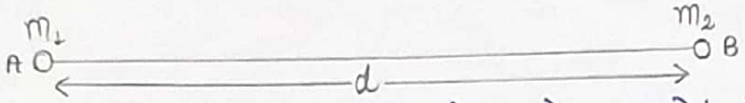
★ कूलॉम का व्युत्क्रम वर्ग का नियम (Coulomb's Inverse Square Law)

"किन्हीं दो चुंबकीय ध्रुवों के मध्य लगने वाला बल उन ध्रुवों के ध्रुव प्राबल्यों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती और उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।"



यदि m_1 व m_2 ध्रुव प्रावल्यों के दो ध्रुवों के बीच की दूरी r, हो तो इस नियमानुसार उनके बीच लगने वाला बल

$$F \propto m_1 m_2$$

तथा,

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

दोनों को मिलाकर लिखने पर,

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\Rightarrow F = \frac{k m_1 m_2}{r^2}$$

SI में, $$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\Rightarrow F = 10^{-7} \frac{m_1 m_2}{r^2} N \quad \text{—— (1)}$$

एकांक ध्रुव (Unit Pole) → एकांक ध्रुव वह ध्रुव है जो वायु या निर्वात में 1 मीटर की दूरी पर स्थित समान परिमाण के सजातीय ध्रुव को 10^{-7} न्यूटन के बल से प्रतिकर्षित करता है।

ORIGIN Jeetendra Pandey

Scanned with CamScanner

यहाँ, $F = 1 \times 10^{-7}\ N$

$r = 1\ m$

$m_1 = m_2 = m$

तो, $1 \times 10^{-7} = 1 \times 10^{-7} \frac{m \cdot m}{1^2}$ (समी. (1) से)

$\Rightarrow m^2 = 1$

$\Rightarrow m = \pm 1$

SI मात्रक → Am.

★ चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता (Intensity of Magnetic Field)

चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जहाँ तक उसका प्रभाव होता है, चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है।

चुंबकीय क्षेत्र के किसी क्षेत्र पर बिंदु पर स्थित काल्पनिक स्वतंत्र एकांक उत्तरी ध्रुव जितने बल का अनुभव करता है उसे उस बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता कहते हैं।

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m \times 1}{r^2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{r^2}$$

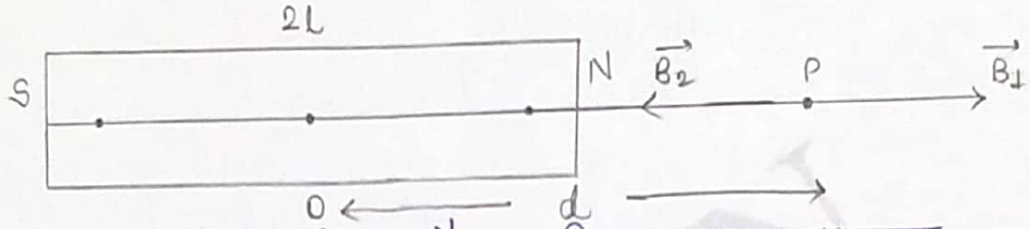
SI मात्रक :- $NA^{-1}m^{-1}$, Wbm^{-2}, Tesla (T)

विमीय सूत्र :- $[M^1L^0T^{-2}A^{-1}]$

Scanned with CamScanner

★ चुंबकीय द्विध्रुव के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field Due to Magnetic Dipole or Bar Magnet)

अक्षीय स्थिति :- जब कोई बिंदु, जिस पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी होती है, बढ़ाएँ गए चुंबकीय क्षेत्र पर होता है तो इस स्थिति को चुंबक के सापेक्ष अक्षीय स्थिति कहते हैं।



मानलो NS एक छड़ चुंबक है, जिसका ध्रुव प्राबल्य m तथा प्रभावी लंबाई 2L है। छड़ चुंबक के मध्य बिंदु O से d दूरी पर अक्षीय रेखा पर एक बिंदु P है, जिस पर चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करना है।

N- ध्रुव के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण,

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{NP^2}$$

$$\Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{(d-L)^2}$$

तथा,

S- ध्रुव के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण,

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{SP^2}$$

$$\Rightarrow B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{(d+L)^2}$$

Scanned with CamScanner

B_1 और B_2 एक ही रेखा में विपरीत दिशा में कार्य करते है तथा $B_1 > B_2$

∴ परिमाणी चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण,

$$B = B_1 - B_2$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{(d-l)^2} - \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{(d+l)^2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} m \left[\frac{1}{(d-l)^2} - \frac{1}{(d+l)^2}\right]$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} m \left[\frac{(d+l)^2 - (d-l)^2}{(d-l)^2(d+l)^2}\right]$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 m \cdot 4dl}{4\pi (d^2+l^2-2dl)(d^2+l^2+2dl)}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 m \cdot 2 \cdot 2dl}{4\pi (d^2-l^2)^2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2Md}{(d^2-l^2)^2} \quad N/Am$$

यदि, $l << d$

तो, $$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2Md}{(d^2)^2}$$

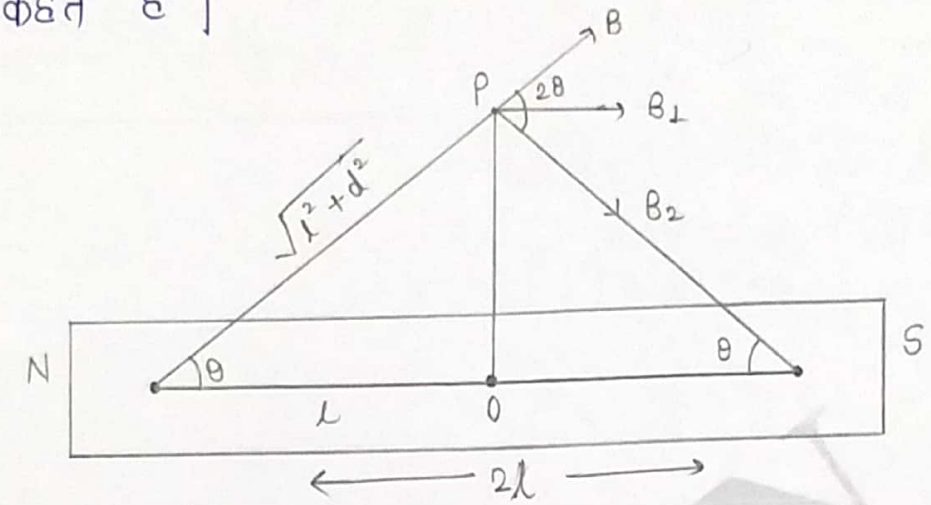
$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{d^3} \quad N/Am,$$ यही अभीष्ट व्यंजक है।

परिणामी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा चुंबकीय अक्ष के अनुदिश दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर अर्थात चुंबकीय आघूर्ण की दिशा में होगी।

ORIGIN Jeetendra Pandey

Scanned with CamScanner

2. निरक्षीय स्थिती → जब कोई बिंदु जिस पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है, चुंबकीय अक्ष के लंबार्धक होता है, तो इस स्थिति को चुंबक के सापेक्ष निरक्षीय स्थिति कहते हैं।



मानलो NS एक छड़ चुंबक है, जिसका ध्रुव प्राबल्य m तथा प्रभावी लंबाई 2l है। छड़ चुंबक के मध्य बिंदु O से r दूरी पर निरक्षीय रेखा पर एक बिंदु P है, जिस पर चुंबकीय क्षेत्र ज्ञात करना है।

N- ध्रुव के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण,

$$B_\perp = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{NP^2}$$

तथा,

S- ध्रुव के कारण बिंदु P पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण,

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{m}{SP^2}$$

$\because NP = SP$

$\therefore$ परिमाणी चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण,

$$B = 2B_\perp \cos\frac{2\theta}{2}$$

$$\Rightarrow B = 2B_\perp \cos\theta$$

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow B = 2 \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{NP^2} \cos\theta$$

$$\Rightarrow B = 2 \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(d^2+l^2)} \frac{l}{\sqrt{d^2+l^2}}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2lm}{(d^2+l^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{(d^2+l^2)^{3/2}}$$

यदि ,

$l << d$

तो,

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{(d^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{d^3} \text{ N/Am,}$$ यही अभीष्ट व्यंजक है।

परिमाणी चुंबकीय क्षेत्र B की दिशा चुंबकीय अक्ष के समांतर N- ध्रुव से S-ध्रुव की ओर स्थित अर्थात् चुंबकीय आघूर्ण की दिशा के विपरीत होगी।

अतः,

अक्षीय स्थिति में चुंबकीय क्षेत्र = 2 × निरक्षीय स्थिति में चुंबकीय क्षेत्र.

Scanned with CamScanner