशा उलट जाती है
स्थिति 4: गति रोक दी जाए	प्रेरित धारा तुरंत समाप्त हो जाती है

निष्कर्ष

- (i) प्रेरित धारा तभी उत्पन्न होती है जब चुंबक और कुंडली के बीच आपसी गति हो।
- (ii) चुंबक की गति जितनी तेज़ हो, प्रेरित धारा उतनी ही अधिक होती है।
- (iii) चुंबक की गति की दिशा बदलने पर प्रेरित धारा की दिशा भी बदल जाती है।

परीक्षा में याद रखें

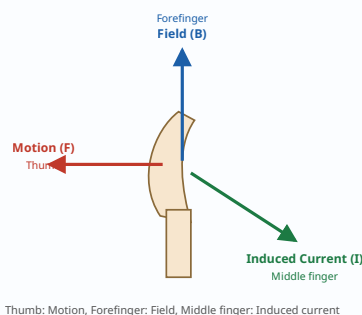
फैराडे के प्रयोग की चारों स्थितियों को क्रम से याद रखें — यह बोर्ड परीक्षा में बहुप्रचलित diagram-based प्रश्न है।

SECTION 16 — फ्लेमिंग का दायँ हाथ नियम (Fleming's Right-Hand Rule)

नियम

दाहिने हाथ के अंगूठे, तर्जनी तथा मध्यमा को परस्पर लंबवत फैलाएँ। यदि अंगूठा चालक की गति (Motion) की दिशा में तथा तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र (B) की दिशा में हो, तो मध्यमा प्रेरित धारा (Induced Current) की दिशा दर्शाती है।

Fleming's Right-Hand Rule (for Generator)



चित्र 16.1 — फ्लेमिंग का दायँ हाथ नियम (जनित्र के लिए)

Left-Hand तथा Right-Hand Rule को कैसे न भूलें?

"मोटर में हम बल देते हैं बायें हाथ से (Left = Motor = Force दिया जाता है), जनित्र में हमें धारा मिलती है दायें हाथ से (Right = Generator = Current मिलता है)।" याद रखें: Motor → Left hand; Generator → Right hand (वर्णानुक्रम में M से पहले L, G से पहले R जैसा जोड़ बना लें, या सीधा रटें)।

परीक्षा में याद रखें

दायँ हाथ = जनित्र (Generator) के लिए। अंगूठा → गति (Motion), तर्जनी → क्षेत्र (B), मध्यमा → प्रेरित धारा (I)। बायें व दायें हाथ के नियम को कभी न बदलें — यह सबसे सामान्य गलती है (Section 36 देखें)।

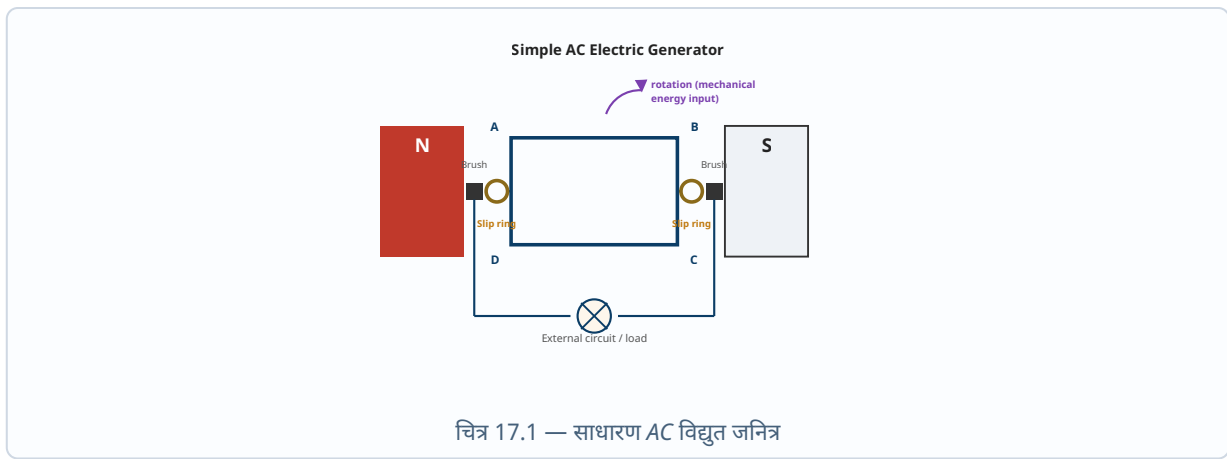
SECTION 17 — विद्युत जनित्र (Electric Generator)

परिभाषा

वह युक्ति, जो यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical Energy) को विद्युत ऊर्जा (Electrical Energy) में बदलती है, विद्युत जनित्र (Electric Generator) कहलाती है। यह विद्युतचुंबकीय प्रेरण के सिद्धांत पर कार्य करती है।

17.1 मुख्य भाग (Main Parts)

भाग	कार्य
आर्मेचर/कुंडली	चुंबकीय क्षेत्र में घुमाई जाती है; इसी में धारा प्रेरित होती है
चुंबक (स्थायी या विद्युत चुंबक)	चुंबकीय क्षेत्र प्रदान करता है
सर्पी वलय (Slip Rings)	सतत (बिना टूटे) वलय, कुंडली के साथ घूमते हैं तथा धारा को बाहरी परिपथ तक पहुँचाते हैं
कार्बन ब्रश	सर्पी वलय से संपर्क कर स्थिर बाह्य परिपथ से जोड़ते हैं
धुरी (Axle)	जिसे यांत्रिक ऊर्जा (जैसे टरबाइन) द्वारा घुमाया जाता है
बाह्य परिपथ (External Circuit)	जिसमें उत्पन्न विद्युत ऊर्जा का उपयोग होता है



17.2 Step-by-Step कार्यविधि

- कुंडली को बाह्य यांत्रिक ऊर्जा (जैसे टरबाइन, हाथ से घुमाना) द्वारा चुंबकीय क्षेत्र में घुमाया जाता है।
- कुंडली के घूमने से उससे गुजरने वाले चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है।
- विद्युतचुंबकीय प्रेरण के नियमानुसार कुंडली में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।
- सर्पी वलय तथा ब्रश इस धारा को बाह्य परिपथ तक पहुँचाते हैं।
- इस प्रकार यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदल जाती है।

Slip Ring बनाम Split Ring

जनित्र में **सर्पी वलय (Slip Ring)** एक सतत (continuous), बिना टूटा वृत्ताकार वलय होता है, जो प्रत्येक चक्कर में धारा की दिशा नहीं बदलता (इसीलिए जनित्र से प्रत्यावर्ती धारा — AC — प्राप्त होती है)। इसके विपरीत, मोटर में प्रयुक्त **विभक्त वलय (Split Ring)** एक टूटा हुआ वलय है, जो हर आधे चक्कर पर संपर्क बदल देता है।

परीक्षा में याद रखें

जनित्र का सिद्धांत विद्युतचुंबकीय प्रेरण है (मोटर का सिद्धांत — धारावाही चालक पर बल — से भिन्न)। जनित्र में Slip Ring, मोटर में Split Ring उपयोग होता है।

SECTION 18 — Motor बनाम Generator

आधार	विद्युत मोटर (Motor)	विद्युत जनित्र (Generator)
Energy conversion	विद्युत ऊर्जा → यांत्रिक ऊर्जा	यांत्रिक ऊर्जा → विद्युत ऊर्जा
Principle	धारावाही चालक पर चुंबकीय क्षेत्र में बल लगता है	विद्युतचुंबकीय प्रेरण (फ्लक्स परिवर्तन से धारा प्रेरित होती है)
नियम (Rule)	फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम	फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम
Input	विद्युत धारा (बैटरी से)	यांत्रिक घूर्णन (बाह्य बल से)
Output	यांत्रिक घूर्णन (गति)	विद्युत धारा
वलय (Ring)	विभक्त वलय (Split Ring)	सर्पी वलय (Slip Ring)
मुख्य अनुप्रयोग	पंखा, मिक्सी, पंप, वाशिंग मशीन	बिजलीघरों में विद्युत उत्पादन
Current generation	धारा उत्पन्न नहीं करता, धारा का उपयोग करता है	धारा स्वयं उत्पन्न करता है

परीक्षा में याद रखें

Motor तथा Generator संरचना में समान दिखते हैं (कुंडली + चुंबक + वलय + ब्रश), परंतु इनका **कार्य विपरीत** है — एक विद्युत से गति बनाता है, दूसरा गति से विद्युत बनाता है।

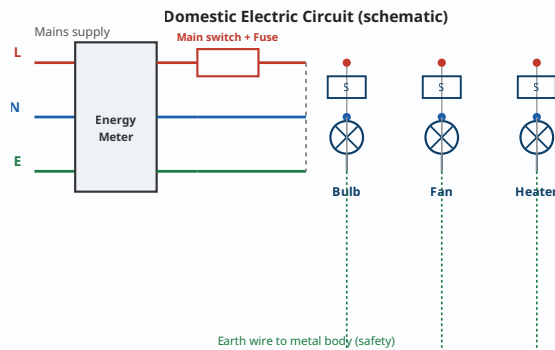
SECTION 19 — AC और DC का मूल परिचय

आधार	दिष्ट धारा (Direct Current, DC)	प्रत्यावर्ती धारा (Alternating Current, AC)
दिशा	सदैव एक ही दिशा में बहती है	नियमित अंतराल पर दिशा बदलती रहती है
स्रोत	सेल, बैटरी, DC जनित्र	AC जनित्र (बिजलीघरों की आपूर्ति)
उपयोग	मोबाइल, टॉर्च, छोटे इलेक्ट्रॉनिक उपकरण	घरों व उद्योगों में विद्युत आपूर्ति (भारत में 220 V, 50 Hz)

हमारे घरों में जो विद्युत आपूर्ति आती है, वह AC (प्रत्यावर्ती धारा) होती है, क्योंकि यह लंबी दूरी तक आसानी से तथा कम हानि के साथ भेजी जा सकती है। इस अध्याय में हमने जो साधारण जनित्र पढ़ा, वह **AC जनित्र** है (Slip Ring के कारण)। यदि इसमें Split Ring का उपयोग किया जाए, तो यह **DC जनित्र** बन जाता है।

SECTION 20 — घरेलू विद्युत परिपथ (Domestic Electric Circuit)

हमारे घरों में विद्युत आपूर्ति बिजलीघर से विद्युत मीटर होते हुए आती है, और फिर मुख्य स्विच/फ्यूज से होकर विभिन्न उपकरणों तक पहुँचती है।



चित्र 20.1 — घरेलू विद्युत परिपथ (स्कीमैटिक)

20.1 परिपथ के मुख्य भाग

- **लाइव तार (Live Wire, L)** तथा **न्यूट्रल तार (Neutral Wire, N)** — दोनों के बीच विभवांतर (भारत में सामान्यतः 220 V) उपलब्ध होता है।
- **भू-तार (Earth Wire, E)** — सुरक्षा हेतु, उपकरणों के धात्विक बाह्य आवरण को भूमि से जोड़ता है।
- **विद्युत मीटर (Energy Meter)** — कुल खर्च हुई विद्युत ऊर्जा (kWh) मापता है।
- **मुख्य स्विच तथा फ्यूज (Main Switch & Fuse)** — पूरे घर की आपूर्ति को नियंत्रित तथा सुरक्षित करता है।
- सभी उपकरण (बल्ब, पंखा, हीटर आदि) लाइव व न्यूट्रल के बीच **पार्श्व क्रम (Parallel)** में जुड़े होते हैं, प्रत्येक का अपना स्विच होता है।

परीक्षा में याद रखें

घरेलू परिपथ में तीन तार होते हैं — लाइव, न्यूट्रल तथा भू-तार; सभी उपकरण पार्श्व क्रम में जुड़े होते हैं।

SECTION 21 — Live, Neutral तथा Earth Wire

तार (Wire)	सामान्य भूमिका	पहचान/कार्य
Live (लाइव)	विद्युत आपूर्ति (Supply) लाने वाला तार	इसमें विभव उच्च (जैसे भारत में लगभग 220 V) रहता है; इसी में फ्यूज लगाया जाता है
Neutral (न्यूट्रल)	धारा के लौटने का मार्ग (Return path)	इसका विभव लगभग शून्य (भूमि के विभव के बराबर) होता है
Earth (भू-तार)	सुरक्षा (Safety) हेतु	उपकरण के धात्विक बाह्य भाग को भूमि से जोड़ता है, ताकि रिसाव (leakage) की स्थिति में धारा सुरक्षित रूप से भूमि में चली जाए, न कि उपयोगकर्ता के शरीर से होकर

Earth Wire क्यों आवश्यक है?

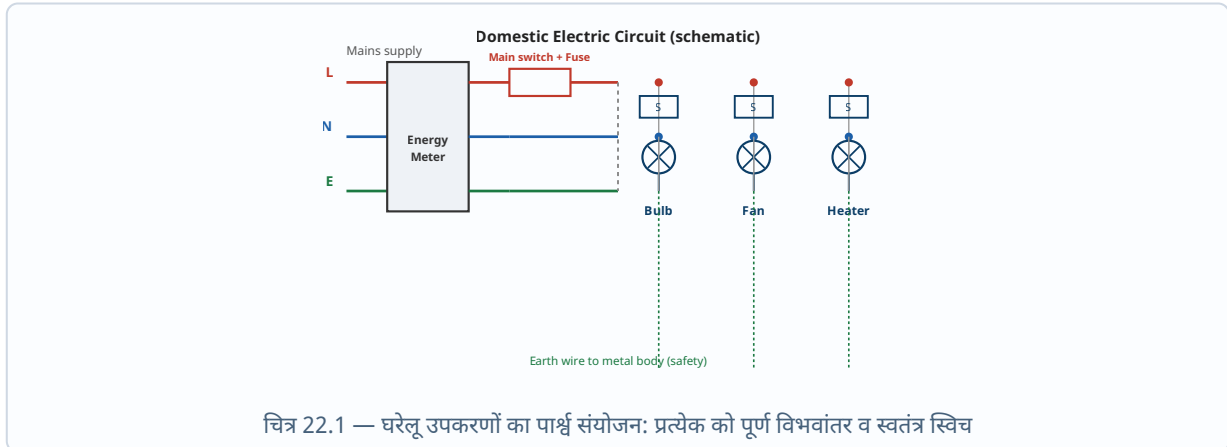
यदि किसी उपकरण के धात्विक भाग में गलती से लाइव तार छू जाए (insulation खराब होने से), तो बिना भू-तार के यह धात्विक भाग भी "लाइव" (खतरनाक) हो जाएगा, और इसे छूने वाले व्यक्ति को तीव्र विद्युत झटका लग सकता है। भू-तार की उपस्थिति में, यह रिसाव धारा भूमि में सुरक्षित रूप से चली जाती है, जिससे फ्यूज तुरंत उड़ जाता है और खतरा टल जाता है।

परीक्षा में याद रखें

Live तथा Neutral के बीच विभवांतर विद्युत आपूर्ति देता है; Earth wire केवल सुरक्षा के लिए है, सामान्य परिचालन में इसमें धारा नहीं बहती।

SECTION 22 — घरों में Appliances पार्श्व क्रम में क्यों जुड़े होते हैं?

- आवश्यक विभवांतर प्रत्येक को मिलता है:** पार्श्व क्रम में प्रत्येक उपकरण को पूरा विभवांतर (220 V) मिलता है, जिस पर वह कार्य करने के लिए डिज़ाइन किया गया है — श्रेणी क्रम में यह विभवांतर उपकरणों में बँट जाता, जिससे कोई भी ठीक से काम नहीं करता।
- स्वतंत्र संचालन (Independent Operation):** प्रत्येक उपकरण का अपना अलग स्विच होता है — एक उपकरण को बंद करने या उसके खराब होने पर, बाकी सभी उपकरण सामान्य रूप से चलते रहते हैं।
- व्यावहारिक सुविधा:** उपयोगकर्ता किसी भी उपकरण को स्वतंत्र रूप से चालू/बंद कर सकता है, बिना दूसरों को प्रभावित किए।



चित्र 22.1 — घरेलू उपकरणों का पार्श्व संयोजन: प्रत्येक को पूर्ण विभवांतर व स्वतंत्र स्विच

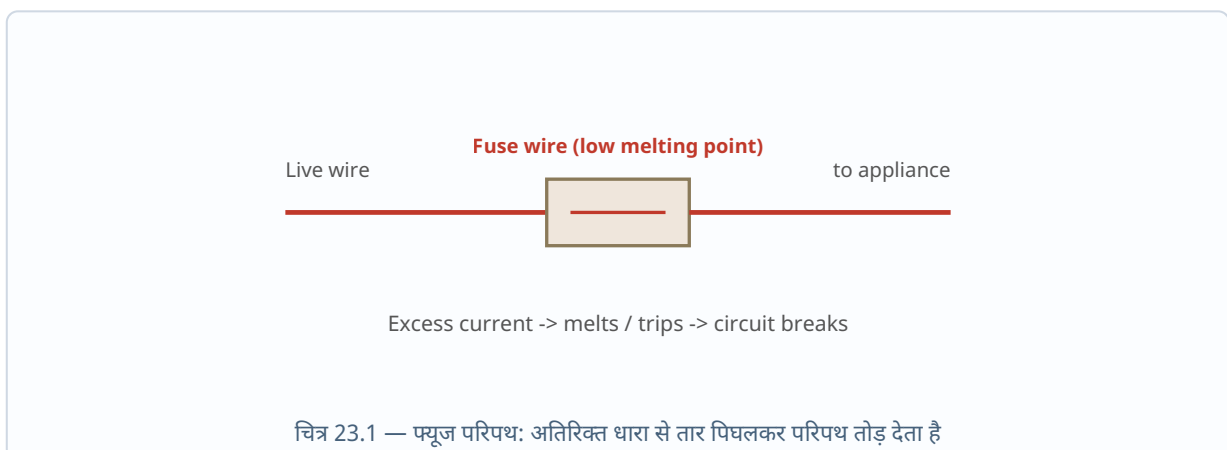
परीक्षा में याद रखें

घरेलू उपकरण सदैव **पार्श्व क्रम (Parallel)** में जोड़े जाते हैं — यह बोर्ड परीक्षा का एक अत्यंत सामान्य प्रश्न है।

SECTION 23 — विद्युत फ्यूज (Fuse)

परिभाषा

फ्यूज (Fuse) एक सुरक्षा उपकरण है, जिसमें कम गलनांक (low melting point) वाली मिश्रधातु का एक पतला तार होता है। यह विद्युत परिपथ में **श्रेणी क्रम** में (लाइव तार में) जोड़ा जाता है।



चित्र 23.1 — फ्यूज परिपथ: अतिरिक्त धारा से तार पिघलकर परिपथ तोड़ देता है

23.1 कार्यविधि

- फ्यूज तार **टिन तथा सीसे (Tin-Lead)** जैसी कम गलनांक वाली मिश्रधातु का बना होता है।

- जब परिपथ में **अतिरिक्त (excess) धारा** प्रवाहित होती है (जैसे शॉर्ट सर्किट या ओवरलोडिंग के कारण), तब जूल के तापीय प्रभाव ($H = I^2Rt$) के अनुसार फ्यूज तार में अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है।
- यह ऊष्मा फ्यूज तार को **पिघला** देती है, जिससे परिपथ **टूट जाता है** और धारा का प्रवाह रुक जाता है।
- इस प्रकार फ्यूज उपकरणों तथा तारों को अतिरिक्त धारा से होने वाली क्षति तथा आग के खतरे से बचाता है।

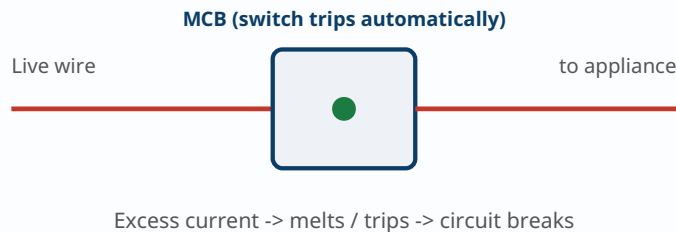
परीक्षा में याद रखें

फ्यूज सदैव **लाइव तार** में **श्रेणी क्रम** में जोड़ा जाता है, पार्श्व में नहीं।

SECTION 24 — MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB क्या है?

MCB (Miniature Circuit Breaker) एक स्वचालित (automatic) विद्युत सुरक्षा स्विच है, जो अतिरिक्त धारा (overload) या शॉर्ट सर्किट की स्थिति में परिपथ को स्वतः तोड़ (trip) देता है।



चित्र 24.1 — MCB: अतिरिक्त धारा पर स्विच स्वतः ट्रिप हो जाता है

24.1 MCB तथा Fuse में मूल अंतर

आधार	Fuse	MCB
कार्य विधि	तार पिघलकर टूटता है (एक बार उपयोग)	स्विच स्वतः ट्रिप (बंद) होता है (बार-बार उपयोग)
पुनः उपयोग	तार बदलना/लगाना पड़ता है	स्विच को वापस ON करना पर्याप्त है
प्रतिक्रिया समय	अपेक्षाकृत धीमा	तीव्र तथा अधिक विश्वसनीय

परीक्षा में याद रखें

MCB का कार्य फ्यूज जैसा ही है (अतिरिक्त धारा से सुरक्षा), परंतु यह स्वचालित स्विच की तरह कार्य करता है और बार-बार उपयोग किया जा सकता है।

SECTION 25 — Short Circuit तथा Overloading

25.1 Short Circuit (लघुपथन)

जब किसी कारणवश **लाइव तथा न्यूट्रल तार आपस में सीधे जुड़ जाते हैं** (बिना किसी उपकरण/प्रतिरोध के गुजरे), तो परिपथ का कुल प्रतिरोध अचानक बहुत कम हो जाता है, जिससे धारा **अत्यधिक एवं अचानक बढ़ जाती है**। इसे **शॉर्ट सर्किट** कहते हैं।

- **कैसे होता है:** तारों का insulation खराब होने से, या तार आपस में छू जाने से।
- **Current अचानक क्यों बढ़ता है:** ओम के नियम $I = V/R$ के अनुसार, प्रतिरोध R लगभग शून्य होने पर धारा I बहुत अधिक हो जाती है।
- **खतरा:** अत्यधिक धारा से तार अत्यधिक गर्म हो जाते हैं, जिससे **आग लगने (fire hazard)** का खतरा होता है।
- **सुरक्षा:** फ्यूज या MCB तुरंत परिपथ तोड़ देता है।

25.2 Overloading (अतिभारण)

जब किसी एक सॉकेट/परिपथ पर आवश्यकता से **अधिक उच्च-शक्ति (high-power) उपकरण** एक साथ जोड़ दिए जाते हैं, तो परिपथ में प्रवाहित कुल धारा उसकी क्षमता से अधिक हो जाती है। इसे **ओवरलोडिंग** कहते हैं।

- **कारण:** एक ही सॉकेट/एक्सटेंशन बोर्ड पर कई हीटर, इस्त्री, गीज़र जैसे उच्च-शक्ति उपकरण एक साथ जोड़ना।
- **परिणाम:** तारों का अत्यधिक गर्म होना (heating), जिससे insulation खराब होने व आग लगने का खतरा बढ़ जाता है।
- **बचाव:** एक साथ बहुत से उच्च-शक्ति उपकरण न चलाएँ; उपयुक्त क्षमता के फ्यूज/MCB का प्रयोग करें।

परीक्षा में याद रखें

Short Circuit (तार आपस में जुड़ने से) तथा Overloading (बहुत से उपकरण एक साथ जोड़ने से) — दोनों अलग कारण हैं, परंतु दोनों ही धारा को असुरक्षित रूप से बढ़ा देते हैं; दोनों के विरुद्ध फ्यूज/MCB सुरक्षा प्रदान करते हैं।

SECTION 26 — विद्युत सुरक्षा के नियम (Electrical Safety Rules)

⚠ याद रखने योग्य सुरक्षा नियम

1. गीले हाथों से कभी भी विद्युत स्विच या उपकरण न छुएँ।
2. क्षतिग्रस्त (damaged) तारों तथा प्लग का उपयोग कभी न करें।
3. घर में उचित भू-संपर्कन (proper earthing) अवश्य रखें।
4. एक ही सॉकेट पर अत्यधिक उपकरण जोड़कर overloading से बचें।
5. उचित क्षमता वाले फ्यूज/MCB का सही उपयोग करें।
6. विद्युत मरम्मत (repair) करने से पहले मुख्य आपूर्ति (main supply) अवश्य बंद करें।
7. खुले/बिना insulation वाले तारों (bare wires) को कभी न छुएँ।
8. बच्चों को विद्युत सॉकेट तथा उपकरणों से दूर रखें।
9. तारों व उपकरणों में उचित insulation का उपयोग सुनिश्चित करें।
10. किसी भी बड़ी विद्युत मरम्मत के लिए योग्य बिजली मिस्त्री (qualified electrician) की सहायता लें।

ये नियम न केवल परीक्षा के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण हैं, बल्कि दैनिक जीवन में दुर्घटनाओं से बचने के लिए भी अत्यंत आवश्यक हैं।

SECTION 27 — Important Definitions

चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field): वह क्षेत्र, जिसमें रखे जाने पर किसी चुंबकीय पदार्थ पर बल का अनुभव हो; SI मात्रक टेस्ला (T)।

चुंबकीय क्षेत्र रेखा (Magnetic Field Line): वह काल्पनिक रेखा, जो चुंबकीय क्षेत्र की दिशा व परिमाण दर्शाती है; चुंबक के बाहर N से S, भीतर S से N।

परिनालिका (Solenoid): बेलनाकार रूप में लपेटी गई तार की कुंडली, जो धारा प्रवाहित होने पर छड़ चुंबक जैसा व्यवहार करती है।

विद्युत चुंबक (Electromagnet): नर्म लोहे के क्रोड पर लिपटी कुंडली से बना अस्थायी चुंबक, जो केवल धारा प्रवाहित होने पर ही चुंबकीय गुण दर्शाता है।

दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम: अंगूठा धारा की दिशा में, मुड़ी उंगलियाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दर्शाती हैं।

फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम: तर्जनी क्षेत्र, मध्यमा धारा की दिशा में रखने पर अंगूठा बल/गति की दिशा दर्शाता है; मोटर के लिए उपयोग होता है।

फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम: अंगूठा गति, तर्जनी क्षेत्र की दिशा में रखने पर मध्यमा प्रेरित धारा की दिशा दर्शाती है; जनित्र के लिए उपयोग होता है।

विद्युतचुंबकीय प्रेरण (Electromagnetic Induction): चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन से कुंडली में धारा प्रेरित होने की परिघटना।

विद्युत मोटर (Electric Motor): विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलने वाली युक्ति; फ्लेमिंग बायें हाथ नियम पर आधारित।

विद्युत जनित्र (Electric Generator): यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने वाली युक्ति; विद्युतचुंबकीय प्रेरण पर आधारित।

विभक्त वलय (Split Ring/Commutator): मोटर में प्रत्येक आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदलने वाला टूटा हुआ वलय।

सर्पी वलय (Slip Ring): जनित्र में प्रयुक्त सतत (बिना टूटा) वलय, जो धारा की दिशा नहीं बदलता।

फ्यूज (Fuse): कम गलनांक वाले तार से बना सुरक्षा उपकरण, जो अतिरिक्त धारा पर पिघलकर परिपथ तोड़ देता है।

MCB (Miniature Circuit Breaker): अतिरिक्त धारा पर स्वतः ट्रिप होने वाला स्वचालित सुरक्षा स्विच।

लघुपथन (Short Circuit): लाइव व न्यूट्रल तार के सीधे जुड़ जाने से धारा का अचानक व अत्यधिक बढ़ना।

अतिभारण (Overloading): एक परिपथ पर आवश्यकता से अधिक उच्च-शक्ति उपकरण जोड़ने से धारा का क्षमता से अधिक हो जाना।

लाइव तार (Live Wire): विद्युत आपूर्ति लाने वाला तार, जिसमें उच्च विभव रहता है।

न्यूट्रल तार (Neutral Wire): धारा के लौटने का मार्ग, जिसका विभव लगभग शून्य होता है।

भू-तार (Earth Wire): सुरक्षा हेतु उपकरण के धात्विक भाग को भूमि से जोड़ने वाला तार।

ओर्स्टेड का प्रयोग: इस प्रयोग से सिद्ध हुआ कि धारावाही चालक अपने चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है।

SECTION 28 — Important Rules Revision Table

Rule	किसके लिए?	तीन दिशाएँ / Direction
दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम	धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा	अंगूठा = धारा; मुड़ी उंगलियाँ = चुंबकीय क्षेत्र
फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम	विद्युत मोटर (चालक पर लगने वाला बल)	तर्जनी = क्षेत्र (B); मध्यमा = धारा (I); अंगूठा = बल/गति (F)
फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम	विद्युत जनित्र (प्रेरित धारा)	अंगूठा = गति (Motion); तर्जनी = क्षेत्र (B); मध्यमा = प्रेरित धारा (I)

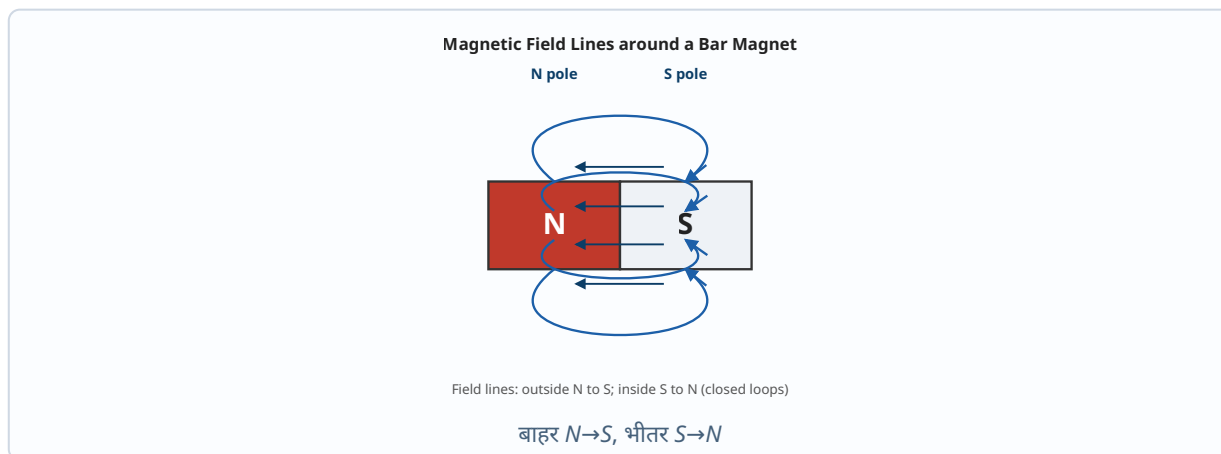
भ्रम से बचें

बायाँ हाथ → **Motor** (बल/गति प्राप्त होती है); दायाँ हाथ → **Generator** (धारा प्राप्त होती है)। दोनों नियमों में तर्जनी सदैव **क्षेत्र (B)** तथा मध्यमा सदैव **धारा (I)** दर्शाती है — केवल अंगूठे का अर्थ (बल अथवा गति) और हाथ (बायाँ/दायाँ) बदलता है।

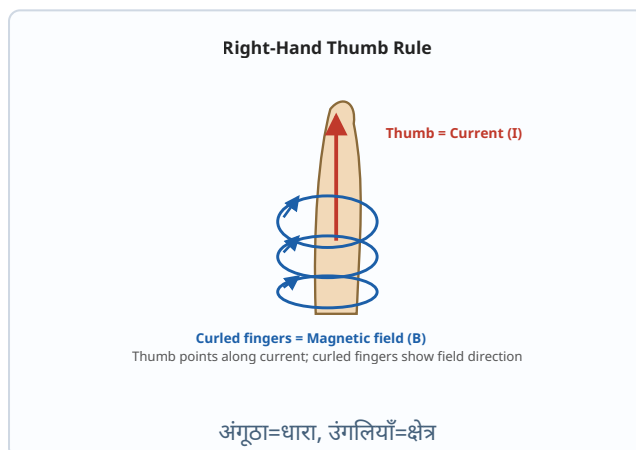
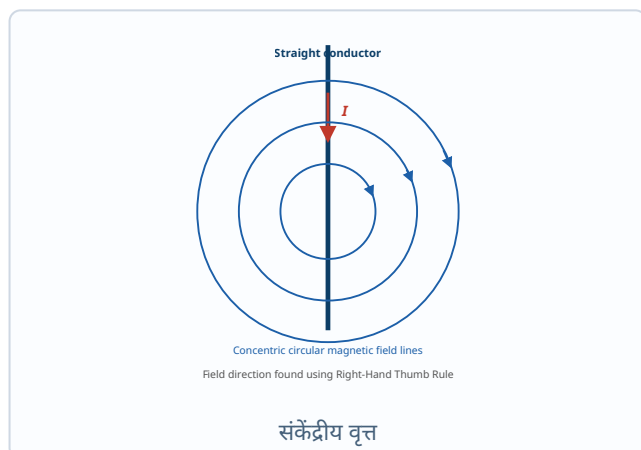
SECTION 29 — Important Diagrams: Revision Section

परीक्षा से पहले त्वरित पुनरावलोकन के लिए सभी महत्वपूर्ण diagrams यहाँ संक्षेप में दिए गए हैं।

1. छड़ चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र

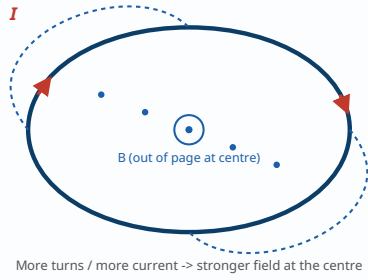


2. सीधे धारावाही चालक के चारों ओर क्षेत्र तथा 3. दाहिने हाथ का अंगूठा नियम



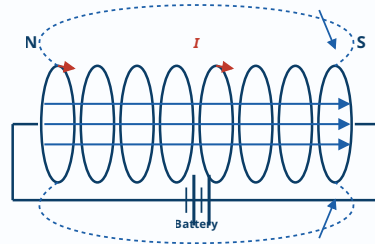
4. वृत्ताकार कुंडली तथा 5. परिनालिका

Magnetic Field due to a Circular Current-Carrying Coil



केंद्र पर प्रबल क्षेत्र

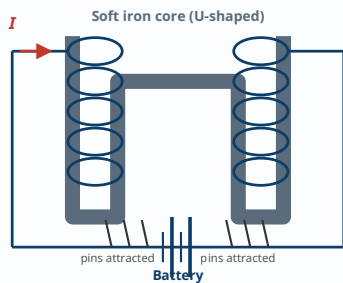
Solenoid: Magnetic Field pattern (behaves like a bar magnet)



छड़ चुंबक जैसा व्यवहार

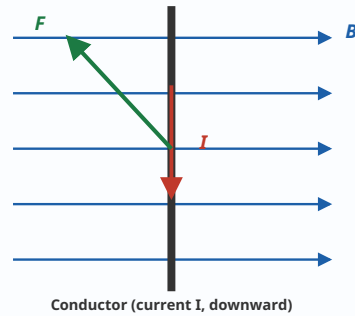
6. विद्युत चुंबक तथा 7. चालक पर बल

Electromagnet: Coil wound on Soft Iron Core



नर्म लोहे के क्रोड पर कुंडली

Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field

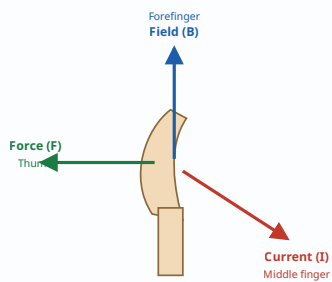


Conductor (current I, downward)

F, B, I परस्पर लंबवत

8. फ्लेमिंग बायॉ हाथ नियम तथा 9. विद्युत मोटर

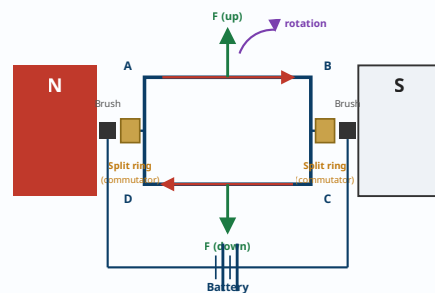
Fleming's Left-Hand Rule (for Motor)



Forefinger: Field, Middle finger: Current, Thumb: Force/Motion

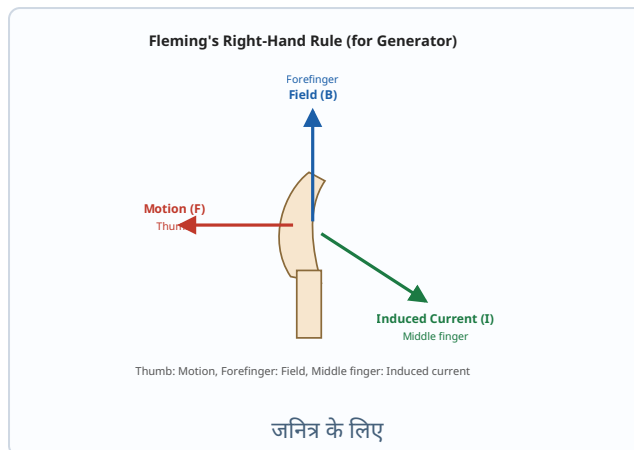
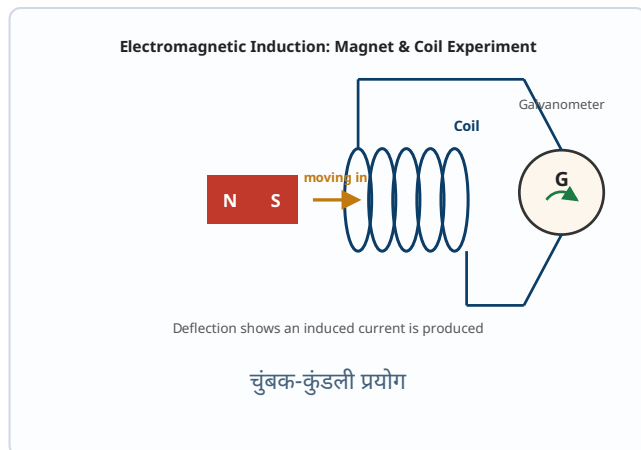
मोटर के लिए

Simple Electric Motor

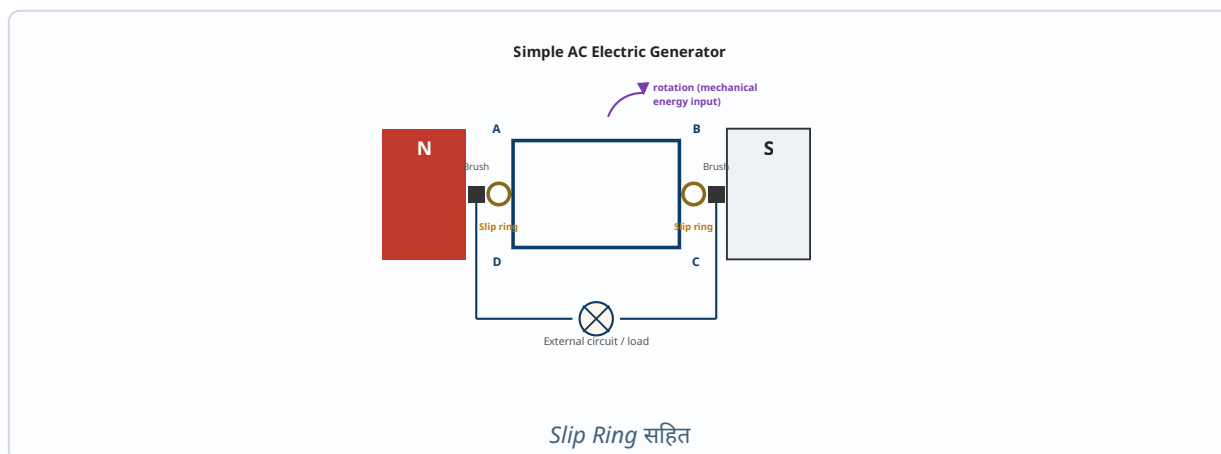


Split Ring सहित

10. विद्युतचुंबकीय प्रेरण तथा 11. फ्लेमिंग दायाँ हाथ नियम



12. विद्युत जनित्र



13. घरेलू विद्युत परिपथ तथा 14. Fuse/MCB

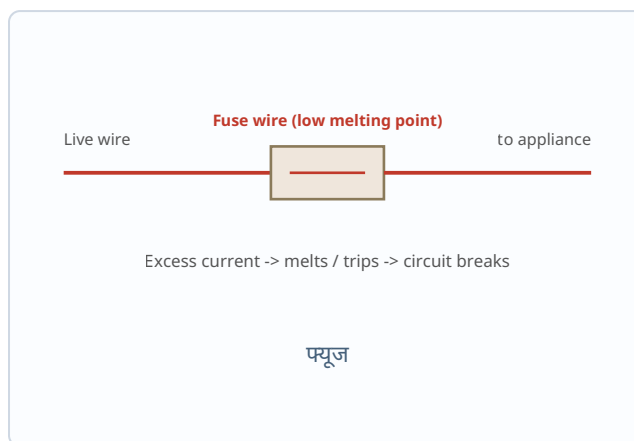
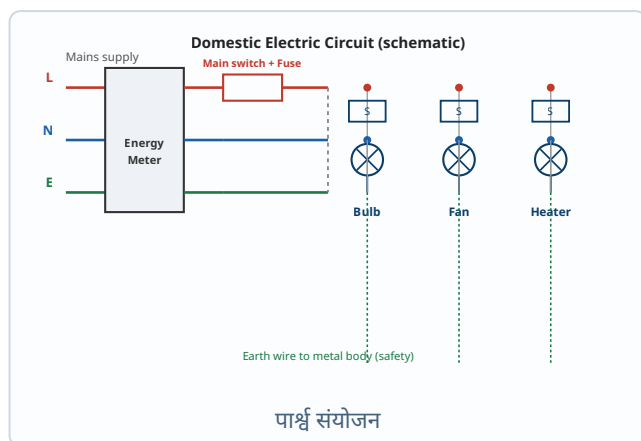


Diagram बनाते समय ध्यान रखें

- N/S ध्रुव तथा क्षेत्र रेखाओं की दिशा सही रखें।
- Split ring (मोटर) व Slip ring (जनित्र) को कभी न बदलें।
- फ्लेमिंग के नियमों में तीनों दिशाएँ स्पष्ट लेबल करें।

SECTION 30 — Formula Section

चालक पर बल (Force on a current-carrying conductor)

$$F = B I L \sin \theta$$

F = बल (न्यूटन, N) | B = चुंबकीय क्षेत्र (टेस्ला, T) | I = धारा (ऐम्पियर, A) | L = चालक की चुंबकीय क्षेत्र में स्थित लंबाई (मीटर, m) | θ = B और धारा की दिशा के बीच कोण

स्थिति	परिणाम
$\theta = 90^\circ$ (चालक क्षेत्र के लंबवत)	बल अधिकतम: $F = BIL$
$\theta = 0^\circ$ (चालक क्षेत्र के समांतर)	बल शून्य: $F = 0$

Class 10 Bihar Board के स्तर पर इस अध्याय में मुख्यतः गुणात्मक (qualitative) अवधारणाएँ तथा नियम (rules) महत्वपूर्ण हैं। ऊपर दिया गया संबंध ($F = BIL \sin \theta$) केवल अवधारणात्मक समझ के लिए है; इस पर आधारित जटिल संख्यात्मक प्रश्न सामान्यतः नहीं पूछे जाते।

SECTION 31 — हल किए गए प्रश्न (Solved Conceptual Questions)

यह अध्याय मुख्यतः वैचारिक (conceptual) है, अतः यहाँ संख्यात्मक प्रश्नों के बजाय महत्वपूर्ण conceptual/application-based प्रश्न तथा उनके सरल, बिंदुवार उत्तर दिए गए हैं।

प्र.1. कोई धारावाही सीधा चालक उत्तर-दक्षिण दिशा में रखा है तथा धारा उत्तर से दक्षिण की ओर बह रही है। चालक के ठीक ऊपर रखे दिक्सूचक की सुई किस दिशा में विक्षेपित होगी?

उत्तर: दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम से — अंगूठे को धारा की दिशा (उत्तर से दक्षिण) में रखने पर, चालक के ऊपर उंगलियाँ पूर्व से पश्चिम की ओर संकेत करेंगी, अतः सुई का उत्तरी ध्रुव पश्चिम की ओर विक्षेपित होगा।

प्र.2. यदि किसी परिनालिका में धारा की दिशा उलट दी जाए, तो क्या होगा?

उत्तर: परिनालिका के N व S ध्रुव आपस में बदल जाएँगे, अर्थात् जो सिरा पहले N था वह अब S हो जाएगा और इसके विपरीत।

प्र.3. विद्युत चुंबक में नर्म लोहे की जगह स्टील के क्रोड का उपयोग क्यों नहीं किया जाता?

उत्तर: स्टील चुंबकत्व को स्थायी रूप से धारण कर लेता है (धारा बंद होने के बाद भी चुंबकीय गुण बना रहता है), जबकि विद्युत चुंबक के लिए आवश्यक है कि धारा बंद होने पर चुंबकत्व समाप्त हो जाए — इसलिए नर्म लोहे का उपयोग होता है, स्टील का नहीं।

प्र.4. यदि किसी मोटर में Split Ring को हटा दिया जाए, तो मोटर का क्या होगा?

उत्तर: Split Ring के बिना, कुंडली में धारा की दिशा नहीं बदलेगी। कुंडली आधा चक्कर घूमकर दोलन करेगी और फिर रुक जाएगी — यह निरंतर नहीं घूमेगी।

प्र.5. किसी चालक को चुंबकीय क्षेत्र के समांतर (parallel) रखा जाए, तो उस पर कितना बल लगेगा तथा क्यों?

उत्तर: बल शून्य होगा, क्योंकि $F = BIL \sin \theta$ में $\theta = 0^\circ$ होने पर $\sin 0^\circ = 0$ है।

प्र.6. फ्लेमिंग के बायें तथा दायें हाथ के नियम में मुख्य अंतर क्या है?

उत्तर: बायाँ हाथ नियम मोटर (धारा व क्षेत्र दिए जाने पर बल/गति ज्ञात करने) के लिए है; दायें हाथ नियम जनित्र (गति व क्षेत्र दिए जाने पर प्रेरित धारा ज्ञात करने) के लिए है।

प्र.7. Faraday के प्रयोग में चुंबक को स्थिर रखकर कुंडली को गतिमान करने पर क्या प्रेक्षण मिलेगा?

उत्तर: फिर भी कुंडली में धारा प्रेरित होगी, क्योंकि प्रेरण के लिए आवश्यक शर्त केवल आपसी (relative) गति है — चुंबक अथवा कुंडली, किसी का भी गतिमान होना प्रेरण उत्पन्न कर सकता है।

प्र.8. जनित्र में Slip Ring के स्थान पर Split Ring लगा दिया जाए, तो क्या होगा?

उत्तर: जनित्र से प्राप्त धारा AC के स्थान पर DC (दिष्ट धारा) हो जाएगी, क्योंकि Split Ring प्रत्येक आधे चक्कर में संपर्क बदलकर धारा की दिशा को एक ही दिशा में बनाए रखता है।

प्र.9. घर में एक ही सॉकेट से हीटर, इस्त्री तथा गीज़र एक साथ चलाना क्यों खतरनाक है?

उत्तर: यह ओवरलोडिंग का उदाहरण है — परिपथ में क्षमता से अधिक धारा प्रवाहित होने लगती है, जिससे तार अत्यधिक गर्म हो सकते हैं और आग लगने का खतरा बढ़ जाता है।

प्र.10. फ्यूज को न्यूट्रल तार के बजाय लाइव तार में ही क्यों लगाया जाता है?

उत्तर: यदि फ्यूज न्यूट्रल तार में लगा हो और वह उड़ जाए, तो उपकरण का धात्विक भाग फिर भी लाइव तार से जुड़ा रहकर खतरनाक रूप से "लाइव" बना रह सकता है। लाइव तार में फ्यूज लगाने से अतिरिक्त धारा पर संपूर्ण आपूर्ति तुरंत कट जाती है, जो अधिक सुरक्षित है।

प्र.11. एक विद्युत चुंबक की शक्ति किन दो तरीकों से तुरंत बढ़ाई जा सकती है?

उत्तर: (i) कुंडली में प्रवाहित धारा बढ़ाकर, (ii) कुंडली के फेरों की संख्या बढ़ाकर।

प्र.12. क्या परिनालिका के भीतर रखे किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र स्थान के साथ बदलता है?

उत्तर: नहीं, परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र लगभग हर बिंदु पर समान (uniform) होता है (क्षेत्र रेखाएँ समांतर व सीधी होती हैं)।

प्र.13. क्यों चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के भीतर से होकर गुजरती मानी जाती हैं, जबकि चुंबक ठोस होता है?

उत्तर: चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ काल्पनिक (imaginary) रेखाएँ हैं, जो केवल क्षेत्र की दिशा व परिमाण को निरूपित करने के लिए खींची जाती हैं — इनका कोई भौतिक (physical) अस्तित्व नहीं है, इसलिए यह ठोस चुंबक के भीतर से भी गुजर सकती हैं (संकल्पनात्मक रूप से)।

प्र.14. घरेलू वायरिंग में Earth Wire की अनुपस्थिति में क्या खतरा हो सकता है?

उत्तर: यदि उपकरण के धात्विक भाग में रिसाव (leakage) हो, तो बिना Earth Wire के वह भाग खतरनाक रूप से लाइव हो सकता है, और उसे छूने वाले व्यक्ति को गंभीर विद्युत झटका (shock) लग सकता है।

31.1 $F = BIL \sin \theta$ पर आधारित सरल संख्यात्मक प्रश्न

उदाहरण 1

एक 0.5 m लंबे चालक में 4 A धारा प्रवाहित हो रही है, जो 0.25 T के चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत ($\theta = 90^\circ$) रखा है। चालक पर लगने वाला बल ज्ञात कीजिए।

दिया गया: $B = 0.25 \text{ T}$, $I = 4 \text{ A}$, $L = 0.5 \text{ m}$, $\theta = 90^\circ$

सूत्र: $F = BIL \sin \theta$

मान रखने पर: $F = 0.25 \times 4 \times 0.5 \times \sin 90^\circ$

गणना: $F = 0.25 \times 4 \times 0.5 \times 1 = 0.5$

अंतिम उत्तर: **$F = 0.5 \text{ N}$**

उदाहरण 2

यदि उदाहरण 1 वाला चालक क्षेत्र के समांतर ($\theta = 0^\circ$) रख दिया जाए, तो बल कितना होगा?

दिया गया: $\theta = 0^\circ$

सूत्र: $F = BIL \sin \theta$

गणना: $\sin 0^\circ = 0$, अतः $F = BIL \times 0$

अंतिम उत्तर: **$F = 0 \text{ N}$ (बल शून्य)**

उदाहरण 3

किसी चालक ($L = 1 \text{ m}$, $\theta = 90^\circ$) पर 2 T के क्षेत्र में 1.5 N का बल लगता है। चालक में प्रवाहित धारा ज्ञात कीजिए।

दिया गया: $F = 1.5 \text{ N}$, $B = 2 \text{ T}$, $L = 1 \text{ m}$, $\theta = 90^\circ$

सूत्र: $F = BIL \sin \theta \Rightarrow I = F / (BL \sin \theta)$

मान रखने पर: $I = 1.5 / (2 \times 1 \times 1)$

गणना: $I = 0.75$

अंतिम उत्तर: $I = 0.75 \text{ A}$

SECTION 32 — परीक्षा के महत्वपूर्ण प्रश्न (Board Questions)

32.1 अति लघु उत्तरीय प्रश्न (Very Short Answer)

1. चुंबकीय क्षेत्र का SI मात्रक क्या है?

उत्तर: टेस्ला (T)।

2. चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के बाहर किस दिशा में चलती हैं?

उत्तर: उत्तरी ध्रुव (N) से दक्षिणी ध्रुव (S) की ओर।

3. दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम में अंगूठा किसे दर्शाता है?

उत्तर: धारा की दिशा को।

4. परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र कैसा होता है?

उत्तर: समांतर व सीधी रेखाओं वाला, लगभग समान (uniform)।

5. विद्युत चुंबक में कोर किस पदार्थ का बनाया जाता है?

उत्तर: नर्म लोहा (Soft Iron)।

6. विद्युत चुंबक की शक्ति बढ़ाने के दो तरीके लिखें।

उत्तर: धारा बढ़ाना तथा फेरों की संख्या बढ़ाना।

7. फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम किस उपकरण के लिए उपयोग होता है?

उत्तर: विद्युत मोटर के लिए।

8. फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम किस उपकरण के लिए उपयोग होता है?

उत्तर: विद्युत जनित्र के लिए।

9. विद्युत मोटर में ऊर्जा का कौन-सा रूपांतरण होता है?

उत्तर: विद्युत ऊर्जा $\rightarrow$ यांत्रिक ऊर्जा।

10. विद्युत जनित्र में ऊर्जा का कौन-सा रूपांतरण होता है?

उत्तर: यांत्रिक ऊर्जा $\rightarrow$ विद्युत ऊर्जा।

11. मोटर में किस प्रकार का वलय प्रयोग होता है?

उत्तर: विभक्त वलय (Split Ring)।

12. जनित्र में किस प्रकार का वलय प्रयोग होता है?

उत्तर: सर्पी वलय (Slip Ring)।

13. विद्युतचुंबकीय प्रेरण के लिए कौन-सी आवश्यक शर्त है?

उत्तर: चुंबकीय क्षेत्र (फ्लक्स) में परिवर्तन होना चाहिए।

14. फ्यूज तार किस मिश्रधातु का बना होता है?

उत्तर: टिन तथा सीसे की मिश्रधातु।

15. MCB का पूरा नाम क्या है?

उत्तर: Miniature Circuit Breaker।

32.2 लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer)

1. चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी प्रतिच्छेद क्यों नहीं करतीं?

उत्तर: क्योंकि किसी भी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की केवल एक ही दिशा हो सकती है। यदि दो रेखाएँ काटें, तो उस बिंदु पर क्षेत्र की दो दिशाएँ मानी जाएँगी, जो असंभव है।

2. सीधे धारावाही चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न बताएं तथा धारा की दिशा बदलने का प्रभाव लिखें।

उत्तर: क्षेत्र रेखाएँ चालक के चारों ओर संकेंद्रीय वृत्तों के रूप में बनती हैं, जो चालक के लंबवत तल में होती हैं। धारा की दिशा उलटने पर क्षेत्र रेखाओं की दिशा भी उलट जाती है।

3. विद्युत चुंबक तथा स्थायी चुंबक में तीन अंतर लिखें।

उत्तर: (i) विद्युत चुंबक अस्थायी है, स्थायी चुंबक स्थायी होता है। (ii) विद्युत चुंबक की शक्ति धारा व फेरों से बदली जा सकती है, स्थायी चुंबक की नहीं। (iii) विद्युत चुंबक धारा बंद होने पर चुंबकत्व खो देता है, स्थायी चुंबक नहीं।

4. मोटर में Split Ring की क्या भूमिका है? इसके बिना क्या होगा?

उत्तर: यह प्रत्येक आधे चक्कर पर कुंडली में धारा की दिशा बदल देता है, जिससे बल की दिशा ऐसी बनी रहती है कि कुंडली उसी दिशा में घूमती रहे। इसके बिना कुंडली आधा चक्कर घूमकर दोलन करके रुक जाएगी।

5. फैराडे के प्रयोग की चार स्थितियों को संक्षेप में लिखें।

उत्तर: (i) चुंबक स्थिर: कोई धारा प्रेरित नहीं। (ii) चुंबक कुंडली की ओर गतिमान: धारा प्रेरित होती है। (iii) चुंबक दूर जाए: विपरीत दिशा में धारा प्रेरित होती है। (iv) गति रुकने पर: प्रेरित धारा समाप्त हो जाती है।

6. Slip Ring तथा Split Ring में अंतर स्पष्ट करें।

उत्तर: Slip Ring एक सतत (बिना टूटा) वलय है, जो जनित्र में प्रयोग होता है और धारा की दिशा नहीं बदलता (AC प्राप्त होती है)। Split Ring एक टूटा हुआ वलय है, जो मोटर में प्रयोग होता है और हर आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदल देता है।

7. घरेलू उपकरण पार्श्व क्रम में ही क्यों जोड़े जाते हैं? तीन कारण लिखें।

उत्तर: (i) प्रत्येक उपकरण को पूरा 220 V विभवांतर मिलता है। (ii) एक उपकरण बंद/खराब होने पर बाकी प्रभावित नहीं होते। (iii) प्रत्येक उपकरण को स्वतंत्र रूप से नियंत्रित किया जा सकता है।

8. Fuse तथा MCB में अंतर स्पष्ट करें।

उत्तर: Fuse में कम गलनांक का तार अतिरिक्त धारा पर पिघलकर परिपथ तोड़ता है (एक बार उपयोग के बाद बदलना पड़ता है), जबकि MCB एक स्वचालित स्विच है जो ट्रिप होकर परिपथ तोड़ता है और इसे पुनः ON करके दोबारा उपयोग किया जा सकता है।

9. Short Circuit तथा Overloading में अंतर स्पष्ट करें।

उत्तर: Short Circuit में लाइव व न्यूट्रल तार सीधे जुड़ जाने से प्रतिरोध लगभग शून्य हो जाता है और धारा अत्यधिक बढ़ जाती है। Overloading में एक परिपथ पर क्षमता से अधिक उच्च-शक्ति उपकरण जोड़ने से धारा क्षमता से अधिक हो जाती है। दोनों ही तार गर्म कर आग का खतरा बढ़ाते हैं।

10. Earth Wire की आवश्यकता तथा महत्व समझाएं।

उत्तर: यदि उपकरण के धात्विक भाग में रिसाव हो जाए, तो Earth Wire के द्वारा वह रिसाव धारा सुरक्षित रूप से भूमि में चली जाती है, जिससे फ्यूज तुरंत उड़ जाता है और उपयोगकर्ता को विद्युत झटके से बचाया जा सकता है।

11. परिनालिका बनाम वृत्ताकार कुंडली — चुंबकीय क्षेत्र के पैटर्न में अंतर बताएं।

उत्तर: वृत्ताकार कुंडली के केंद्र पर क्षेत्र प्रबल व सीधी रेखा जैसा होता है, परंतु किनारों पर वक्र। परिनालिका में, कई कुंडलियों के मिलने से भीतर का क्षेत्र संपूर्ण लंबाई में समांतर व समान (uniform) होता है, जो एक छड़ चुंबक जैसा व्यवहार दर्शाता है।

12. विद्युत चुंबक के किन्हीं तीन उपयोग लिखें।

उत्तर: (i) विद्युत घंटी में हथौड़ी को आकर्षित करना, (ii) विद्युतचुंबकीय क्रेन द्वारा भारी लोहे की वस्तुएँ उठाना, (iii) रिले में कम धारा से अधिक धारा वाले परिपथ को नियंत्रित करना।

13. ओर्स्टेड के प्रयोग का वर्णन करते हुए बताएं कि इससे क्या सिद्ध होता है?

उत्तर: ओर्स्टेड ने धारावाही तार के पास दिक्सूचक रखा; धारा प्रवाहित करने पर सुई विक्षेपित हुई, धारा बंद करने पर सुई सामान्य हो गई। इससे सिद्ध हुआ कि धारावाही चालक अपने चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है, अर्थात् विद्युत व चुंबकत्व परस्पर संबंधित हैं।

14. चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर बल कब अधिकतम तथा कब शून्य होता है?

उत्तर: जब चालक चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत ($\theta = 90^\circ$) हो, तो बल अधिकतम ($F = BIL$) होता है। जब चालक क्षेत्र के समांतर ($\theta = 0^\circ$) हो, तो बल शून्य होता है, क्योंकि $\sin 0^\circ = 0$ ।

15. फ्लेमिंग के बायें तथा दायें हाथ के नियम में समानता व अंतर लिखें।

उत्तर: समानता: दोनों में तर्जनी क्षेत्र (B) तथा मध्यमा धारा (I) की दिशा दर्शाती है। अंतर: बायाँ हाथ नियम मोटर के लिए है, जहाँ अंगूठा बल/गति दर्शाता है; दायें हाथ नियम जनित्र के लिए है, जहाँ अंगूठा गति की दिशा में रखा जाता है और मध्यमा प्रेरित धारा दर्शाती है।

32.3 दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer)

1. चुंबकीय क्षेत्र रेखा की परिभाषा दें तथा छड़ चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को दर्शाने वाला labelled चित्र बनाएं। क्षेत्र रेखाओं के गुण भी लिखें।

संकेत: Section 2 (चित्र 2.1 व सभी गुण)।

2. दाहिने हाथ के अंगूठे का नियम लिखें तथा इसे एक उपयुक्त चित्र सहित समझाएं। इसका उपयोग करके वृत्ताकार कुंडली तथा परिनालिका में चुंबकीय क्षेत्र की दिशा कैसे ज्ञात करेंगे?

संकेत: Section 5, 6, 7।

3. विद्युत चुंबक क्या है? इसकी संरचना, कार्यविधि तथा शक्ति बढ़ाने के उपायों को चित्र सहित समझाएं। इसके चार उपयोग भी लिखें।

संकेत: Section 8 का पूर्ण उपयोग करें।

4. विद्युत मोटर के सिद्धांत, मुख्य भागों तथा कार्यविधि को एक labelled चित्र सहित चरणबद्ध रूप से समझाएं।

संकेत: Section 11, 12 — चित्र 12.1 तथा सभी 7 steps।

5. विद्युतचुंबकीय प्रेरण क्या है? फैराडे के प्रयोग की सभी चार स्थितियों को चित्र सहित वर्णन करें तथा निष्कर्ष लिखें।

संकेत: Section 14, 15।

6. विद्युत जनित्र के सिद्धांत, मुख्य भागों तथा कार्यविधि को एक labelled चित्र सहित चरणबद्ध रूप से समझाएं। Slip Ring की भूमिका स्पष्ट करें।

संकेत: Section 17 का पूर्ण उपयोग करें।

7. Motor तथा Generator की संरचना व कार्यविधि की तुलना करते हुए एक सारणी बनाएं, तथा दोनों के मुख्य सिद्धांत स्पष्ट करें।

संकेत: Section 18 की सारणी का विस्तार से उपयोग करें।

8. घरेलू विद्युत परिपथ का वर्णन करते हुए Live, Neutral तथा Earth तार की भूमिका समझाएं और एक labelled चित्र बनाएं।

संकेत: Section 20, 21 — चित्र 20.1।

9. Fuse तथा MCB क्या हैं? दोनों की कार्यविधि, अंतर तथा Short Circuit व Overloading से सुरक्षा में इनकी भूमिका समझाएं।

संकेत: Section 23, 24, 25।

10. विद्युत सुरक्षा के नियमों का वर्णन करें तथा बताएं कि Short Circuit व Overloading की स्थिति में ये नियम कैसे उपयोगी हैं।

संकेत: Section 25, 26।

SECTION 33 — बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQs)

कुल 40 प्रश्न — प्रत्येक के चार विकल्प (A, B, C, D)। सही उत्तर अंत में Answer Key में दिए गए हैं।

- चुंबकीय क्षेत्र का SI मात्रक है—
☐ (A) ऐम्पियर ☐ (B) वेबर ☐ (C) टेस्ला ☐ (D) वोल्ट
- ओर्स्टेड के प्रयोग से सिद्ध हुआ—
☐ (A) चुंबक धारा उत्पन्न करता है ☐ (B) धारा चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है ☐ (C) धारा ऊष्मा उत्पन्न करती है
☐ (D) कोई संबंध नहीं
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के बाहर चलती हैं—
☐ (A) S से N ☐ (B) N से S ☐ (C) दोनों दिशा में ☐ (D) कोई निश्चित दिशा नहीं
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के भीतर चलती हैं—
☐ (A) N से S ☐ (B) S से N ☐ (C) स्थिर रहती हैं ☐ (D) कोई रेखा नहीं होती
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी नहीं करतीं—
☐ (A) वक्र बनना ☐ (B) प्रतिच्छेद करना ☐ (C) बंद लूप बनाना ☐ (D) N से निकलना
- जहाँ क्षेत्र रेखाएँ सघन (पास-पास) हों, वहाँ क्षेत्र होता है—
☐ (A) दुर्बल ☐ (B) शून्य ☐ (C) प्रबल ☐ (D) अनिश्चित
- सीधे धारावाही चालक के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ होती हैं—
☐ (A) सीधी रेखाएँ ☐ (B) संकेंद्रीय वृत्त ☐ (C) दीर्घवृत्त ☐ (D) अनियमित
- दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम में अंगूठा दर्शाता है—
☐ (A) चुंबकीय क्षेत्र ☐ (B) धारा की दिशा ☐ (C) बल की दिशा ☐ (D) गति की दिशा
- दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम में मुड़ी उंगलियाँ दर्शाती हैं—
☐ (A) धारा ☐ (B) बल ☐ (C) चुंबकीय क्षेत्र ☐ (D) गति
- वृत्ताकार कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र फेरों की संख्या के साथ—
☐ (A) घटता है ☐ (B) बढ़ता है ☐ (C) अपरिवर्तित रहता है ☐ (D) शून्य हो जाता है
- परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र होता है—
☐ (A) शून्य ☐ (B) असमान ☐ (C) समांतर व समान (uniform) ☐ (D) वृत्ताकार
- परिनालिका का व्यवहार किसके समान होता है?
☐ (A) संधारित्र ☐ (B) छड़ चुंबक ☐ (C) प्रतिरोधक ☐ (D) डायोड
- विद्युत चुंबक का क्रोड किस पदार्थ का बनाया जाता है?
☐ (A) स्टील ☐ (B) नर्म लोहा ☐ (C) ताँबा ☐ (D) ऐल्युमिनियम
- नर्म लोहे का उपयोग किया जाता है क्योंकि यह—
☐ (A) स्थायी चुंबक बनता है ☐ (B) धारा बंद होने पर चुंबकत्व खो देता है ☐ (C) विद्युतरोधी है ☐ (D) भारी होता है
- विद्युत चुंबक की शक्ति बढ़ाने का तरीका नहीं है—
☐ (A) धारा बढ़ाना ☐ (B) फेरों की संख्या बढ़ाना ☐ (C) उपयुक्त क्रोड का उपयोग ☐ (D) फेरों की संख्या घटाना
- विद्युत घंटी किस पर आधारित है?
☐ (A) विद्युत मोटर ☐ (B) विद्युत चुंबक ☐ (C) जनित्र ☐ (D) संधारित्र

17. धारावाही चालक पर बल अधिकतम होता है जब—

- ☐ (A) $\theta = 0^\circ$ ☐ (B) $\theta = 90^\circ$ ☐ (C) $\theta = 180^\circ$ ☐ (D) बल सदैव समान रहता है

18. धारावाही चालक पर बल शून्य होता है जब चालक क्षेत्र के—

- ☐ (A) लंबवत हो ☐ (B) समांतर हो ☐ (C) 45° पर हो ☐ (D) विपरीत हो

19. $F = BIL \sin \theta$ में यदि $\theta = 90^\circ$ हो तो F होगा—

- ☐ (A) शून्य ☐ (B) BIL ☐ (C) BI/L ☐ (D) BL/I

20. फ्लेमिंग का बायें हाथ नियम किसके लिए प्रयुक्त होता है?

- ☐ (A) जनित्र ☐ (B) मोटर ☐ (C) फ्यूज ☐ (D) ट्रांसफॉर्मर

21. फ्लेमिंग के बायें हाथ नियम में तर्जनी दर्शाती है—

- ☐ (A) धारा ☐ (B) बल ☐ (C) चुंबकीय क्षेत्र ☐ (D) गति

22. फ्लेमिंग के बायें हाथ नियम में मध्यमा दर्शाती है—

- ☐ (A) चुंबकीय क्षेत्र ☐ (B) धारा ☐ (C) बल ☐ (D) गति

23. विद्युत मोटर में ऊर्जा रूपांतरण है—

- ☐ (A) यांत्रिक → विद्युत ☐ (B) विद्युत → यांत्रिक ☐ (C) रासायनिक → विद्युत ☐ (D) ऊष्मीय → यांत्रिक

24. विद्युत मोटर में प्रयुक्त वलय है—

- ☐ (A) सर्पी वलय ☐ (B) विभक्त वलय ☐ (C) दोनों ☐ (D) कोई वलय नहीं

25. मोटर में Split Ring का कार्य है—

- ☐ (A) धारा मापना ☐ (B) प्रत्येक आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदलना ☐ (C) विभवांतर मापना ☐ (D) चुंबकीय क्षेत्र बढ़ाना

26. यदि मोटर में Split Ring हटा दिया जाए, तो कुंडली—

- ☐ (A) तेज़ घूमेगी ☐ (B) निरंतर घूमती रहेगी ☐ (C) आधा चक्कर घूमकर रुक जाएगी ☐ (D) उल्टी घूमेगी

27. विद्युतचुंबकीय प्रेरण के लिए आवश्यक है—

- ☐ (A) स्थिर चुंबकीय क्षेत्र ☐ (B) चुंबकीय फ्लक्स में परिवर्तन ☐ (C) उच्च धारा ☐ (D) उच्च प्रतिरोध

28. फैराडे के प्रयोग में चुंबक स्थिर रहने पर धारामापी में—

- ☐ (A) बड़ा विक्षेपण होगा ☐ (B) कोई विक्षेपण नहीं होगा ☐ (C) विपरीत विक्षेपण होगा ☐ (D) स्थायी विक्षेपण होगा

29. फ्लेमिंग का दायें हाथ नियम किसके लिए प्रयुक्त होता है?

- ☐ (A) मोटर ☐ (B) जनित्र ☐ (C) फ्यूज ☐ (D) विद्युत चुंबक

30. फ्लेमिंग के दायें हाथ नियम में अंगूठा दर्शाता है—

- ☐ (A) चुंबकीय क्षेत्र ☐ (B) प्रेरित धारा ☐ (C) गति ☐ (D) बल सदैव शून्य

31. विद्युत जनित्र में ऊर्जा रूपांतरण है—

- ☐ (A) विद्युत → यांत्रिक ☐ (B) यांत्रिक → विद्युत ☐ (C) रासायनिक → यांत्रिक ☐ (D) ऊष्मीय → विद्युत

32. जनित्र में प्रयुक्त वलय है—

- ☐ (A) विभक्त वलय ☐ (B) सर्पी वलय ☐ (C) दोनों समान हैं ☐ (D) कोई वलय नहीं

33. Slip Ring का कार्य है—

- ☐ (A) धारा की दिशा बदलना ☐ (B) धारा की दिशा को न बदलना, बाह्य परिपथ तक पहुँचाना ☐ (C) वोल्टेज मापना
☐ (D) प्रतिरोध बढ़ाना

34. भारत में घरेलू विद्युत आपूर्ति होती है—

- ☐ (A) 110 V DC ☐ (B) 220 V AC ☐ (C) 12 V DC ☐ (D) 440 V AC

35. घरेलू उपकरण आपस में जुड़े होते हैं—

- ☐ (A) श्रेणी क्रम में ☐ (B) पार्श्व क्रम में ☐ (C) मिश्रित क्रम में ☐ (D) किसी क्रम में नहीं

36. Earth Wire का मुख्य कार्य है—

- ☐ (A) विद्युत आपूर्ति देना ☐ (B) धारा का मार्ग बनाना ☐ (C) सुरक्षा प्रदान करना ☐ (D) शक्ति बढ़ाना

37. फ्यूज तार किस गुण के कारण पिघलता है?

- ☐ (A) उच्च गलनांक ☐ (B) निम्न गलनांक ☐ (C) उच्च प्रतिरोधकता केवल ☐ (D) चुंबकीय गुण

38. फ्यूज को परिपथ में जोड़ा जाता है—

- ☐ (A) न्यूट्रल तार में पार्श्व क्रम में ☐ (B) लाइव तार में श्रेणी क्रम में ☐ (C) भू-तार में ☐ (D) किसी भी तार में कहीं भी

39. MCB तथा Fuse में मुख्य अंतर है—

- ☐ (A) MCB स्वचालित स्विच है, पुनः उपयोग हो सकता है ☐ (B) Fuse स्वचालित है ☐ (C) दोनों एक समान हैं ☐ (D) MCB में तार पिघलता है

40. Short Circuit होने का मुख्य कारण है—

- ☐ (A) अधिक प्रतिरोध ☐ (B) लाइव व न्यूट्रल तार का सीधे जुड़ना ☐ (C) कम धारा ☐ (D) कम विभवांतर

Answer Key

1. C	9. C	17. B	25. B	33. B
2. B	10. B	18. B	26. C	34. B
3. B	11. C	19. B	27. B	35. B
4. B	12. B	20. B	28. B	36. C
5. B	13. B	21. C	29. B	37. B
6. C	14. B	22. B	30. C	38. B
7. B	15. D	23. B	31. B	39. A
8. B	16. B	24. B	32. B	40. B

SECTION 34 — Assertion-Reason प्रश्न

निर्देश — विकल्प

- (A) A और R दोनों सत्य हैं तथा R, A की सही व्याख्या है।
 (B) A और R दोनों सत्य हैं, परंतु R, A की सही व्याख्या नहीं है।
 (C) A सत्य है, परंतु R असत्य है।
 (D) A असत्य है, परंतु R सत्य है।

1. कथन (A): चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी प्रतिच्छेद नहीं करतीं।

कारण (R): किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की केवल एक ही दिशा हो सकती है।

2. कथन (A): विद्युत चुंबक का क्रोड नर्म लोहे का बनाया जाता है।

कारण (R): नर्म लोहा धारा बंद होने पर अपना चुंबकत्व लगभग खो देता है।

3. कथन (A): मोटर में Split Ring का उपयोग होता है।

कारण (R): Split Ring प्रत्येक आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदल देता है, जिससे निरंतर घूर्णन संभव होता है।

4. कथन (A): जनित्र Slip Ring का उपयोग करता है।

कारण (R): Slip Ring प्रत्येक चक्कर में धारा की दिशा बदल देता है।

5. कथन (A): फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम जनित्र के लिए प्रयुक्त होता है।

कारण (R): फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम जनित्र के लिए तथा बायाँ हाथ नियम मोटर के लिए प्रयुक्त होता है।

6. कथन (A): विद्युतचुंबकीय प्रेरण के लिए चुंबक व कुंडली के बीच आपसी गति आवश्यक है।

कारण (R): स्थिर चुंबकीय क्षेत्र से फ्लक्स में कोई परिवर्तन नहीं होता, अतः धारा प्रेरित नहीं होती।

7. कथन (A): घरेलू उपकरण श्रेणी क्रम में जोड़े जाते हैं।

कारण (R): श्रेणी क्रम में प्रत्येक उपकरण को पूरा विभवांतर नहीं मिलता और एक खराब होने पर सभी बंद हो जाते हैं।

8. कथन (A): फ्यूज को न्यूट्रल तार में लगाया जाता है।

कारण (R): फ्यूज को सदैव लाइव तार में श्रेणी क्रम में लगाया जाता है।

9. कथन (A): MCB तथा Fuse दोनों बार-बार उपयोग किए जा सकते हैं।

कारण (R): Fuse का तार पिघलने के बाद बदलना पड़ता है, जबकि MCB को केवल पुनः ऑन करना पड़ता है।

10. कथन (A): Earth Wire में सामान्य परिचालन के दौरान धारा प्रवाहित होती है।

कारण (R): Earth Wire केवल रिसाव (leakage) की स्थिति में सुरक्षा हेतु कार्य करता है।

Answer Key

1. A	3. A	5. D	7. D	9. C
2. A	4. C	6. A	8. D	10. D

SECTION 35 — Fill in the Blanks / One Word

1. धारावाही चालक के चारों ओर उत्पन्न _____ के कारण उसके पास रखा दिक्सूचक विक्षेपित हो जाता है।

उत्तर: चुंबकीय क्षेत्र

2. चुंबकीय क्षेत्र का SI मात्रक _____ है।

उत्तर: टेस्ला (T)

3. चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के बाहर _____ से _____ की ओर चलती हैं।

उत्तर: N (उत्तरी ध्रुव), S (दक्षिणी ध्रुव)

4. दाहिने हाथ के अंगूठे के नियम में अंगूठा _____ की दिशा दर्शाता है।

उत्तर: धारा

5. परिनालिका धारा प्रवाहित होने पर _____ जैसा व्यवहार करती है।

उत्तर: छड़ चुंबक

6. विद्युत चुंबक का क्रोड _____ का बनाया जाता है।

उत्तर: नर्म लोहा (Soft Iron)

7. फ्लेमिंग का बायाँ हाथ नियम _____ के लिए प्रयुक्त होता है।

उत्तर: विद्युत मोटर

8. फ्लेमिंग का दायाँ हाथ नियम _____ के लिए प्रयुक्त होता है।

उत्तर: विद्युत जनित्र

9. मोटर में प्रत्येक आधे चक्कर पर धारा की दिशा बदलने वाला भाग _____ कहलाता है।

उत्तर: विभक्त वलय (Split Ring)

10. जनित्र में प्रयुक्त सतत वलय _____ कहलाता है।

उत्तर: सर्पी वलय (Slip Ring)

11. विद्युत मोटर _____ ऊर्जा को _____ ऊर्जा में बदलता है।

उत्तर: विद्युत, यांत्रिक

12. विद्युत जनित्र _____ ऊर्जा को _____ ऊर्जा में बदलता है।

उत्तर: यांत्रिक, विद्युत

13. फ्यूज तार _____ तथा _____ की मिश्रधातु का बना होता है।

उत्तर: टिन, सीसा

14. फ्यूज को परिपथ में सदैव _____ तार में जोड़ा जाता है।

उत्तर: लाइव (Live)

15. भारत में घरेलू विद्युत आपूर्ति _____ प्रकार की होती है (AC/DC)।

उत्तर: AC (प्रत्यावर्ती धारा)

SECTION 36 — विद्यार्थियों द्वारा की जाने वाली सामान्य गलतियाँ

Common Mistakes और उनके सही रूप

गलती	सही तथ्य
बायें और दायें हाथ के नियम को आपस में बदल देना	बायाँ हाथ = Motor (बल/गति); दायाँ हाथ = Generator (प्रेरित धारा)।
Motor व Generator का energy conversion उल्टा लिख देना	Motor: विद्युत → यांत्रिक; Generator: यांत्रिक → विद्युत।
Solenoid तथा Electromagnet को एक ही समझना	Solenoid केवल तार की कुंडली है; Electromagnet = Solenoid + नर्म लोहे का क्रोड।
चुंबकीय क्षेत्र की दिशा गलत दिखाना (चुंबक के भीतर)	भीतर क्षेत्र रेखाएँ S से N की ओर होती हैं, N से S नहीं (वह तो बाहर है)।
फ्लेमिंग के नियमों में उंगलियों की दिशा गलत लिखना	दोनों नियमों में तर्जनी=क्षेत्र, मध्यमा=धारा; केवल अंगूठे का अर्थ (बल/गति) बदलता है।
Live/Neutral/Earth की भूमिका को गड़बड़ करना	Live: आपूर्ति; Neutral: वापसी मार्ग; Earth: केवल सुरक्षा हेतु।
Fuse को पार्श्व क्रम में दिखाना	Fuse सदैव लाइव तार में श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है।
घरेलू उपकरणों को श्रेणी क्रम में दिखाना	घरेलू उपकरण सदैव पार्श्व क्रम में जोड़े जाते हैं।
Short Circuit तथा Overloading को एक ही समझना	Short Circuit: तार सीधे जुड़ना ($R \approx 0$)। Overloading: बहुत से उपकरण एक साथ चलाना (धारा क्षमता से अधिक)।
Split Ring व Slip Ring को एक समान मानना	Split Ring (मोटर) टूटा हुआ है, दिशा बदलता है; Slip Ring (जनित्र) सतत है, दिशा नहीं बदलता।

SECTION 37 — Board Exam में अच्छे अंक कैसे प्राप्त करें?

सुझाव

- **Definitions** exact और concise रखें — अनावश्यक शब्द न जोड़ें।
- Rules (दाहिने हाथ अंगूठा, फ्लेमिंग के नियम) में **तीनों दिशाएँ स्पष्ट रूप से** लिखें — केवल नाम न लिखें, बल्कि क्या-क्या किस दिशा में है, यह बताएं।
- Diagrams सदैव **labelled** बनाएं — N/S ध्रुव, धारा दिशा, क्षेत्र दिशा, सभी भागों के नाम स्पष्ट लिखें।
- Motor/Generator की कार्यविधि को **step-wise (क्रमांकित बिंदुओं में)** लिखें, पैराग्राफ में नहीं।
- Difference वाले प्रश्नों (जैसे Motor vs Generator, Fuse vs MCB) में सदैव **तालिका (table)** बनाएं।
- यदि कोई सूत्र (जैसे $F = BIL \sin \theta$) प्रयोग करें, तो सभी संकेतों के अर्थ व मात्रक अवश्य लिखें।
- Diagram में arrows व labels साफ-साफ तथा पर्याप्त बड़े आकार में बनाएं ताकि जाँचने वाले को आसानी से पढ़ा जा सके।

SECTION 38 — Quick Revision Notes

चुंबकीय क्षेत्र व क्षेत्र रेखाएँ:

- मात्रक: टेस्ला (T)। • बाहर $N \rightarrow S$, भीतर $S \rightarrow N$ । • कभी प्रतिच्छेद नहीं।
- सघन रेखाएँ = प्रबल क्षेत्र।

धारावाही चालक का क्षेत्र:

- सीधा चालक: संकेंद्रीय वृत्त। • धारा दिशा बदलने पर क्षेत्र दिशा उलट जाती है। • दूरी बढ़ने पर क्षेत्र दुर्बल।

दाहिने हाथ अंगूठा नियम:

अंगूठा = धारा; मुड़ी उंगलियाँ = चुंबकीय क्षेत्र। सीधे चालक, कुंडली व परिनालिका तीनों के लिए उपयोगी।

वृत्ताकार कुंडली व परिनालिका:

- कुंडली के केंद्र पर प्रबल क्षेत्र, फेरों/धारा से बढ़ता है। • परिनालिका भीतर uniform क्षेत्र, छड़ चुंबक जैसा व्यवहार।

विद्युत चुंबक:

नर्म लोहे के क्रोड पर कुंडली; अस्थायी चुंबक; शक्ति $\propto$ धारा, फेरों की संख्या। उपयोग: घंटी, क्रेन, रिले, लाउडस्पीकर।

बल तथा फ्लेमिंग नियम:

$F = BIL \sin \theta$; $\theta = 90^\circ$ पर अधिकतम, $\theta = 0^\circ$ पर शून्य। बायाँ हाथ = Motor (तर्जनी-क्षेत्र, मध्यमा-धारा, अंगूठा-बल)।

विद्युत मोटर:

विद्युत $\rightarrow$ यांत्रिक; सिद्धांत: चालक पर बल; भाग: कुंडली, चुंबक, Split Ring, ब्रश, बैटरी। Split Ring हर आधे चक्कर पर दिशा बदलता है।

विद्युतचुंबकीय प्रेरण व फैराडे प्रयोग:

फ्लक्स परिवर्तन से धारा प्रेरित; आपसी गति आवश्यक; गति तेज़=अधिक धारा; दिशा बदलने पर धारा दिशा उलटती है।

फ्लेमिंग दायाँ हाथ नियम व जनित्र:

दायाँ हाथ = Generator (अंगूठा-गति, तर्जनी-क्षेत्र, मध्यमा-धारा)। यांत्रिक $\rightarrow$ विद्युत; Slip Ring सतत वलय, AC उत्पन्न करता है।

Motor vs Generator:

Motor: विद्युत $\rightarrow$ यांत्रिक, बायाँ हाथ, Split Ring। Generator: यांत्रिक $\rightarrow$ विद्युत, दायाँ हाथ, Slip Ring।

घरेलू विद्युत व सुरक्षा:

Live-Neutral-Earth; उपकरण पार्श्व क्रम में; Fuse/MCB लाइव तार में श्रेणी क्रम में। Short Circuit ($R \approx 0$) तथा Overloading (क्षमता से अधिक उपकरण) दोनों खतरनाक।

Fuse/MCB तथा सुरक्षा नियम:

Fuse: कम गलनांक तार, एक बार उपयोग। MCB: स्वचालित स्विच, पुनः उपयोग। गीले हाथ से स्विच न छुएँ, proper earthing रखें, overloading से बचें।

SECTION 39 — Chapter 4: One Page Revision

Important Rules

- दाहिने हाथ अंगूठा: अंगूठा=धारा, उंगलियाँ=क्षेत्र
- फ्लेमिंग बायाँ हाथ (Motor): तर्जनी=क्षेत्र, मध्यमा=धारा, अंगूठा=बल
- फ्लेमिंग दायाँ हाथ (Generator): अंगूठा=गति, तर्जनी=क्षेत्र, मध्यमा=धारा

Important Devices

- Solenoid — कुंडली, छड़ चुंबक जैसा
- Electromagnet — Solenoid + नर्म लोहा
- Motor — विद्युत→यांत्रिक, Split Ring
- Generator — यांत्रिक→विद्युत, Slip Ring
- Fuse — कम गलनांक तार; MCB — स्वचालित स्विच

Energy Conversion

- Motor: विद्युत ऊर्जा → यांत्रिक ऊर्जा
- Generator: यांत्रिक ऊर्जा → विद्युत ऊर्जा

Key Definitions

- चुंबकीय क्षेत्र: बल अनुभव होने वाला क्षेत्र (मात्रक T)
- EMI: फ्लक्स परिवर्तन से धारा प्रेरित होना
- Short Circuit: $R \approx 0$, धारा अत्यधिक
- Overloading: क्षमता से अधिक उपकरण

Safety Points गीले हाथ से स्विच न छुएँ • क्षतिग्रस्त तार न प्रयोग करें • proper earthing रखें • overloading से बचें • सही फ्यूज/MCB लगाएं • मरम्मत से पहले supply बंद करें • bare wires न छुएँ • बच्चों को सॉकेट से दूर रखें • insulation जाँचें • qualified electrician से सहायता लें

Important Diagrams (revise from Section 29): छड़ चुंबक क्षेत्र, सीधा चालक क्षेत्र, दाहिने हाथ अंगूठा, वृत्ताकार कुंडली, परिनालिका, विद्युत चुंबक, चालक पर बल, फ्लेमिंग बायाँ/दायाँ हाथ, मोटर, जनित्र, EMI सेटअप, घरेलू परिपथ, Fuse/MCB।