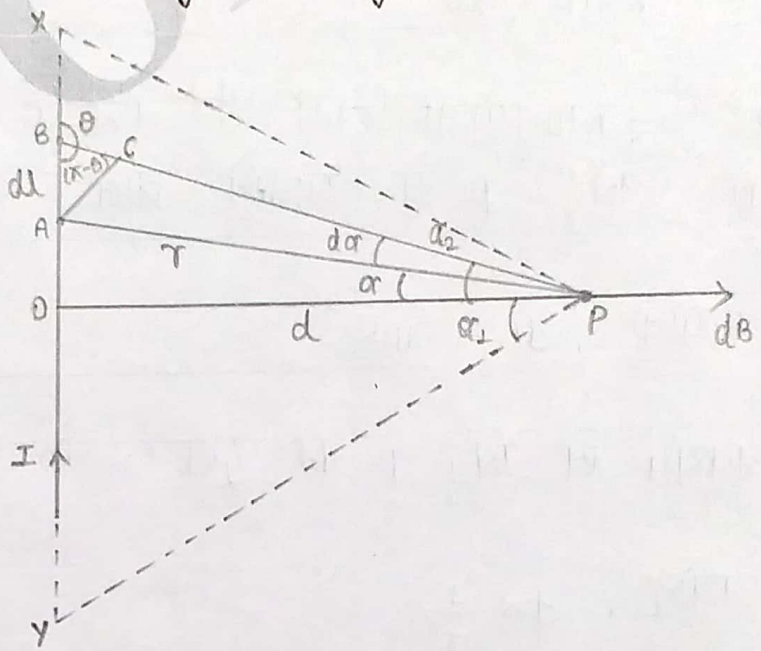
★ सीधे लंबे धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field due to a Long Straight Wire Carrying Current)




Scanned with CamScanner

मानलो y से x की ओर धारा I प्रवाहित हो रही है। इससे OP = d दूरी पर एक बिंदु P है, जिस पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है। बिंदु O से x दूरी पर dl लंबाई का एक धारा अवयव AB है जिससे बिंदु P की दूरी r है। $\angle XBP = \theta$

बायो - सेवर्ट के नियम से,

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\, dl \sin\theta}{r^2} \quad \text{—— (1)}$$

समकोण $\Delta ABC$ में,

$$\sin(\pi - \theta) = \frac{AC}{AB}$$

$$\Rightarrow AC = dl \sin\theta \quad \text{—— (2)}$$

समकोण $\Delta ACB$,

$$\sin d\alpha = \frac{AC}{AP}$$

$$\Rightarrow AC = r\, d\alpha \quad \text{—— (3)}$$ ($\because d\alpha$ का मान बहुत कम है)

समी (2) और (3) से,

$$dl \sin\theta = r\, d\alpha \quad \text{—— (4)}$$

समकोण $\Delta APO$,

$$\cos\alpha = \frac{d}{r}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{\cos\alpha}{d} \quad \text{—— (5)}$$

समीकरण (1) और (4) से,

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I(r\, d\alpha)}{r^2}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\, d\alpha}{r}$$

ORIGIN Jeetendra Pandey

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cos\alpha \, d\alpha}{d} \qquad \text{——— (6)}$$

अब,

तार XY के लिए,

$\angle OPY = \alpha_1$ और $\angle OPX = \alpha_2$

$$\therefore B_{xy} = \int_{-\alpha_1}^{\alpha_2} dB$$

$$= \int_{-\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cos\alpha \, d\alpha}{d}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{d} \int_{-\alpha_1}^{\alpha_2} \cos\alpha \, d\alpha$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{d} [\sin\alpha]_{-\alpha_1}^{\alpha_2}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{d} \sin\alpha_2 - [\sin(-\alpha_1)]$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{d} (\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2)$$

असीमित लंबाई वाले तार के लिए,

$\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 90^\circ$

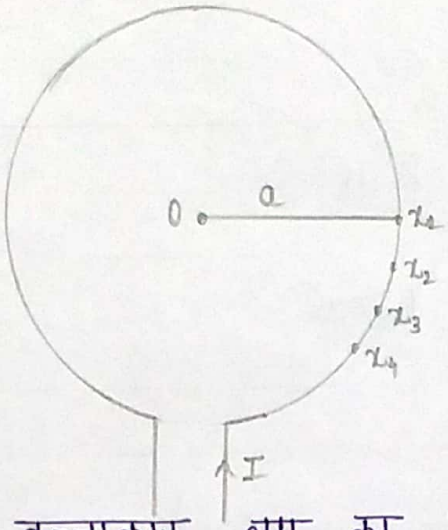
$$\therefore B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{d} (\sin 90^\circ + \sin 90^\circ)$$

$$\Rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{d}}$$

ORIGIN Jeetendra Pandey

Scanned with CamScanner

## * धारावाही वृत्ताकार लूप के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field at the Centre of Circular Loop Carrying Current)




मानलो एक वृत्ताकार लूप का त्रिज्या $a$ है, इसमें धारा I दक्षिणावर्त दिशा में प्रवाहित हो रही है। इस धारावाही लूप के केंद्र O पर चुंबकीय क्षेत्र की गणना करनी है।

बायो - सेवर्ट के नियम से,

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl \sin 90^\circ}{a^2}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl}{a^2}$$

$x_1, x_2$ के लिए,

$$dB_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I x_1 x_2}{a^2}$$

$x_2 x_3$ के लिए,

$$dB_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I x_2 x_3}{a^2}$$

Scanned with CamScanner

∴ कुल चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता,

$$B = dB_1 + dB_2 + \text{----------}$$

$$\Rightarrow B = \Sigma dB$$

$$\Rightarrow B = \Sigma \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl}{a^2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a^2} \Sigma dl$$

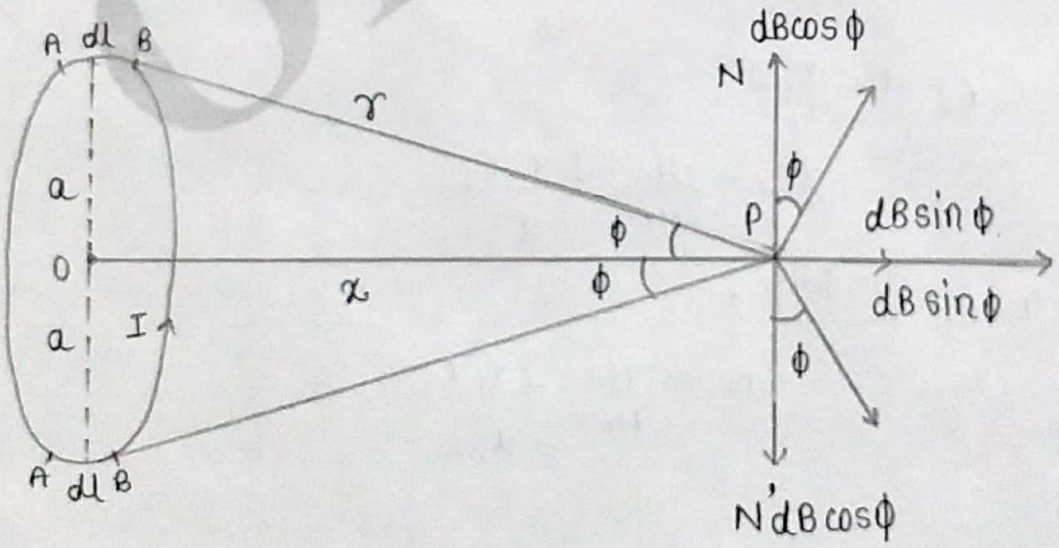
$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a^2} (2\pi a)$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi I}{a}$$

यदि लूप के स्थान पर $n$ फेरों वाले कुंडली हो तो,

$$\therefore B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi n I}{a} \ wb/m^2$$

★ धारावाही वृत्ताकार लूप के अक्ष पर चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field at a Point on the Axis of Circular loop Carrying Current)




Scanned with CamScanner

मानलो O केंद्र का एक वृत्ताकार लूप है जिसमें धारा I प्रवाहित हो रही है। केंद्र O से उसके अक्ष पर x दूरी पर एक बिंदु P है, जिस पर चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करना है। लूप को $dl$ लंबाई के कई अति अल्प अवयवों में विभक्त करते हैं। तब प्रत्येक अवयव की बिंदु P से दूरी समान होगी। मानलो यह दूरी $r$ है।

बायो - सेवर्ट के नियम से,

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

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl \sin 90^\circ}{r^2}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl}{r^2}$$

$\vec{dB}$ के दो घटकों -

1. $dB\cos\phi$ ---------- $(\vec{PN})$

2. $dB\sin\phi$ ---------- $(\vec{OP})$

मानलो A'B' एक अल्प राशि है जो व्यास अभिमुखी (AB से) और dB चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता होगा।

पुनः,

dB के दो घटकों -

1. $dB\cos\phi$ ---------- $(\vec{PN})$
2. $dB\sin\phi$ ---------- $(\vec{OP})$

घटक $dB\cos\phi$ परिमाण में बराबर तथा विपरीत दिशा में हैं। अतः वे एक- दूसरे को निरस्त कर देंगे।

ORIGIN Jeetendra Pandey

Scanned with CamScanner

∴ धारावाही वृत्ताकार लूप के अक्ष पर स्थित बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता,

$$B = \Sigma dB \sin\phi$$

$$\Rightarrow B = \Sigma \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl}{r^2} \frac{a}{r}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Ia}{r^3} \Sigma dl$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Ia}{r^3} 2\pi a$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi I a^2}{(a^2+x^2)^{3/2}}$$

यदि वृत्ताकार लूप के स्थान पर $n$ फेरों वाली वृत्ताकार कुंडली लें तो,

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi n I a^2}{(a^2+x^2)^{3/2}}$$

विशेष स्थिति, यदि बिंदु P वृत्त के केन्द्र पर हो,

$$x = 0$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi n I a^2}{a^3}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi n I}{a}$$

$$\Rightarrow \boxed{B = 10^{-7} \frac{2\pi n I}{a} \ wb/m^2}$$

ORIGIN Jitendra Pande

Scanned with CamScanner