

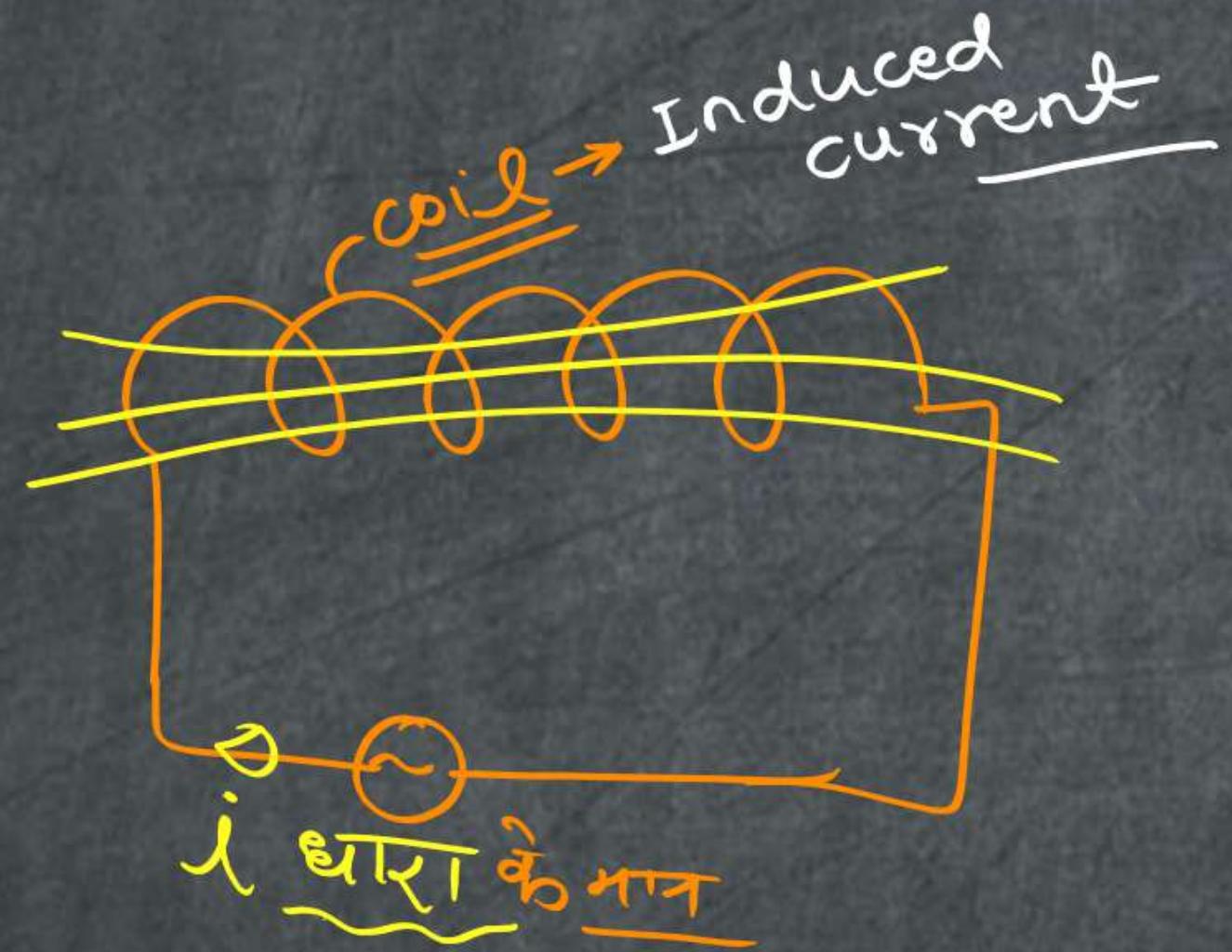
Chapter-05 Electromagnetism

- 5.1 Types of magnetic materials. Dia, para and ferromagnetic materials with their properties.
- 5.2 Magnetic field and its units, magnetic intensity, magnetic lines of force, magnetic flux and its units, magnetization.
- 5.3 Concept of electromagnetic induction, Faraday's Laws, Lorentz force (Force on moving charge in magnetic field). Force on current carrying conductor.
- 5.4 Moving coil galvanometer – Principle of construction and working.
- 5.5 Conversion of galvanometer into ammeter and voltmeter.

विद्युतचुंबकीय प्रेरण के प्रकार (Types of Electromagnetic Induction)

- 1 स्व-प्रेरण (Self Induction) ✓
- 2 अन्योन्य प्रेरण (Mutual Induction) ✓

Self Induction (स्वप्रेरण) →

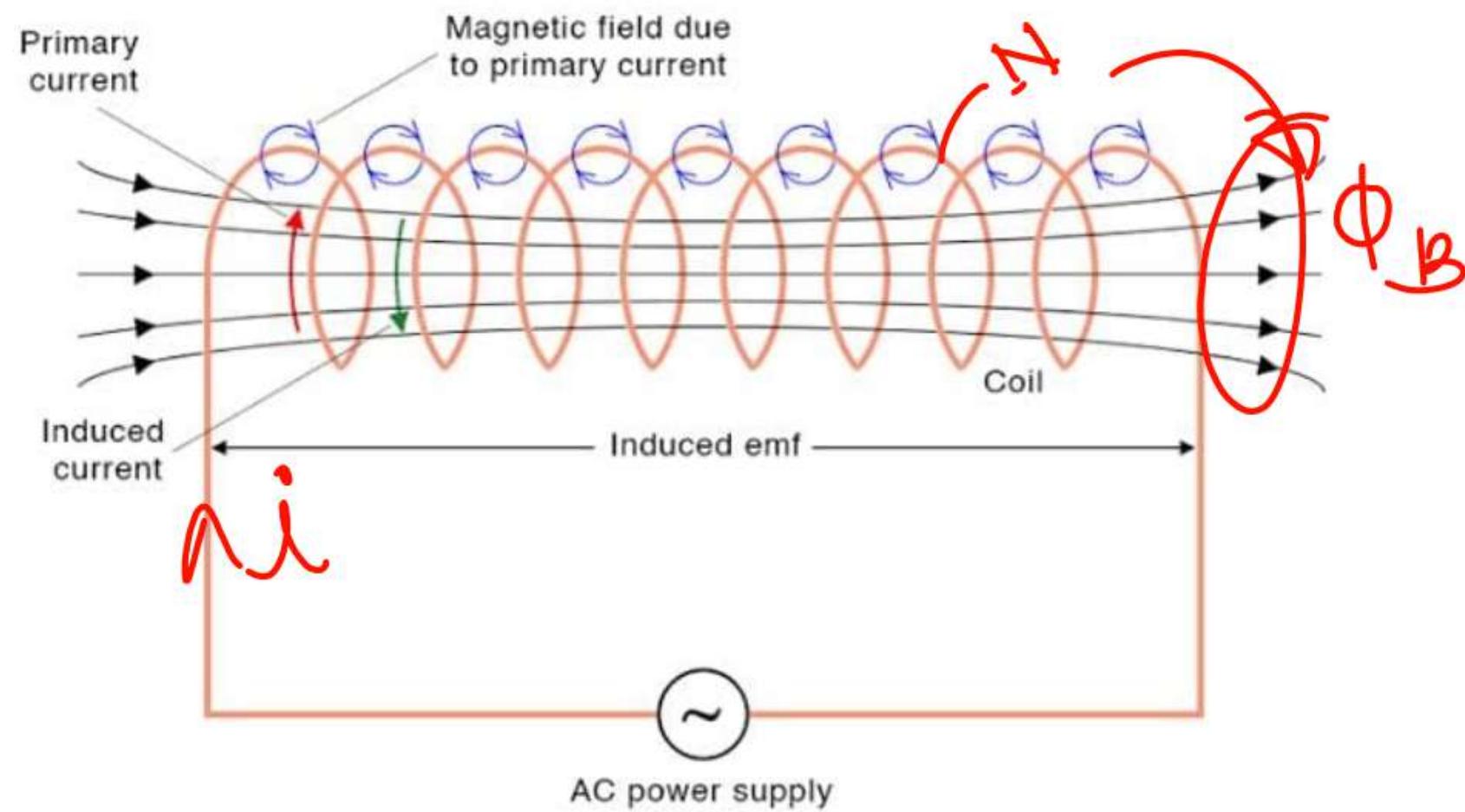


1 स्व-प्रेरण (Self Induction)

- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की इस घटना को जिसमें किसी कुण्डली में प्रवाहित धारा को परिवर्तित करने से स्वयं उसी कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है, स्वप्रेरण कहते हैं।
- This phenomenon of electromagnetic induction, in which by changing the current flowing in a coil, an induced current is generated in the same coil itself, is called self-induction.

$$N\phi_B \rightarrow \text{constant}$$

$$\underline{N\phi_B \propto i}$$



- माना कुण्डली में वैद्युत-धारा प्रवाहित हो रही है तथा धारा के कारण, कुण्डली के प्रत्येक फेरे से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स Φ_B है। यदि कुण्डली में तार के N फेरे हैं तो कुण्डली में फ्लक्स-ग्रन्थिताओं की संख्या $N\Phi_B$ होगी। यह संख्या कुण्डली में प्रवाहित धारा i के अनुक्रमानुपाती होती है
- Assume that electric current is flowing in the coil and due to the current, the magnetic flux bound to each turn of the coil is Φ_B
- If there are N turns of wire in the coil, then the number of flux nodes in the coil will be $N\Phi_B$. This number is proportional to the current i flowing in the coil.

$$N\phi_B \propto i$$

$$N\phi_B = Li$$

$$L = \frac{N\phi_B}{i}$$

$L = \text{constant}$

= coefficient of self Induction (स्वप्रेरण गुणांक)

मात्रक $\rightarrow L = \frac{N\phi_B}{i}$

$$\left\{ \begin{array}{l} e = \frac{N\phi_B}{t} \\ N\phi_B = e \times t \end{array} \right.$$
$$L = \frac{e \times t}{i}$$

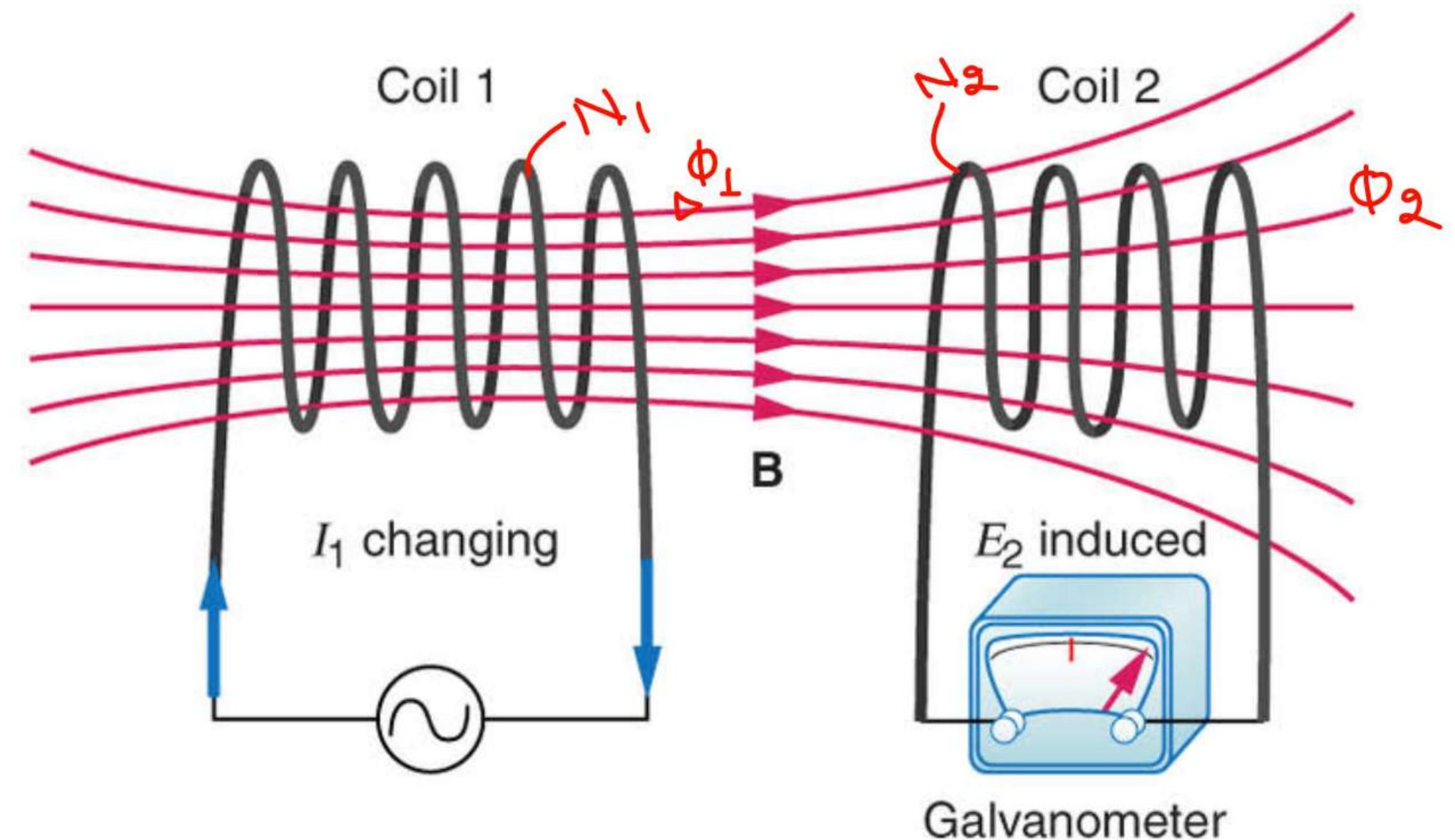
$$L = \frac{\text{Volt} \times \text{second}}{\text{Ampere}}$$

स्वप्रेरण युग्मांक L का विर्तीय सूत्र \rightarrow

$$L = \frac{\text{वोल्ट} (\text{volt}) \times \text{सेकंड} (\text{second})}{\text{ऐम्पियर} (\text{Ampere})}$$

2 अन्योन्य प्रेरण (Mutual Induction)

- यदि हम दो कुण्डलियों को पास-पास रखें और उनमें से एक कुण्डली में धारा प्रवाहित करें या इस धारा के मान में परिवर्तन करें तो दूसरी कुण्डली में एक प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है।
विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की इस घटना को अन्योन्य प्रेरण कहते हैं।



- माना दो कुण्डली पास-पास रखी हैं। द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या (N_2) है तथा प्रत्येक फेरे से बन्द चुम्बकीय फ्लक्स (Φ_2) है।
- Let's assume two coils are placed side by side. The number of turns in the secondary coil is (N) and the magnetic flux emitted by each turn is (Φ).
- अतः द्वितीयक कुण्डली से बन्द कुल चुम्बकीय फ्लक्स ($N_2 \Phi_2$) होगा।
- Therefore, the total magnetic flux closed through the secondary coil will be ($N \Phi$).

$$N_2 \Phi_2 \propto i$$

$$N_2 \Phi_2 = M i$$

$$M = \frac{N_2 \Phi_2}{i}$$

M = coefficient of mutual Induction
(अन्योन्य प्रेरण युक्ति)

मात्रक → $\frac{\text{Volt} \times \text{second}}{\text{Amper}}$

$$= [ML^2 T^{-2} A^{-2}]$$

Magnetic Materials (चुंबकीय पदार्थ)

- वे पदार्थ जो चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field) के प्रति किसी न किसी प्रकार की प्रतिक्रिया दिखाते हैं, उन्हें चुंबकीय पदार्थ (Magnetic Materials) कहा जाता है।
- Those substances which show some kind of response to the magnetic field are called magnetic materials.

- ✓ Iron (लोहा) ✓
- ✓ Nickel (निकेल) ✓
- ✓ Cobalt (कोबाल्ट) ✓
- ✓ Steel (स्टील) ✓
- ✓ Ferrites (फेराइट्स) ✓



Types of Magnetic Materials (चुंबकीय पदार्थों के प्रकार)

- चुंबकीय पदार्थों को उनके बाहरी चुंबकीय क्षेत्र के प्रति प्रतिक्रिया के आधार पर तीन प्रमुख वर्गों में विभाजित किया जाता है:
 - **Magnetic materials are classified based on their response to an external magnetic field. They are mainly divided into three types:**
- 1 Diamagnetic Materials (प्रतिचुंबकीय पदार्थ) ✓
 - 2 Paramagnetic Materials (अनुचुंबकीय पदार्थ) ✓
 - 3 Ferromagnetic Materials (लौहचुंबकीय पदार्थ) ✓

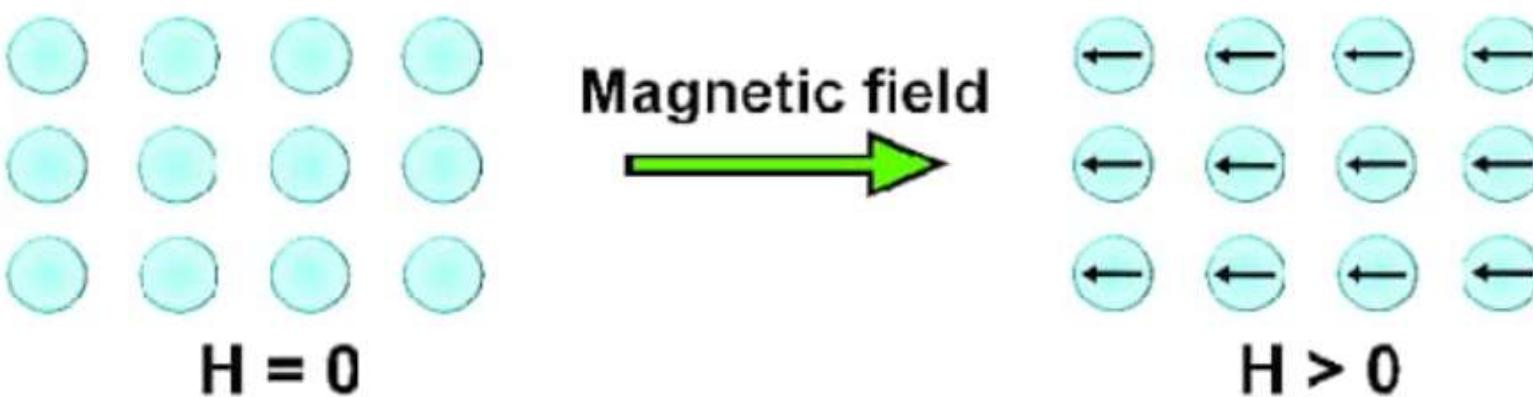
(1) Diamagnetic material (प्रतिबुद्धवकीय पदार्थ) →

↳ चुम्बकीय क्षेत्र → हल्का प्रतिरोध
Repulsion

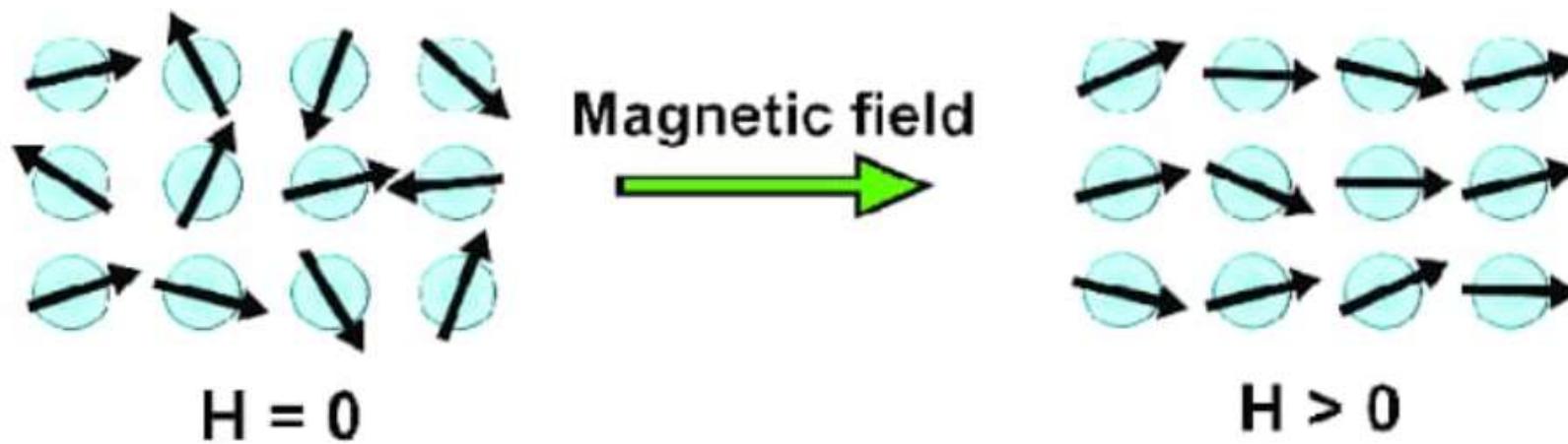
1 Diamagnetic Materials (प्रतिचुंबकीय पदार्थ)

- वे पदार्थ जिनमें कोई स्थायी चुंबकीय आघूर्ण (Permanent Magnetic Moment) नहीं होता और जब इन्हें बाहरी चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो वे उस क्षेत्र के विपरीत दिशा में हल्का विक्षेपित होते हैं, उन्हें प्रतिचुंबकीय पदार्थ कहते हैं।
- Materials that do not have any permanent magnetic moment and create a weak magnetic field in the opposite direction when placed in an external magnetic field are called diamagnetic materials.

Diamagnetic material



Paramagnetic material



⚙️ विशेषताएँ (Properties)

- ✓ No permanent magnetism.

इनमें कोई स्थायी चुंबकत्व नहीं होता।

- ✓ Weakly repelled by a magnetic field.

चुंबकीय क्षेत्र से हल्के रूप से प्रतिकर्षित (Repelled) होते हैं।

- ✓ Negative magnetic susceptibility. $\chi = -\frac{M}{H}$

चुंबकीय संवेदनशीलता (Magnetic Susceptibility)ऋणात्मक (Negative) होती है।

- ✓ Loses magnetism immediately after removing the external field.

चुंबकीय क्षेत्र हटाने पर तुरंत अपनी चुंबकीय प्रकृति खो देते हैं।

चुंबकीय संवेदनशीलता (Magnetic Susceptibility) $\rightarrow \chi$

"चुंबकीय संवेदीता (χ) किसी पदार्थ की बाहरी चुंबकीय क्षेत्र (H) के प्रति प्रतिक्रिया करने और उसमें चुंबकत्व (M) उत्पन्न करने की क्षमता को दर्शाती है।"

"Magnetic susceptibility (χ) represents the ability of a material to respond to an external magnetic field (H) and produce magnetism (M) in it."

यह पदार्थ की चुंबकीय विशेषताओं का माप है।

It is a measure of the magnetic properties of a material

इसे ग्रीक अक्षर "chi" (χ) द्वारा दर्शाया जाता है।

It is represented by the Greek letter "chi" (χ).

◆ Examples | उदाहरण

- Copper (तांबा) ✓
- Gold (सोना) ✓
- Silver (चांदी) ✓
- Water (पानी) ✓
- Diamond (हीरा) ✓

● उपयोग (Applications)

- ◆ सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट (Superconducting Magnets) में चुंबकीय उत्तोलन
- ◆ MRI स्कैनर में स्टीक इमेजिंग।
- ◆ चुंबकीय शील्डिंग (Magnetic Shielding) के लिए।

(II) Paramagnetic material (अनुचुम्बकीय पदार्थ)

↓
पुरुषकीय क्षेत्र

↓
weakly attraction

2 Paramagnetic Materials (अनुचुंबकीय पदार्थ)

► ऐसे पदार्थ जो बाहरी चुंबकीय क्षेत्र में हल्के आकर्षित (Weakly Attracted) होते हैं।

Substances which are weakly attracted to an external magnetic field.

► इनका चुंबकीय गुण केवल चुंबकीय क्षेत्र मौजूद रहने तक ही रहता है।

Their magnetic properties last only as long as the magnetic field is present.

❖ विशेषताएँ (Properties)

- ◆ चुंबकीय क्षेत्र लगाने पर हल्का आकर्षण (Weak Attraction) होता है।

There is weak attraction when a magnetic field is applied.

- ◆ चुंबकीय संवेदनशीलता (χ) धनात्मक लेकिन बहुत कम (+ve, Small) होती है। $\chi = +100$ कम

Magnetic susceptibility (χ) is positive but very low (+ve, small).

- ◆ बाहरी चुंबकीय क्षेत्र हटाने पर इनका चुंबकीय प्रभाव समाप्त हो जाता है।

Their magnetic effect ends when the external magnetic field is removed.

- ◆ इनमें कुछ अयुग्मित (Unpaired) इलेक्ट्रॉन होते हैं।

These contain some unpaired electrons.

उदाहरण (Examples)

- ◆ Aluminum (ऐलुमिनियम) ✓
- ◆ Platinum (प्लैटिनम) ✓
- ◆ Chromium (क्रोमियम) ✓
- ◆ Manganese (मैंगनीज़) ✓
- ◆ Liquid Oxygen (तरल ऑक्सीजन) ✓

उपयोग (Applications)

- ◆ वैज्ञानिक अनुसंधान और प्रयोगशालाओं में।
- ◆ मैग्नेटो-ऑप्टिकल उपकरणों (Magneto-Optical Devices) में।
- ◆ तापमान-निर्भर चुंबकीय उपकरणों में।
- ◆ In scientific research and laboratories.
- ◆ In magneto-optical devices.
- ◆ In temperature-dependent magnetic devices.

3 Ferromagnetic Materials (लौहचुंबकीय पदार्थ)

- ऐसे पदार्थ जो चुंबकीय क्षेत्र में बहुत अधिक आकर्षित (Strongly Attracted) होते हैं।

Substances which are strongly attracted to the magnetic field.

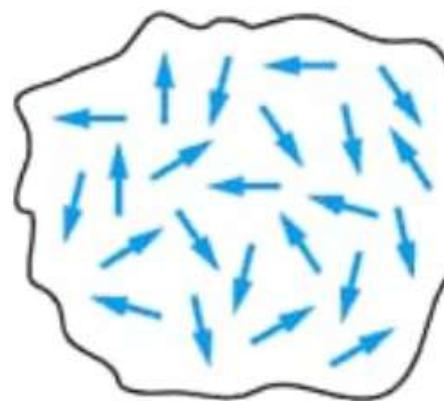
- ये बाहरी चुंबकीय क्षेत्र के बिना भी चुंबकीय रह सकते हैं।

They can remain magnetic even without an external magnetic field.

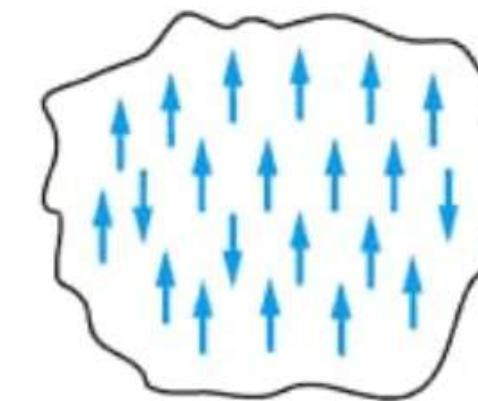
- इनके चुंबकीय डोमेन (Magnetic Domains) स्वतः एक दिशा में संरेखित (Aligned) हो जाते हैं।

Their magnetic domains automatically get aligned in one direction.

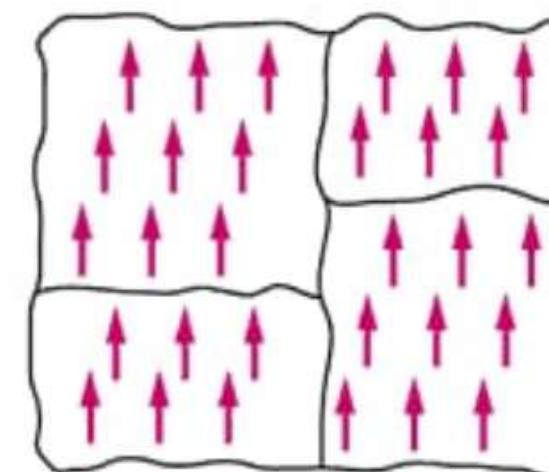
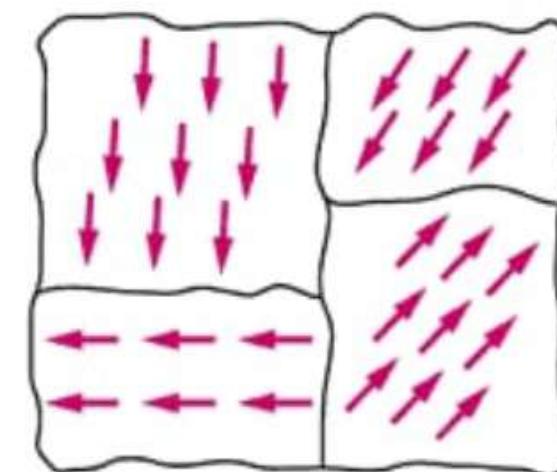
Magnetic field absent



In presence of magnetic field



Paramagnetism



Ferromagnetism

● विशेषताएँ (Properties)

- ◆ बाहरी चुंबकीय क्षेत्र लगाने पर अत्यधिक आकर्षित (Strongly Attracted) होते हैं।
- ◆ चुंबकीय संवेदनशीलता (χ) अत्यधिक धनात्मक (Highly +ve, Large) होती है।
- ◆ चुंबकीय क्षेत्र हटाने के बाद भी इनमें चुंबकीय गुण बने रहते हैं
- ◆ They are strongly attracted when an external magnetic field is applied.
- ◆ Magnetic sensitivity (χ) is highly positive (highly +ve, large).
- ◆ They retain their magnetic properties even after the magnetic field is removed

उदाहरण (Examples)

- ◆ Iron (लोहा) ✓
- ◆ Nickel (निकेल) ✓
- ◆ Cobalt (कोबाल्ट) ✓
- ◆ Steel (स्टील) ✓
- ◆ Ferrites (फेराइट्स) ✓

उपयोग (Applications)

- ◆ ट्रांसफार्मर, मोटर और जनरेटर में।
- ◆ हार्ड डिस्क और टेप रिकॉर्डर में डेटा स्टोरेज के लिए।
- ◆ स्थायी चुंबक (Permanent Magnets) बनाने में।
- ◆ In **transformers, motors and generators.**
- ◆ For data storage in **hard disks and tape recorders.**
- ◆ In making **permanent magnets.**

Quick Recall

- **Diamagnetic Materials** (प्रतिचुंबकीय पदार्थ) - हल्का प्रतिकर्षण (Weak Repulsion)
- **Paramagnetic Materials** (अनुचुंबकीय पदार्थ) - हल्का आकर्षण (Weak Attraction)
- **Ferromagnetic Materials** (लौहचुंबकीय पदार्थ) - मजबूत चुंबकीय गुण (Strong Magnetic Properties)

2 and 2.5 marks

Chapter-05 Electromagnetism

1. चुम्बकीय क्षेत्र B की परिभाषा लिखिये। ✓
2. चुम्बकीय फ्लक्स से क्या तात्पर्य है? इसका सूत्र एवं मात्रक बताइये।
3. लॉरेंज बल से क्या तात्पर्य है? इसका सूत्र भी लिखिये।
4. विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण से क्या तात्पर्य है? प्रेरित विद्युत वाहक बल को समझाइए।
5. फैराडे के विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण सम्बन्धी नियमों को बताइए।
6. धारावाही चालक पर बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र के प्रभाव के कारण लगने वाले बल की दिशा किस नियम से ज्ञात की जान है? इस नियम को समझाइये।

2 and 2.5 marks

Chapter-05 Electromagnetism

1. Write the definition of magnetic field B .
2. What is meant by magnetic flux? Give its formula and unit.
3. What is meant by Lorentz force? Write its formula also.
4. What is meant by electromagnetic induction? Explain the induced electromotive force.
5. Tell Faraday's laws related to electromagnetic induction.
6. Which law tells us the direction of the force exerted on a current carrying conductor due to the effect of an external magnetic field? Explain this law.

5 marks Question

1. बायो सेवर्ट नियम का कथन लिखिये। चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने का नियम भी लिखिये। किसी निश्चित लम्बाई के सीधे धारावाही चालक से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र का व्यंजक प्राप्त कीजिए।
 2. प्रतिचुम्बकीय, अनुचुम्बकीय तथा लौह-चुम्बकीय पदार्थों के गुणों की विवेचना कीजिये। फैराइट्स क्या हैं?
1. Write the statement of Bio-Savart law. Also write the rule for finding the direction of magnetic field. Obtain the expression of the magnetic field produced by a straight current carrying conductor of a certain length.
2. Discuss the properties of diamagnetic, paramagnetic and ferromagnetic substances. What are ferrites?