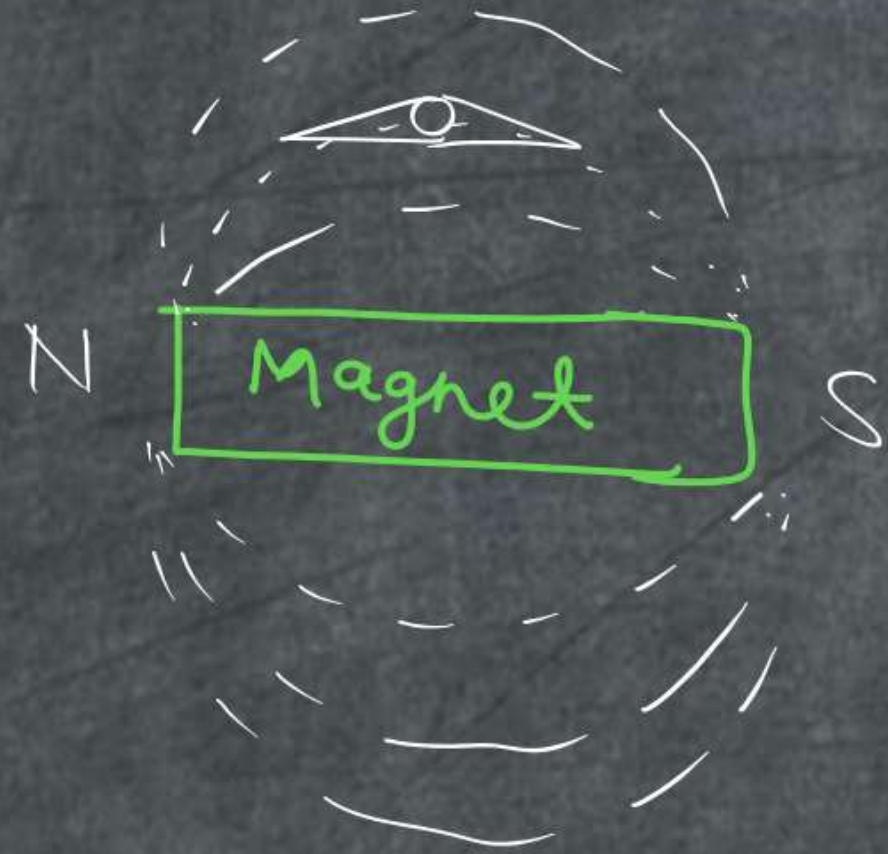


Chapter-05 Electromagnetism

- 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.

Magnetic field (चुम्बकीय क्षेत्र) →

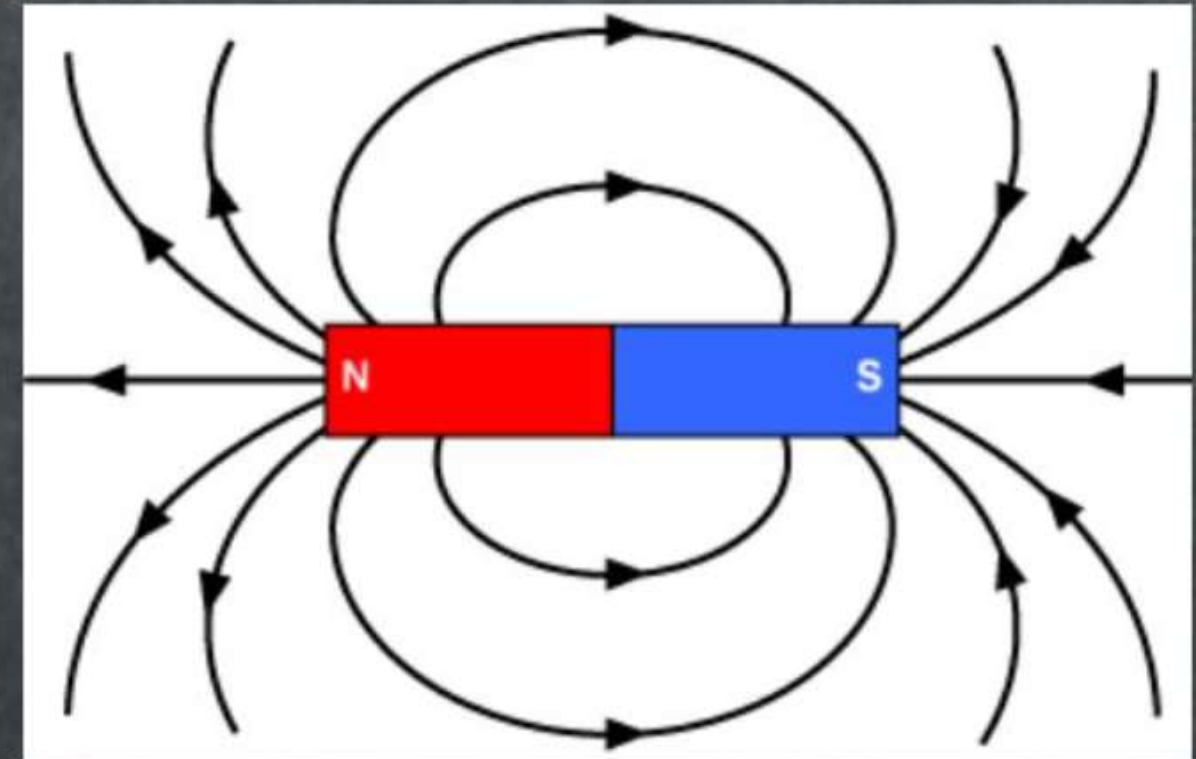


Magnetic Field (चुंबकीय क्षेत्र)

किसी चुम्बक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें किसी चुम्बकीय सुई पर एक बल-आघूर्ण आरोपित होता है जिसके कारण वह घूमकर एक निश्चित दिशा में ठहरती है, 'चुम्बकीय क्षेत्र' कहलाता है।

The area around a magnet in which a torque is applied on a magnetic needle due to which it rotates and stops in a certain direction is called a 'magnetic field'.

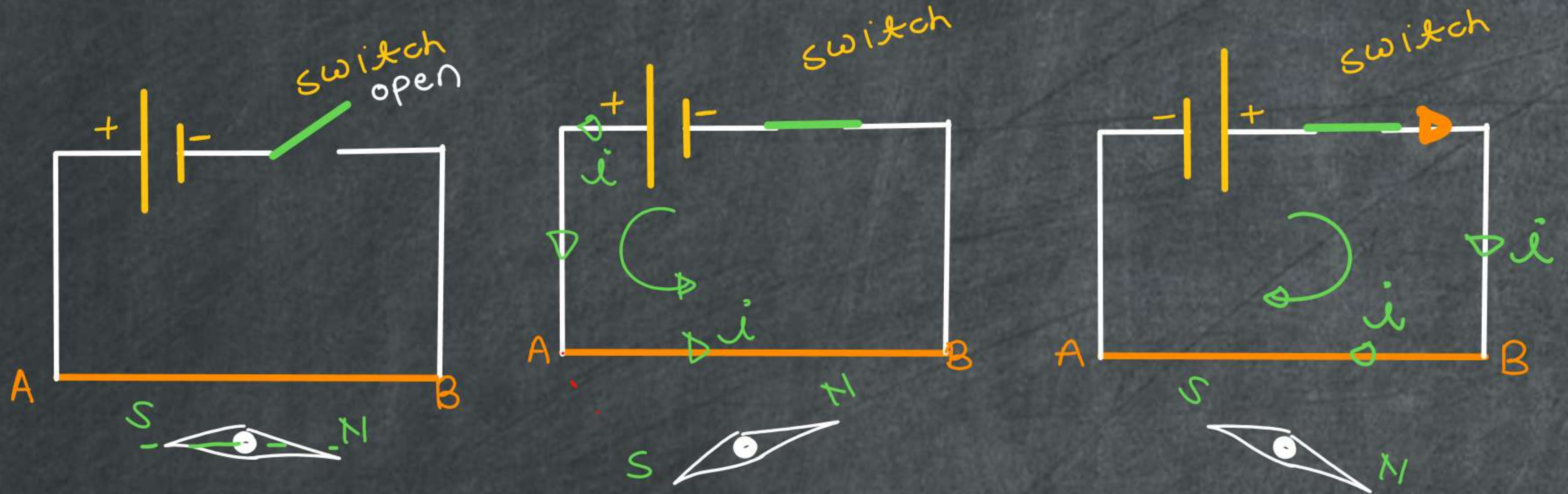
अ.



ओस्टेंड का प्रयोग (Oersted's Experiment)

जिस प्रकार एक चुम्बक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित हो जाता है, ठीक इसी प्रकार एक चालक के चारों ओर जिसमें वैद्युत धारा बह रही हो, चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित हो जाता है

Just as a magnetic field is established around a magnet, similarly a magnetic field is established around a conductor through which electric current is flowing.



moving charge or Electric current \rightarrow अपने-पारो तरफ
Magnetic field

- ओस्टेंड के प्रयोग में एक चालक-तार AB को दाब-कुंजी के द्वारा बैटरी के ध्रुवों से जोड़ा गया है तथा इस तार को एक चुम्बकीय सुई के ऊपर, सुई के समान्तर (उत्तर-दक्षिण दिशा में) रखा गया है।
- In Ostend's experiment, a conductor wire AB is connected to the poles of the battery through a pressure key and this wire is placed over a magnetic needle, parallel to the needle (in the north-south direction).
- जब तक तार में वैद्युत धारा नहीं बहती, सुई तार के समान्तर बनी रहती है जैसे ही कुंजी को दबा कर तार में वैद्युत धारा प्रवाहित करते हैं; चुम्बकीय सुई विक्षेपित हो जाती है
- As long as there is no electric current flowing in the wire, the needle remains parallel to the wire. As soon as the key is pressed and electric current is passed through the wire; the magnetic needle gets deflected.
- यदि परिपथ में धारा की दिशा उलट दी जाये, तो सुई विपरीत दिशा में विक्षेपित हो जाती है
- If the direction of current in the circuit is reversed, the needle deflects in the opposite direction

- सुई के विक्षेपित होने से पता चलता है कि तार में वैद्युत धारा बहने से इसके चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित हो जाता है।
- The deflection of the needle shows that due to the flow of electric current in the wire, a magnetic field is established around it.
- तार में धारा बढ़ाने अथवा सुई को तार के निकट लाने से विक्षेप बढ़ जाता है। इस प्रयोग से स्पष्ट है कि वैद्युत धारा से चुम्बकीय क्षेत्र की उत्पत्ति होती है।
- The deflection of the needle shows that due to the flow of electric current in the wire, a magnetic field is established around it.
- चूंकि वैद्युत धारा गतिमान आवेश होते हैं, अतः हम कह सकते हैं कि वैद्युत धारा अथवा 'गतिमान' आवेश अपने चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करते हैं।
- Since electric currents are moving charges, we can say that electric currents or 'moving' charges produce magnetic fields around them.

धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र बायो-सेवर्ट नियम (Magnetic Field due to a Current-Carrying Conductor: Biot-Savart Law) *Jhama Jham*

- जब किसी चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है, तो उसके चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है *smarks Imp*
- When current is passed through a conductor wire, a magnetic field is generated around it
- फ्रांस के वैज्ञानिक बायो तथा सेवर्ट ने सन् 1820 ई० में विभिन्न धारावाही चालकों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्रों का अध्ययन करने के लिये अनेक प्रयोग किये।
- French scientists Bio and Severt conducted several experiments in 1820 AD to study the magnetic fields produced by various current carrying conductors.

- इन प्रयोगों के आधार पर उन्होंने यह बताया कि किसी धारावाही चालक के लघु अवयव (small element) Δl के द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र में किसी बिन्दु P पर क्षेत्र का मान dB निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है

* Magnetic field dB from small element Δl depend upon following—

(i) यह चालक में प्रवाहित वैद्युत धारा i के अनुक्रमानुपाती होता है:

It is directly proportional to the electric current i flowing in the conductor:

$$dB \propto i \text{ --- (1)}$$

(ii) यह चालक के उस अवयव की लम्बाई dl के अनुक्रमानुपाती होता है:

It is directly proportional to the length dl of that element of the conductor:

$$dB \propto dl \text{---(ii)}$$

(iii) यह अवयव की लम्बाई तथा अवयव को बिन्दु P से मिलाने वाली रेखा के बीच बनने वाले कोण θ को ज्या (sine) के अनुक्रमानुपाती होता है

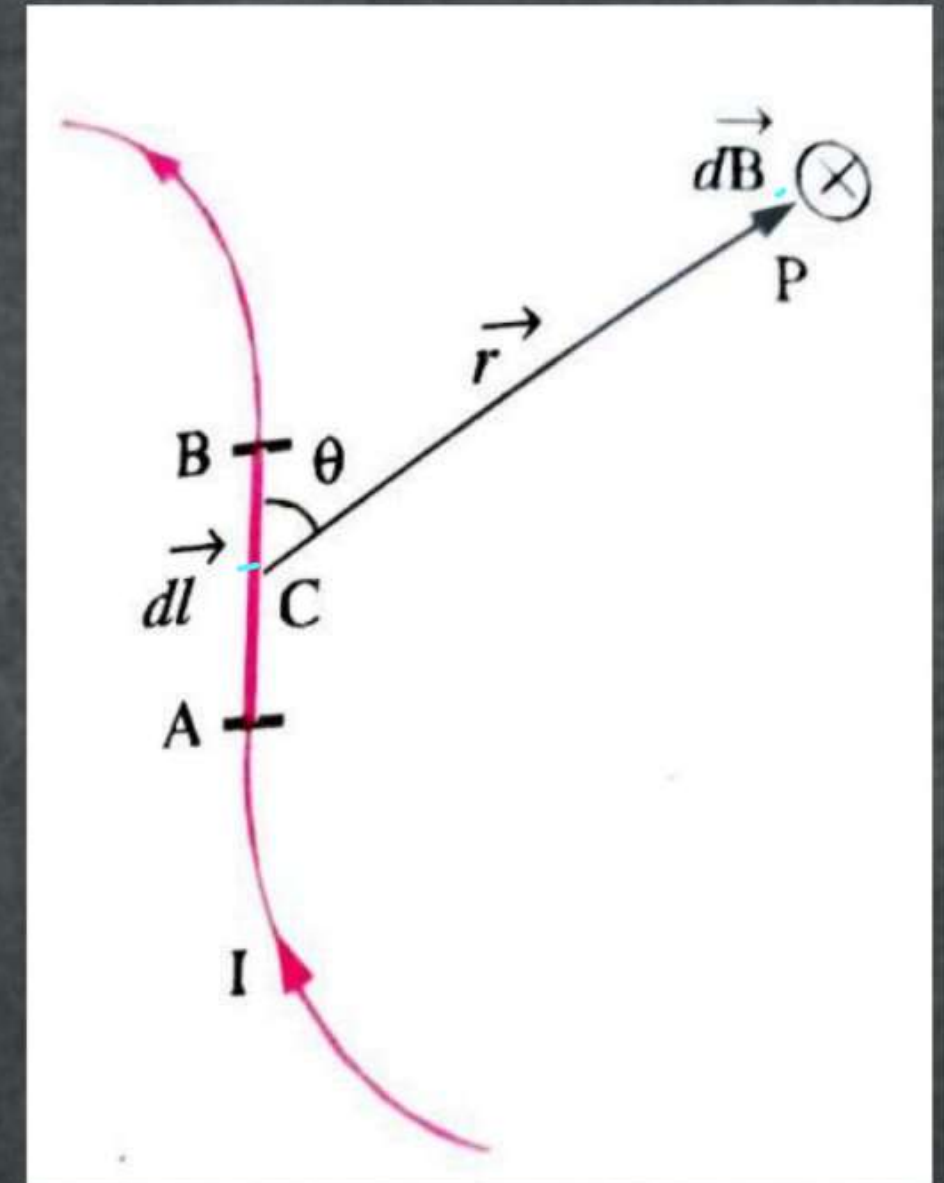
It is directly proportional to the sine of the angle θ formed between the length of the element and the line joining the element to point P.

$$dB \propto \sin \theta \text{---(iii)}$$

(iv) यह बिन्दु P की अवयव से दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है

It is inversely proportional to the square of the distance of the point P from the element

$$dB \propto \frac{1}{r^2} \text{ --- (iv)}$$



$$dB \propto i - \textcircled{I}$$

$$dB \propto dl - \textcircled{II}$$

$$dB \propto \sin \theta - \textcircled{III}$$

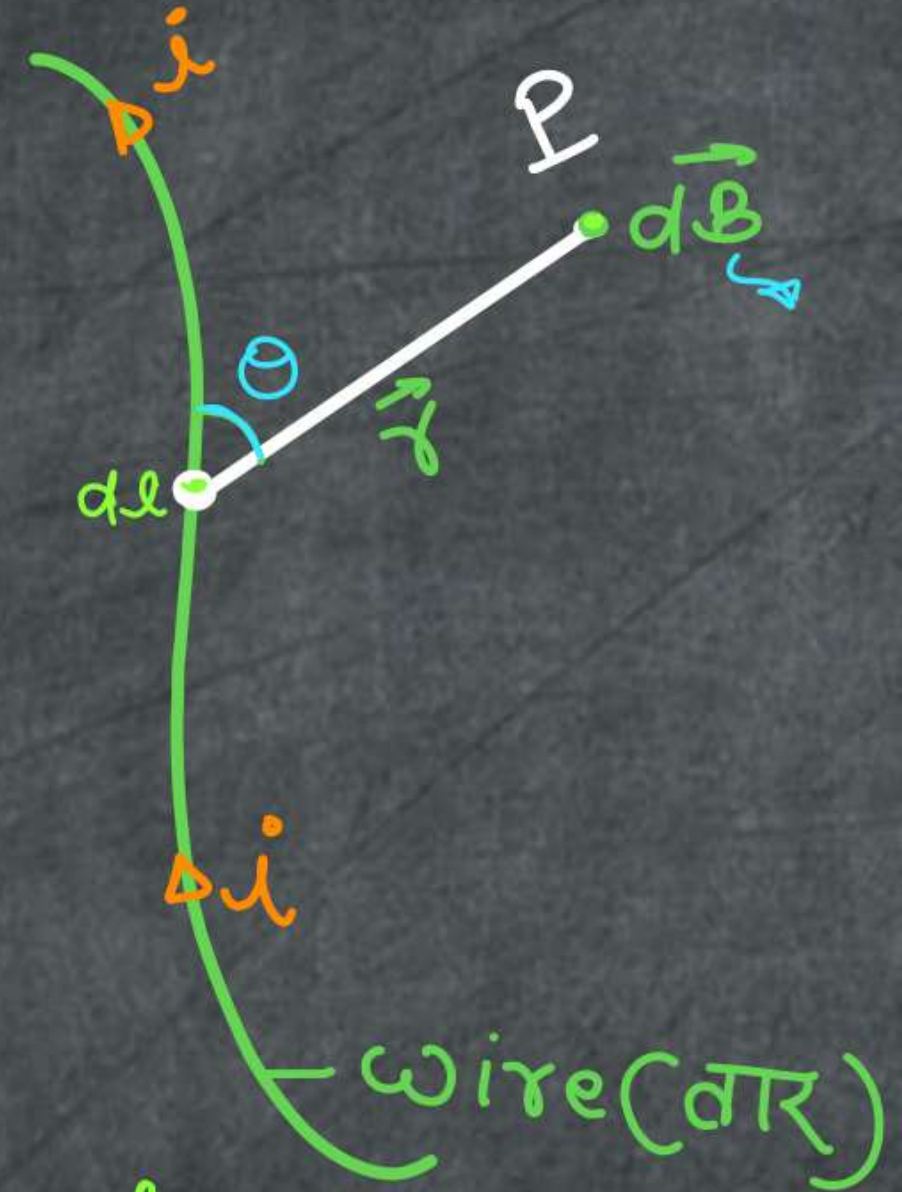
$$dB \propto \frac{1}{r^2} - \textcircled{IV}$$

सभी ① ② ③ व ④ से

$$dB \propto \frac{i dl \sin \theta}{r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i dl \sin \theta}{r^2}$$

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = \text{constant}$$



μ_0 = निर्वात की चुम्बकशीलता (Permittivity)

मात्रक \rightarrow Tesla

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}$$

μ_0 व ϵ_0 में सम्बन्ध ✓✓

$$\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{N-m}^2}{\text{C}^2}$$

समी ① ÷ ②

$$\frac{\frac{\mu_0}{\cancel{4\pi}}}{\frac{1}{\cancel{4\pi}\epsilon_0}} = \frac{10^{-7}}{9 \times 10^9}$$

$$\mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{9 \times 10^9 \times 10^7}$$

$$\mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{9 \times 10^{16}}$$

$$9 \times 10^{16} = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}$$

$$(3 \times 10^8)^2 = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}$$

$$c^2 = \frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$$