

TYBA COACHING CENTRE | टी वाई बी ए कोचिंग सेंटर

Contact / WhatsApp: 6367029449 • NCERT Class 10 Science Complete Bilingual Study Notes & Textbook Solutions

Chapter 12: Magnetic Effects of Electric Current

अध्याय 12: विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव — संपूर्ण नोट्स एवं प्रश्नोत्तर हल

12.1 Magnetic Field & Field Lines & 12.2 Magnetic Field due to Current-Carrying Conductors (चुंबकीय क्षेत्र, क्षेत्र रेखाएँ एवं धारावाही चालक)

[EN] Hans Christian Oersted (1820) discovered that a metallic conductor carrying an electric current deflects a nearby magnetic compass needle, proving that electricity and magnetism are linked.

[HI] हैस क्रिश्चियन ऑर्स्टेड (1820) ने खोज की कि जब किसी धातु के चालक में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो पास रखी दिक्-सूची (कंपास) की सुई विक्षेपित हो जाती है, जिससे सिद्ध होता है कि विद्युत और चुंबकत्व परस्पर संबंधित हैं।

Concept / Conductor (संकल्पना / चालक)	Properties & Rules (English)	प्रमुख गुणधर्म एवं नियम (हिंदी)
1. Properties of Magnetic Field Lines (चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के गुण)	1. Emerge from the North pole (N) and merge at the South pole (S) outside the magnet; inside the magnet, their direction is from South to North (forming closed continuous curves). 2. Closer/crowded field lines indicate a stronger magnetic field. 3. Two magnetic field lines NEVER intersect each other (if they did, the compass needle at the point of intersection would point in two directions at once, which is impossible).	1. चुंबक के बाहर क्षेत्र रेखाएँ उत्तर ध्रुव (N) से निकलकर दक्षिण ध्रुव (S) में विलीन होती हैं तथा चुंबक के अंदर दक्षिण से उत्तर ध्रुव की ओर होती हैं (अतः ये बंद वक्र होती हैं)। 2. जहाँ क्षेत्र रेखाएँ निकट (सघन) होती हैं वहाँ चुंबकीय क्षेत्र प्रबल होता है। 3. दो चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ कभी एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करतीं।
2. Straight Current-Carrying Wire & Right-Hand Thumb Rule (सीधा धारावाही तार एवं दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम)	• Field lines are concentric circles centred on the wire. • Field strength $B \propto \text{Current } I$ and $B \propto 1 / \text{distance } r$. • Maxwell's Right-Hand Thumb Rule: Hold the current-carrying straight conductor in your right hand such that the thumb points in the direction of current; then your wrapped fingers give the direction of magnetic field lines.	• सीधे धारावाही तार के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ संकेद्री वृत्तों के रूप में होती हैं। • दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम: दाहिने हाथ में धारावाही चालक को इस प्रकार पकड़ें कि अंगुठा विद्युत धारा की दिशा की ओर संकेत करे, तो अँगुलियों का लिपटना चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा दर्शाएगा।
3. Circular Loop & Solenoid (वृत्ताकार पाश एवं परिनालिका)	• Circular Loop: Concentric circles near the wire become nearly straight and parallel at the centre of the loop. For n turns, field is n times that of a single turn. • Solenoid: A coil of many circular turns of insulated copper wire wrapped closely in the shape of a cylinder. Outside, its field resembles a bar magnet; inside the solenoid, field lines are parallel straight lines (Uniform Magnetic Field). • Inserting a soft iron core inside a current-carrying solenoid forms an Electromagnet.	• वृत्ताकार पाश: पाश के केंद्र पर क्षेत्र रेखाएँ सीधी तथा समांतर रेखाओं जैसी प्रतीत होती हैं। n फेरों वाली कुंडली का चुंबकीय क्षेत्र n गुना प्रबल होता है। • परिनालिका (Solenoid): पास-पास लिपटे विद्युत्‌रोधी तारों के तार की बेलन की आकृति की अनेक फेरों वाली कुंडली। परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र सभी बिंदुओं पर समान (एकसमान) होता है। नरम लोहे का क्रोड रखने पर विद्युत चुंबक बनता है।

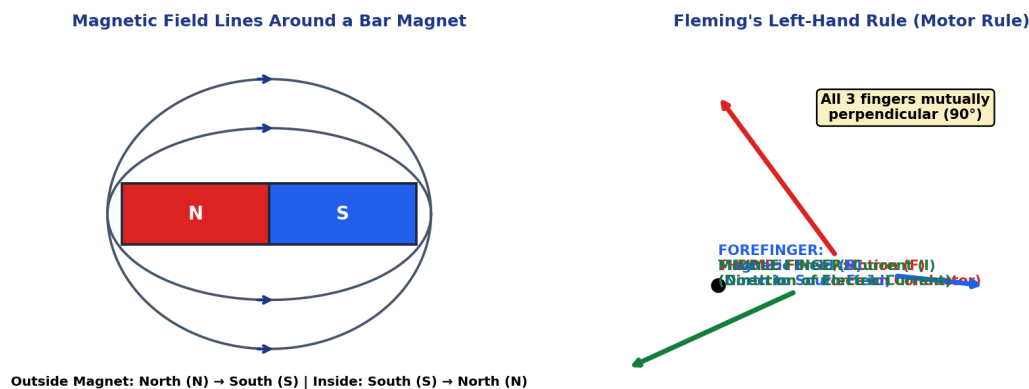


Figure 12.1: Magnetic Field Lines around a Bar Magnet (N to S outside) & Current-Carrying Solenoid / चित्र 12.1: छड़ चुंबक एवं धारावाही परिनालिका के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ — TYBA Coaching Centre

12.3 Force on a Current-Carrying Conductor & 12.4 Domestic Electric Circuits (चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर बल एवं घरेलू विद्युत परिपथ)

[EN] A current-carrying conductor placed in a magnetic field experiences a mechanical force whose magnitude is maximum when the current and magnetic field are perpendicular (90°) to each other.

[HI] चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर एक बल आरोपित होता है। यह बल तब अधिकतम होता है जब विद्युत धारा की दिशा तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा परस्पर लंबवत (90°) होती हैं।

Topic / विषय	Explanation & Safety Rules (English)	विवरण एवं सुरक्षा नियम (हिंदी)
1. Fleming's Left-Hand Rule (फ्लेमिंग का वामहस्त नियम)	Stretch the thumb, forefinger, and middle finger of your left hand such that they are mutually perpendicular (90°) to each other: • Forefinger (तर्जनी) → Direction of Magnetic Field (B) • Middle finger (मध्यमा) → Direction of Current (I) (direction of positive charge flow, opposite to electron flow) • Thumb (अंगूठा) → Direction of Force or Motion (F) acting on the conductor.	अपने बाएँ हाथ की तर्जनी, मध्यमा तथा अंगूठे को इस प्रकार फैलाइए कि ये तीनों एक-दूसरे के परस्पर लंबवत हों: • तर्जनी → चुंबकीय क्षेत्र (B) की दिशा • मध्यमा → विद्युत धारा (I) की दिशा (धनावेश की गति की दिशा / इलेक्ट्रॉन के विपरीत) • अंगूठा → चालक की गति या उस पर आरोपित बल (F) की दिशा।
2. Domestic Electric Supply & Three Wires (घरेलू विद्युत परिपथ एवं तीन तार)	In India, domestic AC power supply is at 220 V with a frequency of 50 Hz. Two separate ratings are used: 15 A (geysers, AC, heaters) and 5 A (bulbs, fans). 1. Live Wire (विद्युन्मय तार — Red insulation): Positive wire at high potential. 2. Neutral Wire (उदासीन तार — Black insulation): Negative wire (potential difference between Live and Neutral = 220 V). 3. Earth Wire (भूसंपर्क तार — Green insulation): Connected to a metal plate deep in the earth; connected to metallic bodies of appliances (iron, refrigerator, toaster) to prevent severe electric shock in case of current leakage.	भारत में घरेलू प्रत्यावर्ती धारा (AC) आपूर्ति 220 V तथा 50 Hz आवृत्ति की होती है। दो परिपथ होते हैं: 15 A (गीजर, कूलर) तथा 5 A (बल्ब, पंखे)। 1. विद्युन्मय तार (Live Wire — लाल आवरण): धनात्मक तार। 2. उदासीन तार (Neutral Wire — काला आवरण): ऋणात्मक तार (दोनों के बीच विभवांतर = 220 V)। 3. भूसंपर्क तार (Earth Wire — हरा आवरण): धातु के आवरण वाले साधित्रों को गंभीर विद्युत आघात से बचाने के लिए प्रयुक्त सुरक्षा उपाय।

Topic / विषय	Explanation & Safety Rules (English)	विवरण एवं सुरक्षा नियम (हिंदी)
3. Short-Circuiting, Overloading & Electric Fuse (लघुपथन, अतिभारण एवं विद्युत फ्यूज)	• Short-circuiting (लघुपथन): Occurs when the live wire and neutral wire come into direct contact (due to damaged insulation), causing resistance to drop to nearly zero and current to increase heavily and abruptly. • Overloading (अतिभारण): Occurs when too many high-power appliances are connected to a single socket or due to accidental hike in supply voltage. • Electric Fuse: Works on Joule's heating; melts and breaks the circuit during overloading or short-circuiting.	• लघुपथन (Short-circuit): जब विद्युन्मय तार तथा उदासीन तार सीधे संपर्क में आ जाते हैं तो परिपथ में विद्युत धारा अकस्मात बहुत अधिक बढ़ जाती है। • अतिभारण (Overloading): एक ही सॉकेट से बहुत से उच्च शक्ति के उपकरण जोड़ने या आपूर्ति वोल्टता बढ़ने से होता है। • विद्युत फ्यूज: जूल तापन पर कार्य करने वाली सबसे महत्वपूर्ण सुरक्षा युक्ति।

NCERT Intext Questions & Complete Solutions एनसीईआरटी पाठगत प्रश्न एवं संपूर्ण द्विभाषी हल

Intext Pages 196, 200 & 201–202

[Question - EN] 1. Why does a compass needle get deflected when brought near a bar magnet? 2. Draw magnetic field lines around a bar magnet. 3. List the properties of magnetic field lines. 4. Why don't two magnetic field lines intersect each other? 5. Consider a circular loop of wire lying in the plane of the table with clockwise current. Find direction of magnetic field inside and outside the loop. 6. Magnetic field in a region is uniform. How is it represented? 7. Magnetic field inside a long straight current-carrying solenoid is: (a) zero (b) decreases towards end (c) increases towards end (d) same at all points.

[प्रश्न - HI] पृष्ठ 196, 200 एवं 201–202 के पाठगत प्रश्न:

[Answer - EN] 1. A compass needle is itself a small bar magnet; the magnetic field of the bar magnet exerts a magnetic force on the poles of the compass needle, deflecting it.
2 & 3. Field lines emerge from N-pole and merge at S-pole outside, and go from S to N inside (closed curves); crowded near poles (strong field); never intersect.
4. If two field lines intersected, the compass needle placed at the point of intersection would point towards two directions simultaneously, which is impossible.
5. By Right-Hand Thumb Rule, for clockwise current in the table plane, the magnetic field is directed **into the table (downwards) inside the loop** and **out of the table (upwards) outside the loop**.
6. By equidistant, parallel straight lines.
7. **(d) is the same at all points.**

[उत्तर - HI] 1. दिक्-सूची की सुई स्वयं एक छोटा छड़ चुंबक है; छड़ चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र उस पर बल लगाता है।
2 व 3. क्षेत्र रेखाएँ बंद वक्र होती हैं (बाहर N से S, अंदर S से N), ध्रुवों पर सघन होती हैं और कभी प्रतिच्छेद नहीं करतीं।
4. यदि वे प्रतिच्छेद करें तो प्रतिच्छेदन बिंदु पर दिक्-सूची दो दिशाओं की ओर संकेत करेगी जो असंभव है।
5. दक्षिण-हस्त नियम से पाश के **भीतर मेज के तल के अंदर (नीचे की ओर)** तथा पाश के **बाहर ऊपर की ओर**।
6. परस्पर समांतर एवं समदूरस्थ सीधी रेखाओं द्वारा। 7. **(d) सभी बिंदुओं पर समान होता है।**

Intext Page 203–204 & Page 205

[Question - EN] 1. Which property of a proton can change while it moves freely in a magnetic field? (a) mass (b) speed (c) velocity (d) momentum.
2. How is displacement of rod AB affected if (i) current is increased, (ii) stronger magnet is used, (iii) length of rod is increased?
3. A positively-charged alpha-particle projected towards west is deflected towards north by a magnetic field. The direction of magnetic field is: (a) towards south (b) towards east (c) downward (d) upward.

4. Name two safety measures in electric circuits. 5. An electric oven of 2 kW is operated in a 220 V circuit having current rating 5 A. What result do you expect? 6. What precaution should be taken to avoid overloading?

[प्रश्न - HI] पृष्ठ 203–204 एवं 205 के पाठगत प्रश्न:

- [Answer - EN] 1. Both **(c) velocity** and **(d) momentum** change (because direction of motion changes; mass and speed remain constant).
 2. Displacement of the rod **increases in all three cases** because magnetic force $F \propto I$, $F \propto B$, and $F \propto L$.
 3. **(d) upward**. (By Fleming's Left-Hand Rule: Current = West, Force/Deflection = North $\Rightarrow$ Forefinger/Magnetic Field points **Upward**).
 4. (i) **Electric Fuse**, and (ii) **Earthing (Earth wire)**.
 5. Current drawn by oven $I = P / V = 2000 \text{ W} / 220 \text{ V} = \mathbf{9.09 \text{ A}}$. Since 9.09 A exceeds the 5 A rating of the circuit, the circuit will experience **overloading and the 5 A fuse will melt (blow off)**, breaking the circuit.
 6. Avoid connecting too many appliances to a single socket, do not use high-power appliances simultaneously on a 5 A line, and use proper fuse ratings.

- [उत्तर - HI] 1. **(c) वेग (velocity)** तथा **(d) संवेग (momentum)** दोनों परिवर्तित होंगे।
 2. तीनों स्थितियों में छड़ का **विस्थापन बढ़ जाएगा** क्योंकि बल $F \propto I$, B , L ।
 3. **(d) उपरिमुखी (upward)** — फ्लेमिंग के वामहस्त नियम से।
 4. (i) विद्युत फ्यूज, तथा (ii) भूसंपर्क तार (Earthing)।
 5. ओवन द्वारा ली गई धारा $I = P/V = 2000/220 = \mathbf{9.09 \text{ A}}$ । यह 5 A अनुमतांक से अधिक है, अतः **अतिभारण के कारण फ्यूज पिघल कर टूट जाएगा**।
 6. एक ही सॉकेट से बहुत से उपकरण न जोड़ें तथा उचित फ्यूज का प्रयोग करें।

NCERT Textbook Exercises — Complete Step-by-Step Solutions

पाठ्यपुस्तक अभ्यास के सभी प्रश्नों के संपूर्ण द्विभाषी हल

Q1

[Question - EN] Which of the following correctly describes the magnetic field near a long straight wire? (a) straight lines perpendicular to wire (b) straight lines parallel to wire (c) radial lines originating from wire (d) concentric circles centred on the wire.

[प्रश्न - HI] निम्नलिखित में से कौन किसी लंबे सीधे धारावाही तार के निकट चुंबकीय क्षेत्र का सही वर्णन करता है?

[Answer - EN] Answer: (d) The field consists of concentric circles centred on the wire.

[उत्तर - HI] उत्तर: (d) चुंबकीय क्षेत्र की संकेंद्री क्षेत्र रेखाओं का केंद्र तार होता है।

Q2

[Question - EN] At the time of short circuit, the current in the circuit: (a) reduces substantially (b) does not change (c) increases heavily (d) vary continuously.

[प्रश्न - HI] लघुपथन के समय परिपथ में विद्युत धारा का मान: (a) बहुत कम हो जाता है (b) परिवर्तित नहीं होता (c) बहुत अधिक बढ़ जाता है (d) निरंतर परिवर्तित होता है।

[Answer - EN] Answer: (c) increases heavily.

[उत्तर - HI] उत्तर: (c) बहुत अधिक बढ़ जाता है।

Q3

[Question - EN] State whether the following statements are true or false:

- (a) The field at the centre of a long circular coil carrying current will be parallel straight lines.
 (b) A wire with a green insulation is usually the live wire of an electric supply.

[प्रश्न - HI] निम्नलिखित प्रकथनों में कौन सत्य है तथा कौन असत्य?

- (a) किसी लंबी वृत्ताकार धारावाही कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र समांतर सीधी क्षेत्र रेखाएँ होता है।

(b) हरे विद्युत्तरोधन वाला तार प्रायः विद्युन्मय तार होता है।

[Answer - EN] (a) True (सत्य).

(b) False (असत्य) — Green insulation wire is the **Earth wire**; the Live wire has Red insulation.

[उत्तर - HI] (a) सत्य।

(b) असत्य — हरे आवरण वाला तार भूसंपर्क तार (Earth wire) होता है, विद्युन्मय तार लाल रंग का होता है।

Q4 & Q5

[Question - EN] Q4. List two methods of producing magnetic fields.

Q5. When is the force experienced by a current-carrying conductor placed in a magnetic field largest?

[प्रश्न - HI] प्रश्न 4: चुंबकीय क्षेत्र को उत्पन्न करने के दो तरीकों की सूची बनाइए।

प्रश्न 5: चुंबकीय क्षेत्र में रखे किसी धारावाही चालक पर लगने वाला बल कब अधिकतम होता है?

[Answer - EN] Ans 4: (i) By using a permanent magnet (bar magnet or horse-shoe magnet). (ii) By passing an electric current through a metallic conductor, circular coil, or solenoid.

Ans 5: The force is largest (maximum) when the direction of electric current is **perpendicular (at 90°)** to the direction of the magnetic field.

[उत्तर - HI] उत्तर 4: (i) किसी स्थायी चुंबक (छड़ चुंबक) के प्रयोग द्वारा, (ii) किसी चालक तार, कुंडली या परिनालिका में विद्युत धारा प्रवाहित करके।

उत्तर 5: जब विद्युत धारा की दिशा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के **परस्पर लंबवत (90° पर)** होती है।

Q6

[Question - EN] Imagine that you are sitting in a chamber with your back to one wall. An electron beam, moving horizontally from back wall towards the front wall, is deflected by a strong magnetic field to your right side. What is the direction of magnetic field?

[प्रश्न - HI] मान लीजिए आप किसी चैंबर में अपनी पीठ को किसी एक दीवार से लगाकर बैठे हैं। कोई इलेक्ट्रॉन पुंज आपके पीछे की दीवार से सामने वाली दीवार की ओर क्षैतिजतः गमन करते हुए किसी प्रबल चुंबकीय क्षेत्र द्वारा आपके दाईं ओर विक्षेपित हो जाता है। चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या है?

[Answer - EN] Electron beam moves from back wall to front wall, so conventional **Current (I) is from **front wall to back wall**. Deflection/**Force (Thumb)** is towards the **right side**. Applying Fleming's Left-Hand Rule, the forefinger points **vertically downwards (ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर)**.**

[उत्तर - HI] इलेक्ट्रॉन पुंज पीछे से सामने की ओर जा रहा है, अतः विद्युत धारा (I) **सामने की दीवार से पीछे की दीवार की ओर है। बल (अंगूठा) **दाईं ओर** है। फ्लेमिंग के वामहस्त नियम से चुंबकीय क्षेत्र की दिशा **ऊर्ध्वाधरतः नीचे की ओर (vertically downwards)** है।**

Q7

[Question - EN] State the rule to determine the direction of a (i) magnetic field produced around a straight conductor-carrying current, (ii) force experienced by a current-carrying straight conductor placed in a magnetic field which is perpendicular to it.

[प्रश्न - HI] निम्नलिखित की दिशा को निर्धारित करने वाला नियम लिखिए: (i) किसी विद्युत धारावाही सीधे चालक के चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र, (ii) किसी चुंबकीय क्षेत्र में क्षेत्र के लंबवत स्थित विद्युत धारावाही सीधे चालक पर आरोपित बल।

[Answer - EN] (i) Maxwell's Right-Hand Thumb Rule: Hold the straight conductor in your right hand with thumb pointing in the direction of current; wrapped fingers show the direction of magnetic field lines.

(ii) Fleming's Left-Hand Rule: Stretch thumb, forefinger, and middle finger of left hand mutually perpendicular; if forefinger points along Magnetic Field and middle finger along Current, then Thumb gives the direction of Force.

[उत्तर - HI] (i) मैक्सवेल का दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम: दाहिने हाथ का अंगूठा धारा की दिशा में हो तो लिपटी हुई अँगुलियाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बताती हैं।

(ii) फ्लेमिंग का वामहस्त नियम: बाएँ हाथ की तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र व मध्यमा धारा की दिशा में हो तो अंगूठा बल की दिशा बताता है।

Q8 & Q9

[Question - EN] Q8. When does an electric short circuit occur?

Q9. What is the function of an earth wire? Why is it necessary to earth metallic appliances?

[प्रश्न - HI] प्रश्न 8: किसी विद्युत परिपथ में लघुपथन कब होता है?

प्रश्न 9: भूसंपर्क तार का क्या कार्य है? धातु के आवरण वाले विद्युत साधित्रों को भूसंपर्कित करना क्यों आवश्यक है?

[Answer - EN] Ans 8: A short circuit occurs when the insulation of wires gets damaged or there is a fault in an appliance, causing the **live wire and the neutral wire to come into direct contact**. Resistance drops to almost zero and current increases heavily.

Ans 9: The earth wire (green insulation) provides a **low-resistance conducting path** for any leaked current from the metallic body of an appliance directly to the earth. It keeps the potential of the metallic body equal to that of the earth (zero) and protects the user from getting a severe electric shock.

[उत्तर - HI] उत्तर 8: जब तारों का विद्युतरोधी आवरण क्षतिग्रस्त हो जाने से **विद्युन्मय तार तथा उदासीन तार सीधे संपर्क में** आ जाते हैं, तब परिपथ का प्रतिरोध शून्य हो जाता है और धारा अत्यधिक बढ़ जाती है (लघुपथन)।

उत्तर 9: भूसंपर्क तार (हरा आवरण) धातु के आवरण में होने वाले किसी भी विद्युत धारा के क्षरण (leakage) के लिए **अल्प प्रतिरोध का चालन पथ** प्रस्तुत करता है, जिससे साधित्र का विभव भूमि के विभव के बराबर बना रहता है और उपयोगकर्ता को तीव्र विद्युत आघात नहीं लगता।