RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

12TH PHYSICS

ई-पाठशाला

2-3

गतिमान आवेश तथा चुंबकत्व

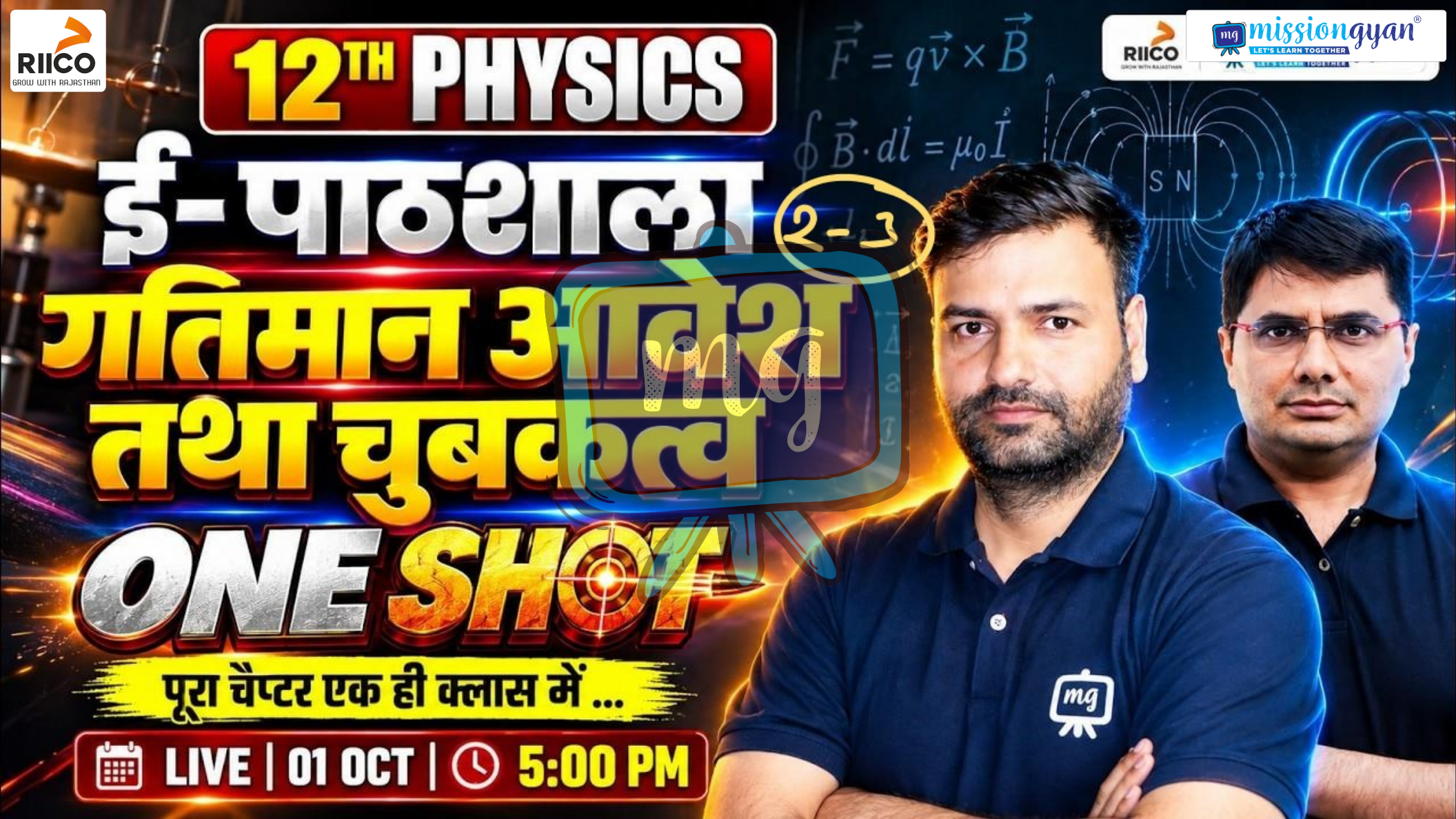
ONE SHOT

पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...

LIVE | 01 OCT | 5:00 PM

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

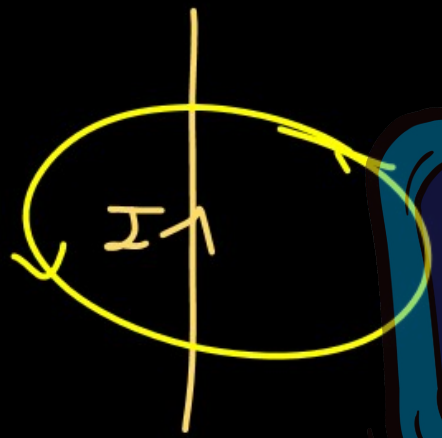
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

ओरस्टेड के प्रयोग



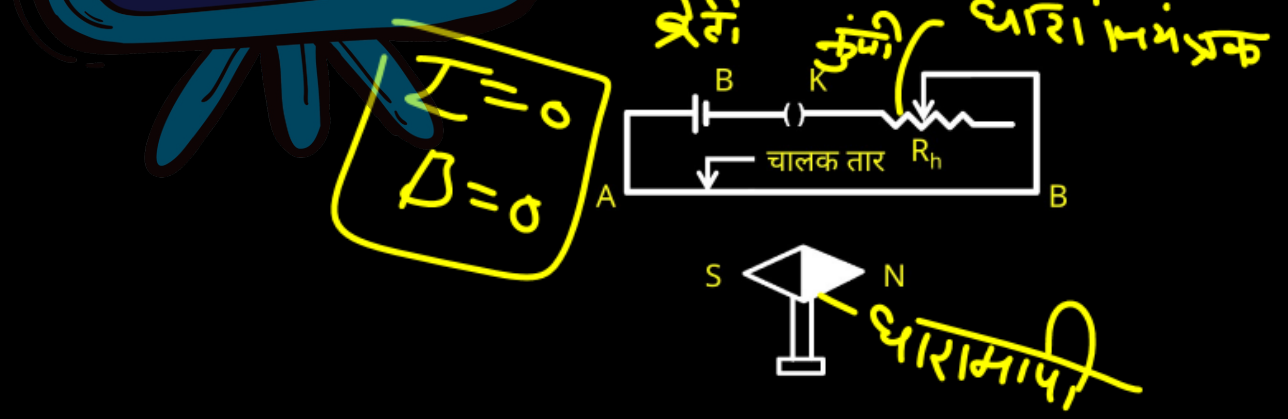
1820 में, वैज्ञानिक ओरस्टेड ने एक प्रयोग प्रदर्शित किया और बताया कि "जब चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है तब चालक तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है, जिसे धारा का चुम्बकीय प्रभाव कहते हैं।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

ओरस्टेड के प्रयोग

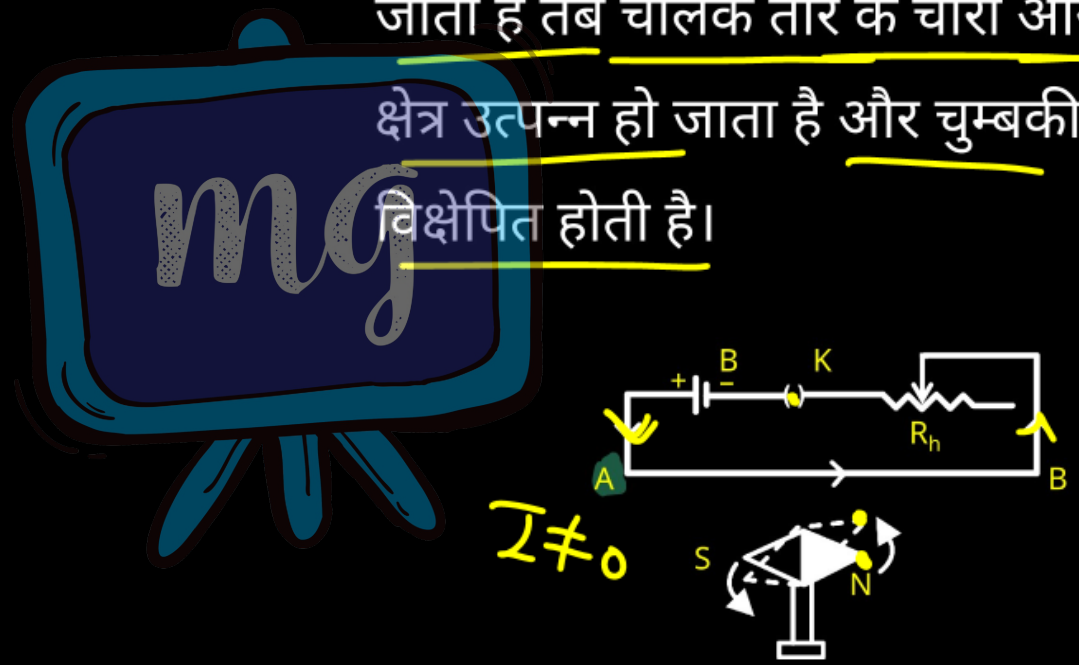
☛ स्थिति-I : ओरस्टेड ने बताया कि जब चालक तार में कोई धारा प्रवाह नहीं होता है तब तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न नहीं होता है और चुम्बकीय सूई अविक्षेपित रहती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

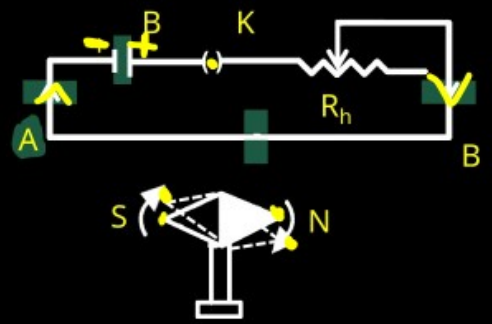
☛ स्थिति–II : जब चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है तब चालक तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है और चुम्बकीय सूई विक्षेपित होती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ स्थिति–III : जब चालक तार में धारा की दिशा में परिवर्तन कर, धारा प्रवाहित की जाये तब पुन: चालक तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है तथा चुम्बकीय सूई विपरीत दिशा में विक्षेपित होती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- इससे यह प्रदर्शित होता है कि जब चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है तब चालक तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है।
- इस प्रयोग से स्पष्ट है कि धारा के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की उत्पत्ति होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

ओरस्टेड प्रयोग के निष्कर्ष

- जब चालक तार में धारा प्रवाहित की जाती है तब तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है।
- धारावाही चालक तार के ऊपर और नीचे चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा परस्पर विपरीत होती है।
- परिपथ में धारा की दिशा बदलने पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा भी बदल जाती है।
- चालक तार में धारा की प्रबलता बढ़ाने पर चुम्बकीय क्षेत्र के परिमाण में वृद्धि हो जाती है।

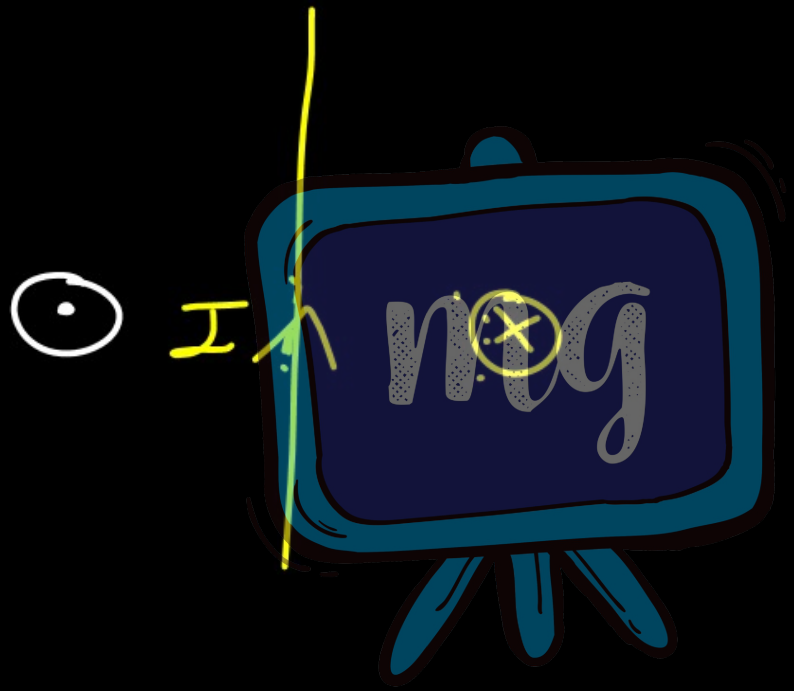
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा :

1. दांये हाथ का नियम : इस नियम के अनुसार, "यदि धारावाही चालक तार को दांये हाथ से इस प्रकार पकड़े कि अंगुठा धारा की दिशा में रहे तो मुड़ी हुई अंगुलियाँ चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करती है।"


mg

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



2. SNOW नियम (ऐम्पियर के तैरने का नियम) : इस नियम के अनुसार, "यदि धारा की दिशा दक्षिण (S) से उत्तर (N) की ओर (O) है तो चुम्बकीय सूई में विक्षेप पश्चिम (W) की ओर होता है।"

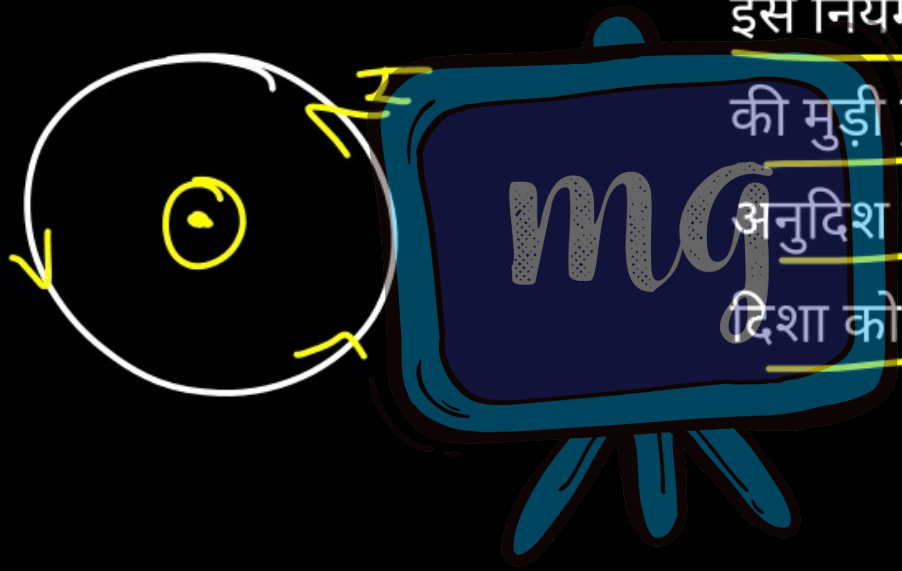
3. मैक्सवेल का 'स्क्रू' नियम : इस नियम के अनुसार, "यदि किसी 'स्क्रू' को इस प्रकार से घुमाया जाये कि पेंच धारा की दिशा में आगे बढें तो इसके घूमने की दिशा चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करती है।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

4. वृत्तीय धाराओं के लिए दाहिने हाथ का नियम :

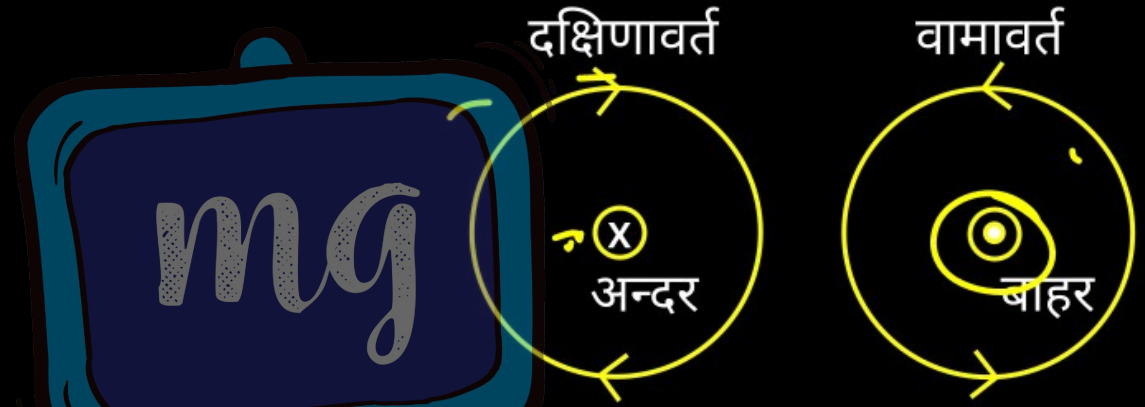
इस नियम के अनुसार, "यदि धारा दाहिने हाथ की मुड़ी हुई अंगुलियाँ वृत्तीय धाराओं के अनुदिश ली जाये तो अंगुठा चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करता है।"



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट



अन्दर : प्रेक्षक से चुम्बकीय क्षेत्र दूर या लम्बवत अन्दर की ओर।

बाहर : प्रेक्षक चुम्बकीय क्षेत्र की ओर या लम्बवत बाहर की ओर।

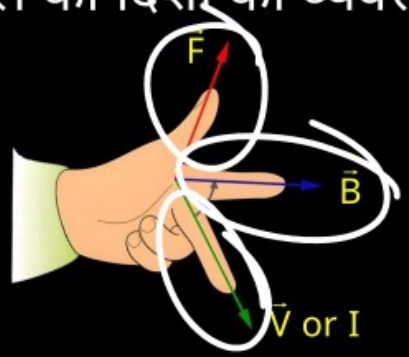
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय बल की दिशा :

फ्लेमिंग के बांये हाथ का नियम :

इस नियम के अनुसार, "यदि हम बांये हाथ की मध्यमा, तर्जनी एवं अंगूठे को इस प्रकार से लम्बवत फैलाये कि मध्यमा धारा की दिशा में व तर्जनी चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में है तो अंगूठा चुम्बकीय बल की दिशा को व्यक्त करेगा।"

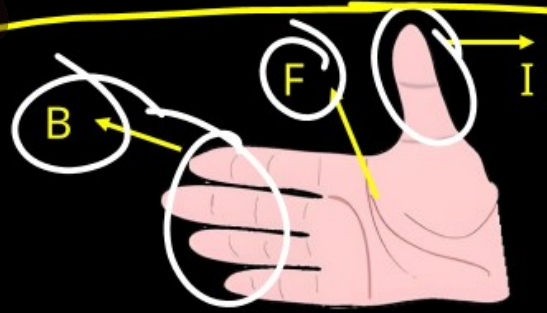


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

दाहिने हाथ की हथेली का नियम :

इस नियम के अनुसार, "यदि दाहिने हाथ को इस प्रकार से खुला रखें कि अंगुलियाँ व अंगूठा परस्पर लम्बवत हो तब तनी हुई अंगुलियाँ चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा व अंगूठा धारा की दिशा में हैं तो चुम्बकीय बल की दिशा हथेली के तल के लम्बवत ऊपर की ओर होगी।"



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

1

चुम्बकीय क्षेत्र में गति

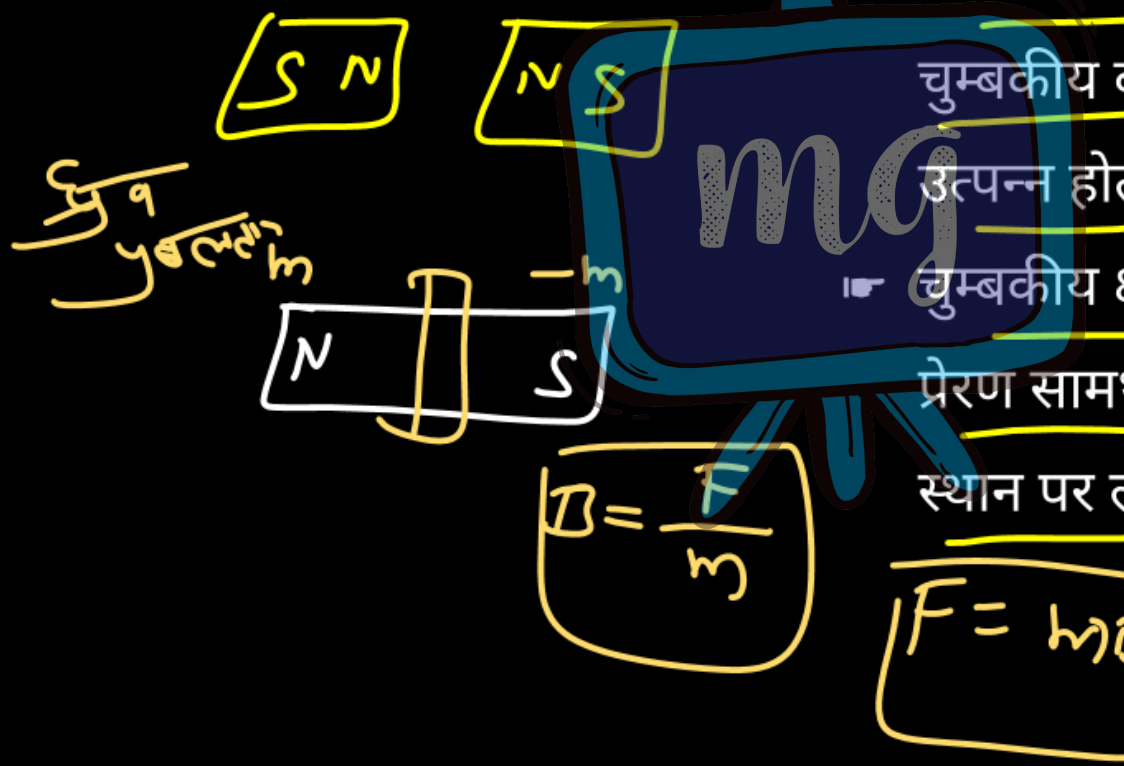
☛ एक स्थिर आवेश विद्युत क्षेत्र (E) उत्पन्न करता है जबकि गतिशील आवेश विद्युत क्षेत्र के साथ चुम्बकीय क्षेत्र भी उत्पन्न करता है। जो सदिश क्षेत्र होता है।

$$\vec{F} = q_o\vec{E}$$

$$E = \frac{F}{q_o}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



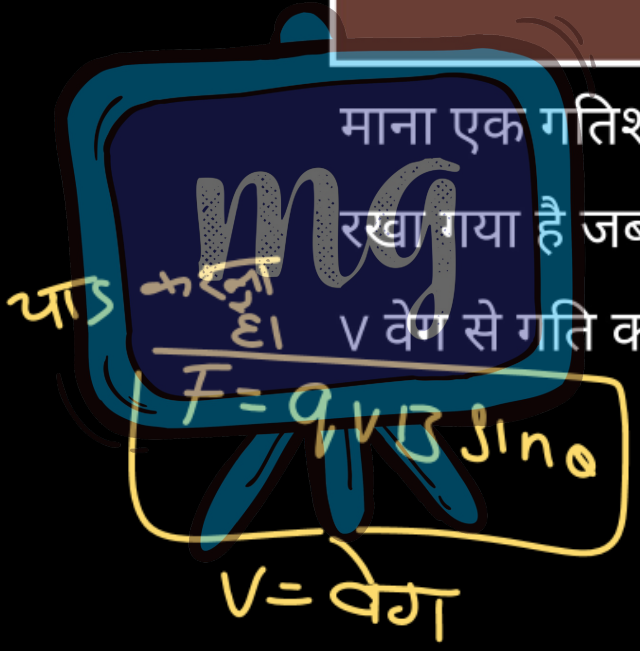
- चुम्बकीय क्षेत्र से यह अभिप्राय है कि इसमें किसी पदार्थ को रखने पर, पदार्थ पर चुम्बकीय बल लगता है तथा चुम्बकीय प्रेरण उत्पन्न होता है।
- चुम्बकीय क्षेत्र में, किसी बिन्दु पर चुम्बकीय प्रेरण सामर्थ्य प्रति इकाई उत्तरी ध्रुव पर उस स्थान पर लगने वाला चुम्बकीय बल होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय क्षेत्र में गतिशील आवेश पर चुम्बकीय बल

माना एक गतिशील आवेश +Q चुम्बकीय क्षेत्र में रखा गया है जब आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र B में V वेग से गति करता है।



चुम्बकीय क्षेत्र में आवेशित कण पर लगने वाला चुम्बकीय बल का परिमाण निम्न के समानुपाती होता है –

(i) यह आवेश के परिमाण के समानुपाती होता है।

$F \propto Q$ .....(i)

(ii) यह चुम्बकीय क्षेत्र के समानुपाती होता है।

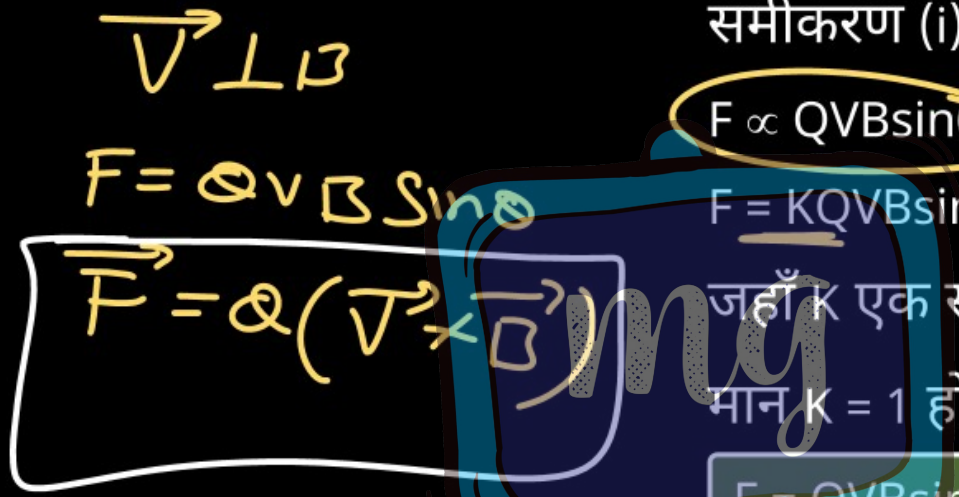
$F \propto B$ .....(ii)

(iii) यह वेग के लम्बवत घटक के समानुपाती होता है।

$F \propto V\sin\theta$ .....(iii)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



समीकरण (i), (ii) व (iii) से,

$F \propto QVB\sin\theta$

$F = KQVB\sin\theta$

जहाँ K एक समानुपाती नियतांक होता है जिसका मान K = 1 होता है।

$F = QVB\sin\theta$

सदिश रूप में,

$\vec{F} = Q(\vec{V} \times \vec{B})$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

जब आवेश चुम्बकीय क्षेत्र में गति करता है तब इस पर केवल चुम्बकीय बल कार्य करता है।

(i) यदि $\theta = 0°$ या π तब $F = 0$

(ii) यदि $\theta = \frac{\pi}{2} = 90°$ तब $F_{max} = QVB$

(iii) यदि आवेश स्थिर है $V = 0$ तब $F = 0$

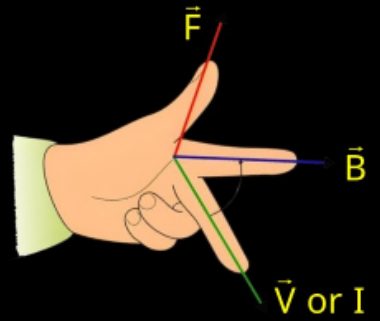
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय बल की दिशा

आवेशित कण पर चुम्बकीय बल की दिशा के निर्धारण के लिए फ्लेमिंग के बांये हाथ के नियम [FLHR] का उपयोग करते हैं।

☛ FLHR के अनुसार, "यदि बांये हाथ का अंगूठा, मध्यमा व तर्जनी परस्पर लम्बवत हो तो"



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

तर्जनी : चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व्यक्त करती है।

मध्यमा: धनावेश की गति की दिशा या त्रणावेश की गति की विपरीत दिशा (धारा) को व्यक्त करती है।

अंगूठा : चुम्बकीय बल की दिशा को व्यक्त करेगा।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

S.I. मात्रक

$B = \frac{F}{qv}$

$= \frac{N}{A \times Sec \times m/Sec}$

$= \frac{N}{A-m}$

M.K.S. में, $\because F = QVB$

$B = \frac{F}{QV}$

टेसला $= \frac{\text{न्यूटन}}{\text{ऐम्पियर} \times \text{मीटर}}$

C.G.S. में,

$$\text{गॉस (गाउस)} = \frac{\text{डाइन}}{\text{बायोट} \times \text{सेमी}}$$

1 टेसला = 10^4 गाउस

या

1 G = 10^{-4} T

☛ टेसला चुम्बकीय क्षेत्र का सबसे बड़ा मात्रक होता है।

☛ विमीय सूत्र : $[M^1L^0T^{-2}A^{-1}]$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एक टेसला की परिभाषा :

$$F = QVB$$

$$F = 1N,\ Q = +1C,\ V = 1m/sec$$

$$\therefore B = 1T$$

यदि 1C आवेश चुम्बकीय क्षेत्र में लम्बवत 1m/sec के वेग से गति करता है। इस पर 1N का चुम्बकीय बल कार्य करता है तब चुम्बकीय क्षेत्र 1 टेसला के तुल्य होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



स्थिति – I :

जब आवेशित कण क्षेत्र से लम्बवत गति करता है –

इस स्थिति में आवेशित कण की दिशा लम्बवत होती है तथा आवेशित कण वृत्ताकार पथ में गति करता है।

☞ आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल, चुम्बकीय बल से प्राप्त होता है।

$$\frac{mv^2}{r} = QVB$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

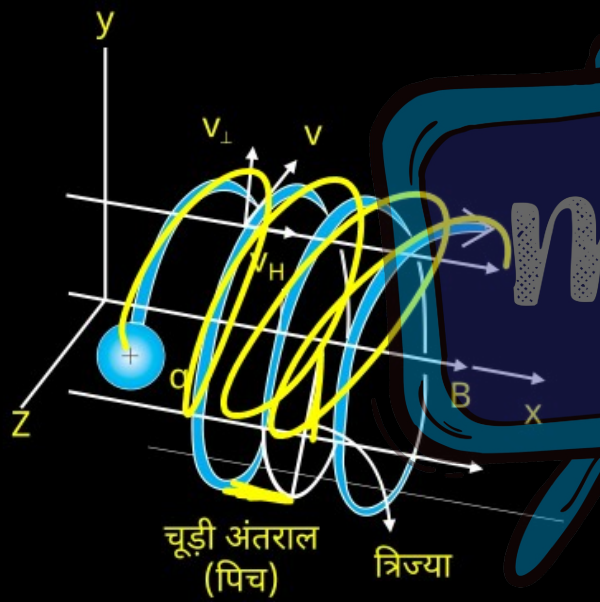


- वृत्ताकार पथ की त्रिज्या $r = \frac{mv}{QB}$
- आवेशित कण का वेग $v = \frac{QBr}{m}$
- $v \propto r$ $\quad r \propto v \propto p \propto \sqrt{k}$
- परिक्रमण में लगा आवर्तकाल $T = \frac{2\pi m}{QB}$
- परिक्रमण की आवृत्ति $f = \frac{QB}{2\pi m}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति – II :



जब आवेशित कण क्षेत्र में किसी कोण

$(0 < \theta < 90°)$ से प्रवेश करता है –

इस स्थिति में आवेशित कण क्षेत्र के अनुदिश व

लम्बवत गति करता है जहाँ →

$V_x = V\cos\theta$ → क्षेत्र के अनुदिश

$V_y = V\sin\theta$ → क्षेत्र के लम्बवत

} हेलिक्स

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ त्रिज्या $r = \frac{m(v\sin\theta)}{QB}$

☛ आवर्तकाल $T = \frac{2\pi r}{V\sin\theta} = \frac{2\pi m}{QB}$



महत्वपूर्ण

☛ हेलिक्स पिच: क्षेत्र की दिशा में अक्ष के अनुदिश चूडी अन्तरालों के मध्य की रैखिक दूरी को हेलिक्स पिच कहते हैं।

$$X = T\,(v\cos\theta)$$

$$X = \frac{2\pi m}{QB}(v\cos\theta)$$

☛ इस स्थिति में दैनिक जीवन का उदाहरण 'Polar Aura' है जो अलास्का या उत्तरी कनाडा में दिखायी देता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$F_m = QvB\sin\theta$

$F = QE$

$F_L = F_E + F_m$

$QE + QvB\sin\theta$

$F_L \quad Q(E + (\vec{V} \times \vec{B}))$

संयुक्त विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्र में आवेशित कण की गति – लॉरेन्ज बल

माना एक गतिशील आवेश +Q क्रमश: विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ व चुम्बकीय क्षेत्र B में स्थित है तब आवेशित कण पर लगने वाला चुम्बकीय बल →

(i) विद्युत बल $\vec{F}_E = Q\vec{E}$ व

(ii) चुम्बकीय बल $\vec{F}_m = Q(\vec{V} \times \vec{B})$

इस प्रकार, परिणामी बल लॉरेन्ज बल

$\vec{F} = Q[\vec{E} + (\vec{V} \times \vec{B})]$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

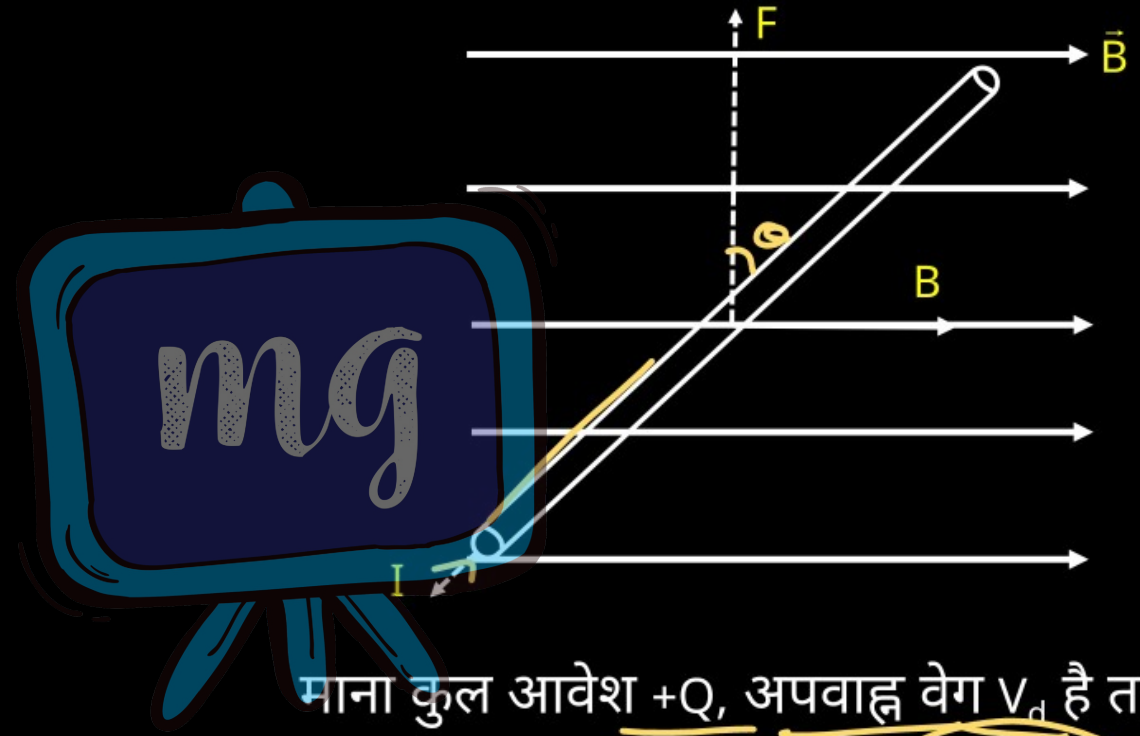
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही चालक तार पर चुम्बकीय बल

माना एक चालक तार जिसका अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A है जिसमें I धारा प्रवाहित हो रही है, को चुम्बकीय क्षेत्र B में θ कोण पर रखा गया है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



माना कुल आवेश +Q, अपवाह्न वेग V_d है तब

चालक तार पर चुम्बकीय बल, $\vec{F} = Q(\vec{V}_d \times \vec{B})$

$F = QV_dB\sin\theta$ .....(i)

चालक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या $N = n(A\ell)$ जहाँ

आयतन $V = A\ell$

N इलेक्ट्रॉनों पर कुल आवेश $Q = N(e)$

$Q = nA\ell e$

$Q = neA\ell$



$I = neAv_d$

समीकरण (i) से,

$F = (neA\ell)\, V_d\, B \sin\theta$

$F = (neAV_d)\, \ell\, B \sin\theta \quad (\because I = neAV_d)$

$F = I\ell B \sin\theta$

सदिश संकेतन में,

$\vec{F} = I(\vec{\ell} \times \vec{B})$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

(i) जब $\theta = 0°$ या π

$$F = 0$$

(ii) जब $\theta = \frac{\pi}{2}$

$$F_{max} = I\ell B$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एंपियर का परिपथ नियम

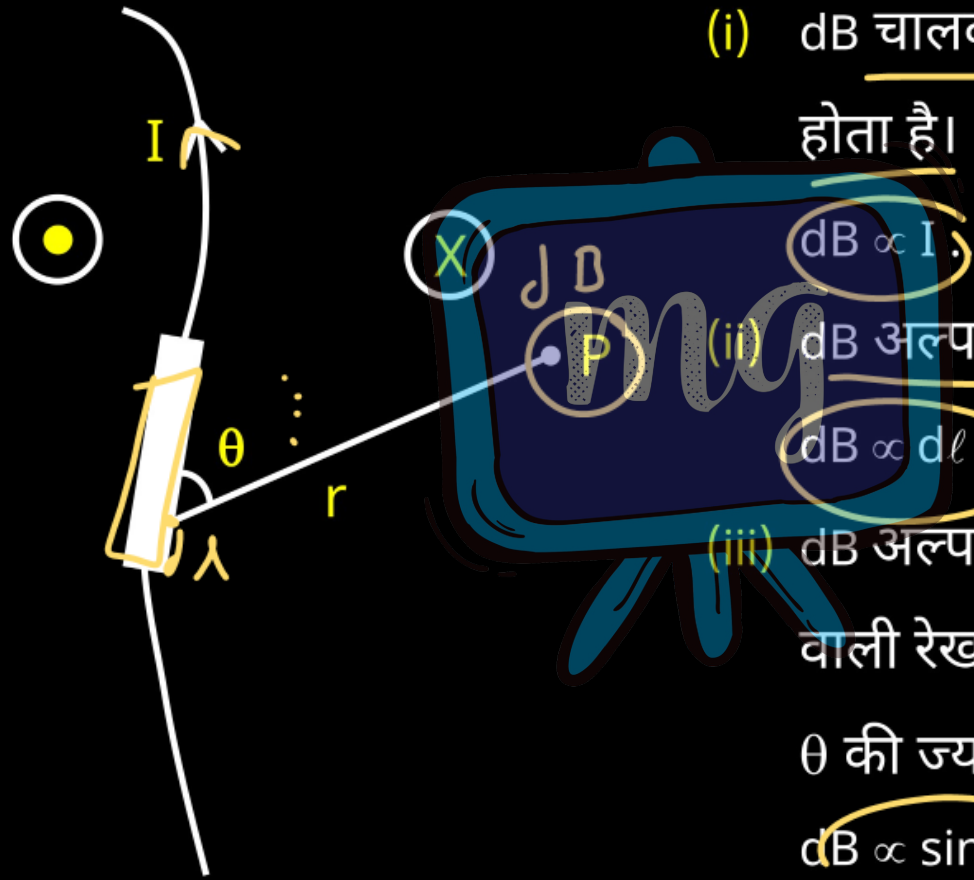
बायो सावर्ट नियम और इसके अनुप्रयोग

बायो सावर्ट नियम :

वैज्ञानिक बायो व सावर्ट ने धारावाही चालक तार की अल्पांश लम्बाई के कारण चुम्बकीय क्षेत्र के निर्धारण के लिए एक नियम दिया जिसके अनुसार, यदि धारावाही चालक तार में I धारा प्रवाहित हो रही है तब अल्पांश लम्बाई $d\ell$ के कारण r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र dB निम्न कारकों पर निर्भर करता है -

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



(i) dB चालक में प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।

$dB \propto I$ .....(i)

(ii) dB अल्पांश लम्बाई $d\ell$ के समानुपाती होता है।

$dB \propto d\ell$ .....(ii)

(iii) dB अल्पांश लम्बाई ($d\ell$) व तार से मिलाने वाली रेखा की दूरी r के मध्य बनने वाले कोण θ की ज्या के समानुपाती होता है।

$dB \propto \sin\theta$ .....(iii)

(iv) dB अल्पांश लम्बाई की बिन्दु P से दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

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

समीकरण (i), (ii), (iii) व (iv) से,

$$dB \propto \frac{Id\ell \sin\theta}{r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\ell \sin\theta}{r^2}$$

$dB \times r = \mu_0 \times$

$\mu_0 = \frac{dB \times r}{I}$

$\frac{T-m}{A}$

जहाँ $\frac{\mu_0}{4\pi}$ एक नियतांक है।

μ_0 → निर्वात की चुम्बकशीलता

μ_0 का मान $4\pi \times 10^{-7}$ $\frac{N}{Amp^2}$ होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

सदिश संकेतन में,

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I(\vec{d\ell} \times \hat{r})}{r^2}$$

इसका परिमाण

$$\text{या } \vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I(\vec{d\ell} \times \vec{r})}{r^3}$$

$\left(\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}\right)$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

बायो सावर्ट नियम के अनुप्रयोग :

(i) धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के कारण उसके केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र :

माना एक वृत्ताकार कुण्डली जिसकी त्रिज्या r है, में I धारा प्रवाहित हो रही है। इस कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करने के लिए कुण्डली की परिधि पर अल्पांश लम्बाई $d\ell$ लेते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

बायो सावर्ट नियम से,

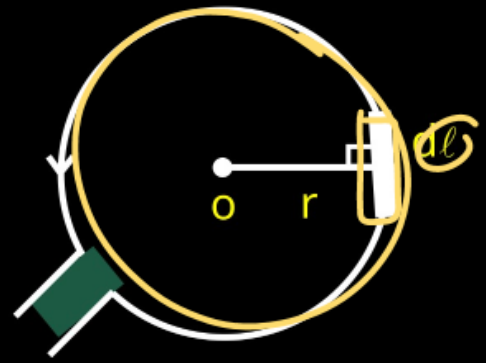
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\ell\sin\theta}{r^2}$$

$$\because \theta = \frac{\pi}{2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\ell}{r^2}$$

$$\int dB = \int \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\ell}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I}{r^2}\int d\ell \qquad \because \int d\ell = \ell = 2\pi r$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

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

$$B = \frac{\mu_0 I}{2r}$$

यदि कुण्डली में 'N' फेरे हैं तो

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2r}$$

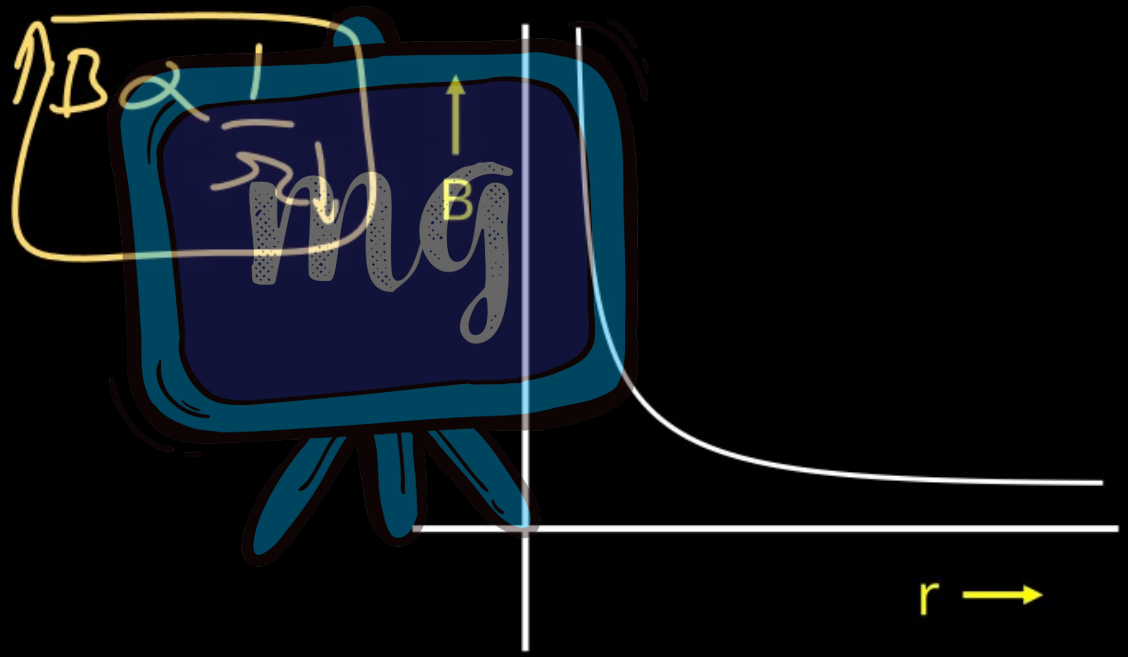
$$N = \frac{h}{l}$$

$$B = \frac{\mu_0 h I}{2\pi l}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

B और r के मध्य आरेख :



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

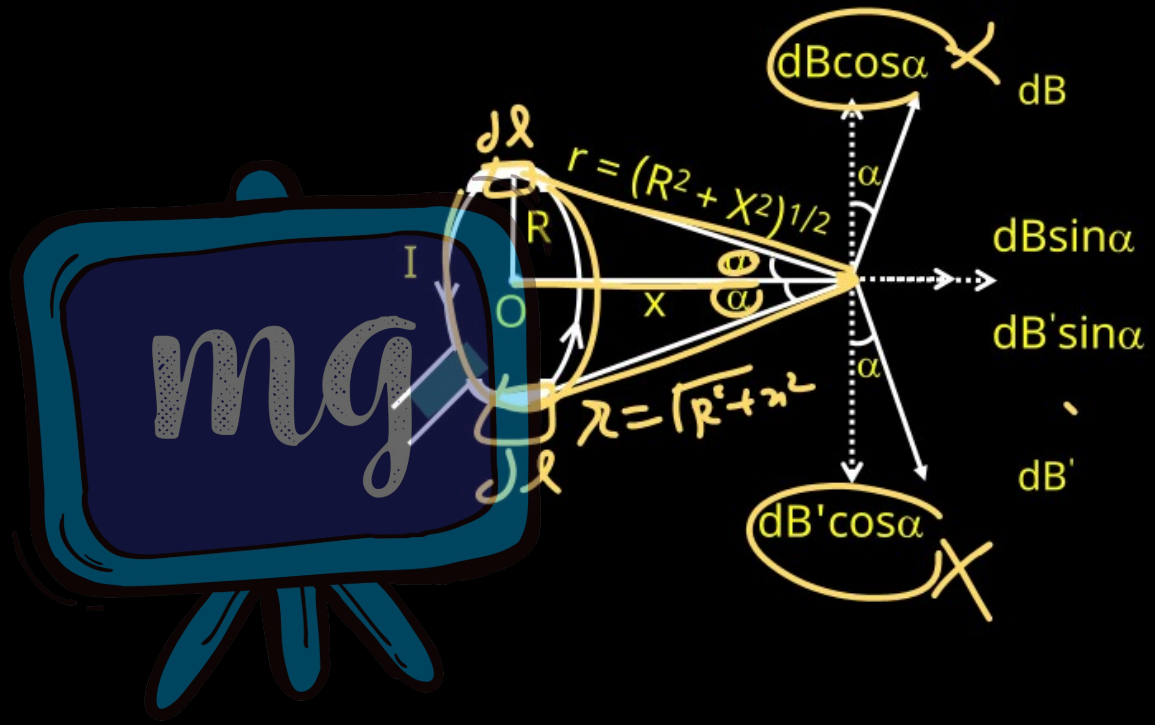
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(ii) धारावाही वृत्ताकार लूप के अक्ष पर चुम्बकीय क्षेत्र :

- माना एक वृत्ताकार लूप जिसकी त्रिज्या R है, में I धारा प्रवाहित हो रही है। इस लूप से x-अक्ष पर x दूरी पर स्थित बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करना है।
- चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करने के लिए वृत्ताकार लूप की परिधि पर अल्पांश लम्बाई $d\ell$ लेते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ बायो सावर्ट नियम से,

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\ell \sin\theta}{r^2}$$

$$\theta = \frac{\pi}{2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\ell}{r^2}$$

दोनों अल्पांश समान लम्बाई व समान दूरी पर स्थित है। ($dB = dB'$)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

- चुम्बकीय क्षेत्र के घटक नियोजित करने पर समान्तर घटक $dB\cos\alpha$ व $dB'\cos\alpha$ परिमाण में समान परन्तु विपरीत दिशाओं में होने के कारण एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं जबकि लम्बवत घटक $dB\sin\alpha$ व $dB'\sin\alpha$ परिमाण व दिशा दोनों में समान होने के कारण परस्पर जुड़ जायेंगे।
- परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र $B = \int dB\sin\alpha$

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\ell}{r^2}\sin\alpha$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

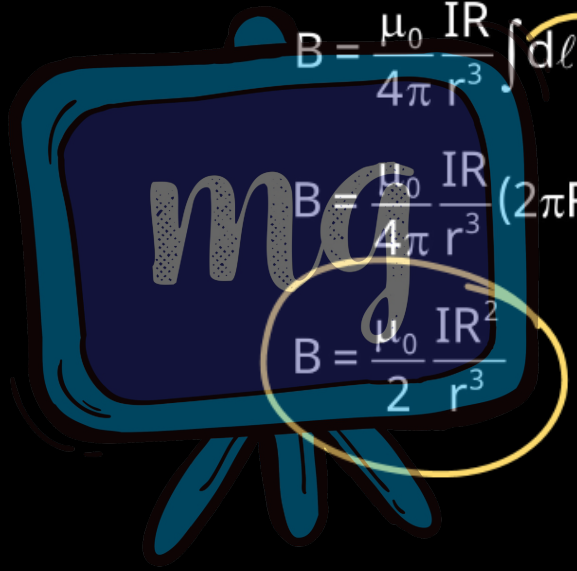
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\ell}{r^2} \frac{R}{r} \qquad \because \sin\alpha = \frac{R}{r}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{r^3} \int d\ell \qquad \because \int d\ell = \ell = 2\pi R$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{IR}{r^3} (2\pi R)$$

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{IR^2}{r^3}$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

यदि लूप में N फेरे हो तो,

$$B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2r^3}$$

$$\because\ r^2 = R^2 + x^2$$

$$r = (R^2 + x^2)^{1/2}$$

$$r^3 = (R^2 + x^2)^{3/2}$$

$$B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

स्थिति – I

$R >>> x$

$$B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2R^3}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

स्थिति – II

$R <<< x$

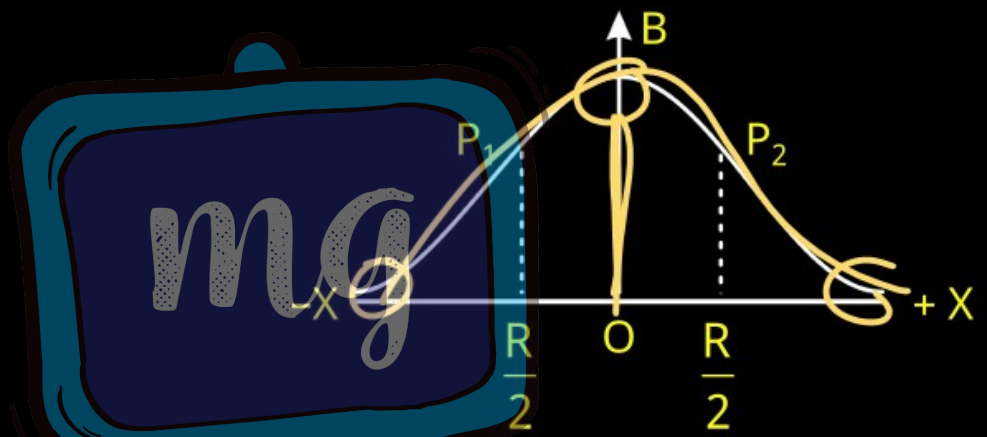
$$B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2x^3}$$

☛ धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र अधिकतम और अक्ष पर दूरी x बढ़ाने पर चुम्बकीय क्षेत्र B घटता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

B व x के मध्य आरेख :



- नति परिवर्तन P_1 व P_2
- इस बिन्दु पर B रैखिक रूप से परिवर्तित होता है।
- ये बिन्दु केन्द्र से $X = \pm\frac{R}{2}$ दूरी पर स्थित होते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

धारावाही लूप का चुम्बकीय आघूर्ण :

$$B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2x^3} \qquad R <<< x$$

$$B = \frac{\mu_0 NIR^2}{2x^3} \times \frac{\pi}{\pi}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI(\pi R^2)}{2\pi x^3} \qquad (\because A = \pi R^2)$$

$$B = \frac{\mu_0 NIA}{2\pi x^3}$$

जहाँ M = NIA धारावाही लूप का चुम्बकीय आघूर्ण है।

$$B = \frac{\mu_0 M}{2\pi x^3}$$

$$B = \frac{\mu_0 2M}{4\pi x^3}$$

यह दण्ड चुम्बक के अक्ष पर चुम्बकीय क्षेत्र के तुल्य है।

☛ धारावाही लूप के कारण चुम्बकीय आघूर्ण निम्न के समानुपाती होता है →

$M \propto I$

$M \propto A$

$$M = KIA$$

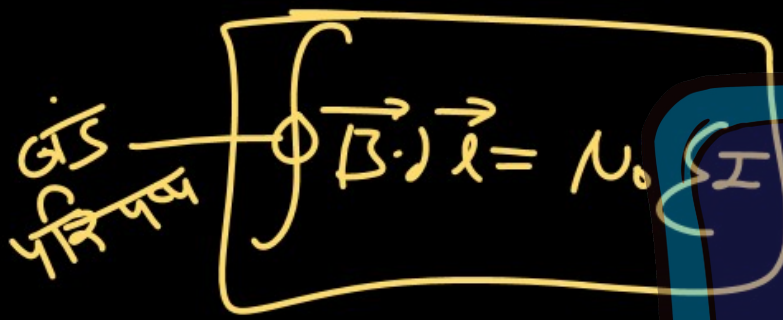
जहाँ K एक नियतांक है जिसका मान K = 1 होता है।

$$M = IA$$

लूप में N फेरे होने पर

$$M = NIA$$

ऐम्पियर परिपथ नियम और इसके अनुप्रयोग



ऐम्पियर परिपथ नियम :

इस नियम के अनुसार, "निर्वात में बन्द पृष्ठ में चुम्बकीय क्षेत्र का रैखिक समाकलन का मान, निर्वात की चुम्बकशीलता एवं विद्युत धाराओं के बीज गणितीय योग के गुणनफल के बराबर होता है।

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{d\ell} = \mu_0 \Sigma I$$

जहाँ μ_0 = निर्वात की चुम्बकशीलता है।

चुम्बकन क्षेत्र H के लिए,

$$\oint \mu_0 \vec{H} \cdot \vec{d\ell} = \mu_0 \Sigma I$$

$$\oint \vec{H} \cdot \vec{d\ell} = \Sigma I$$

यह चुम्बकत्व वाहक बल कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

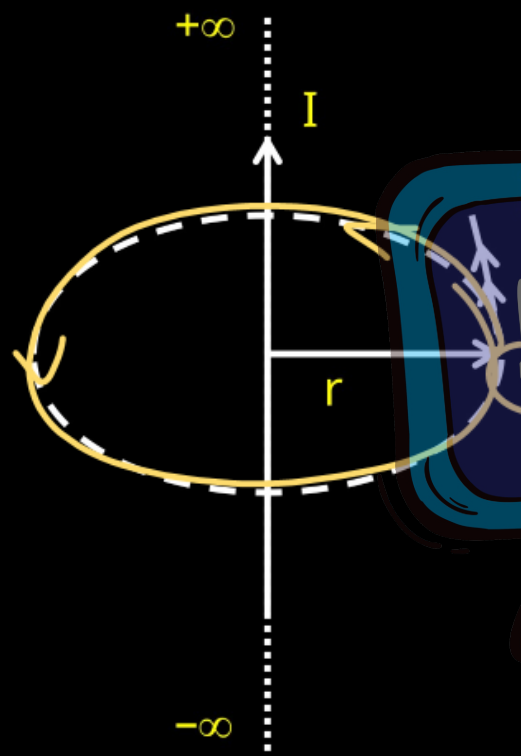
ऐम्पियर परिपथ नियम के अनुप्रयोग

(i) अनन्त लम्बाई एवं सीधे धारावाही तार के कारण चुम्बकीय क्षेत्र :

माना एक अनन्त लम्बाई एवं सीधे धारावाही चालक तार में I धारा प्रवाहित हो रही है। इस तार से r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर हमें चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करना है जिसके लिए r त्रिज्या के वृत्ताकार बन्द पथ की कल्पना करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



ऐम्पियर-परिपथ नियम से,

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{d\ell} = \mu_0 \Sigma I$$

$$\oint B\, d\ell \cos\theta = \mu_0 \Sigma I$$

$\theta = 0^\circ$ $\quad \vec{B} \uparrow\uparrow \vec{d}$ $\quad \cos 0^\circ = 1$

$$\oint B\, d\ell = \mu_0 \Sigma I$$

$$\oint B\, d\ell = \mu_0 I \because \Sigma I = I$$

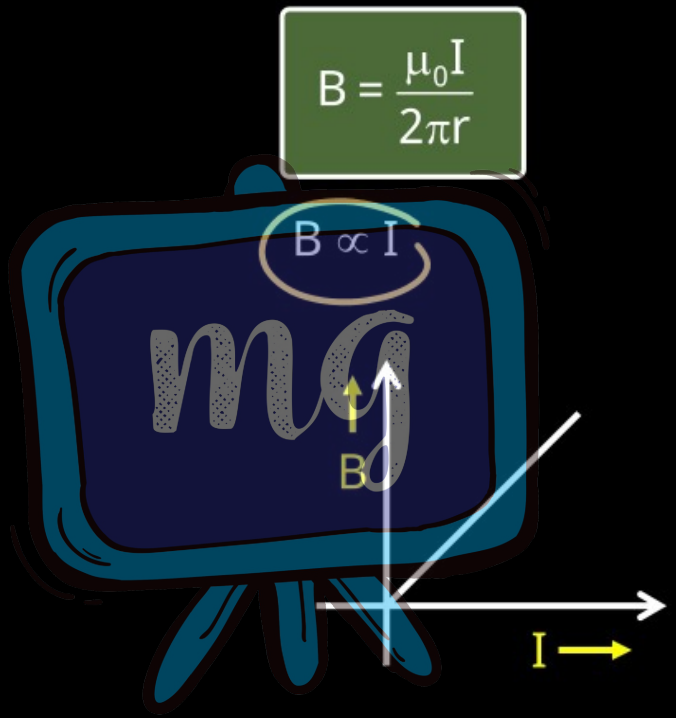
$$B \int d\ell = \mu_0 I \quad \int d\ell = \ell = 2\pi r$$

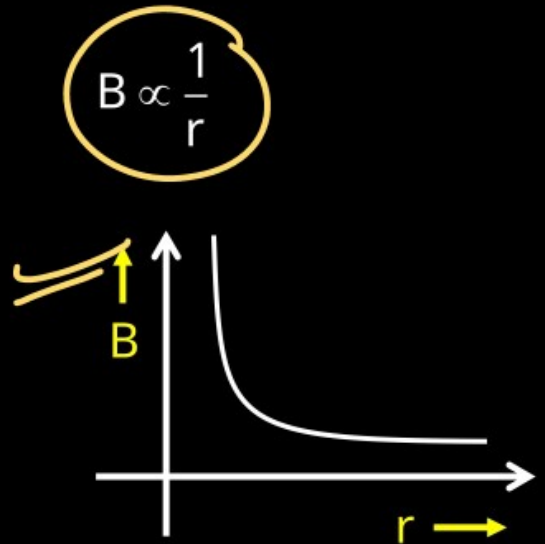
$$B(2\pi r) = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER





(ii) लम्बे धारावाही बेलनाकार चालक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र :

धारावाही बेलन से बाहर, सतह व अन्दर स्थित बिन्दुओं पर ऐम्पियर परिपथ नियम से चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करना हैं।

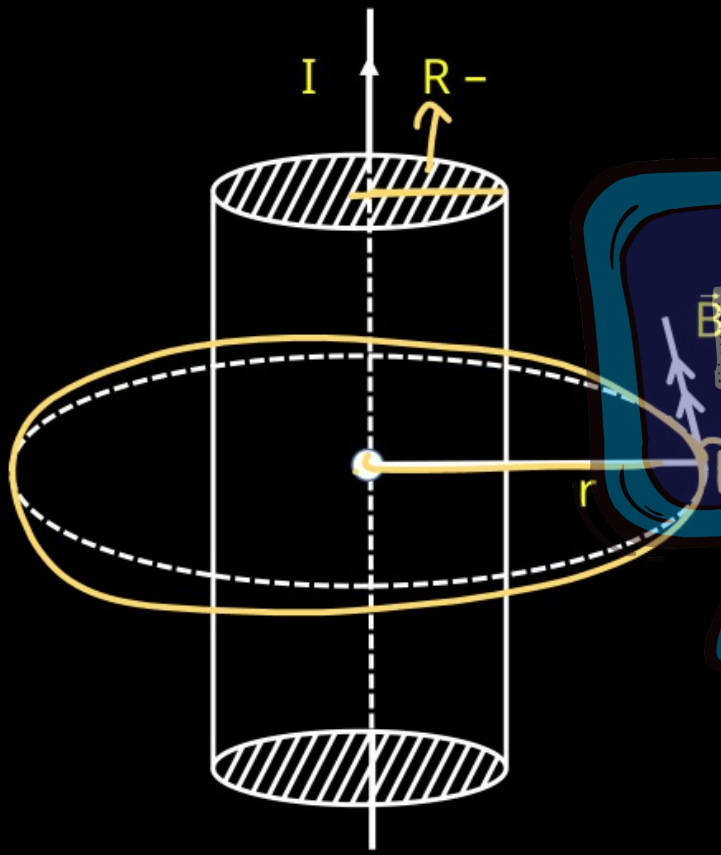
स्थिति - I :

बेलन के बाहर चुम्बकीय क्षेत्र (R > r) –

एक ठोस बेलन जिसकी त्रिज्या R है, में I धारा प्रवाहित हो रही है। इस बेलन से बाहर r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करना है जिसके लिए r त्रिज्या के बन्द वृत्ताकार पथ की कल्पना करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



ऐम्पियर-परिपथ नियम से,

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{d\ell} = \mu_0 \sum I$$

$$\oint B\,d\ell \cos\theta = \mu_0 \sum I$$

$\theta = 0°$ $\quad \vec{B} \uparrow\uparrow \vec{d}$ $\quad \sum I = I$

$$\oint B\,d\ell \cos 0° = \mu_0 \sum I$$

$$\oint B\,d\ell = \mu_0 \sum I$$

$$\oint B\,d\ell = \mu_0 I$$

$$B \oint d\ell = \mu_0 I$$

$$B(2\pi r) = \mu_0 I$$

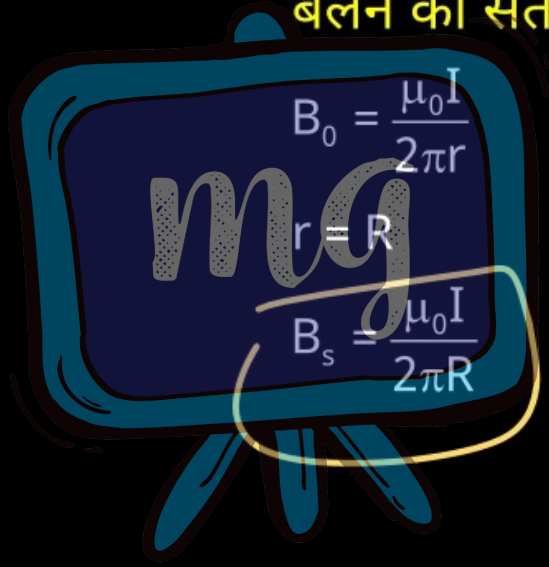
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - II

बेलन की सतह पर चुम्बकीय क्षेत्र (r = R) –



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

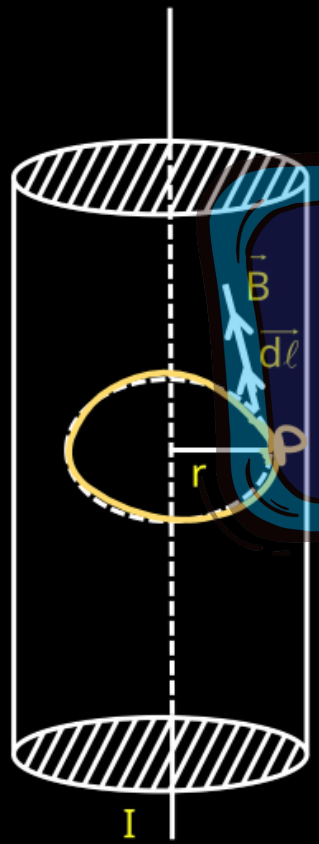
स्थिति - III

बेलन के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र ($r < R$) –

☛ चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करने के लिए r त्रिज्या के बन्द वृत्ताकार पथ की कल्पना करते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



ऐम्पियर-परिपथ नियम से,

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{d\ell} = \mu_0 \sum I$$

$$\oint B d\ell \cos\theta = \mu_0 \sum I$$

$\theta = 0°$ $\quad \vec{B} \uparrow\uparrow \vec{d\ell}$

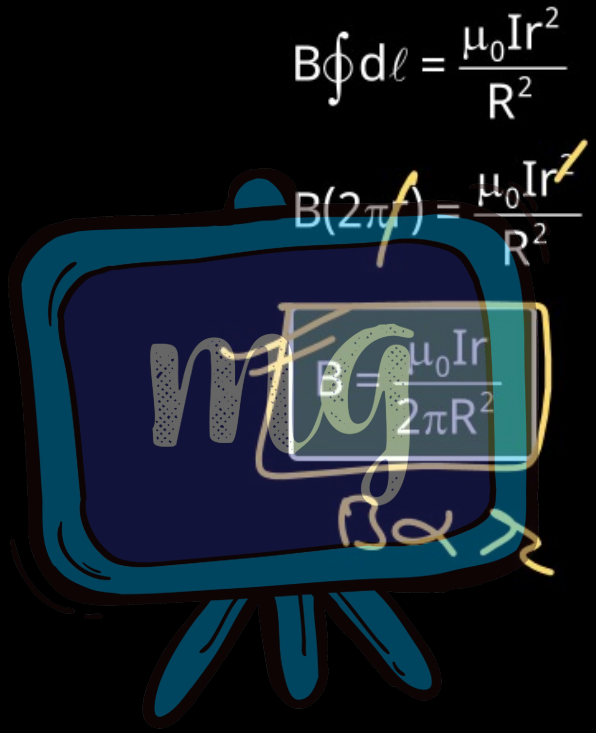
$$\oint B d\ell = \mu_0 \sum I$$

$$\because \sum I = I' = \left(\frac{I}{\pi R^2}\right) \times \pi r^2 = \frac{I r^2}{R^2}$$

$$\oint B d\ell = \mu_0 \frac{I r^2}{R^2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

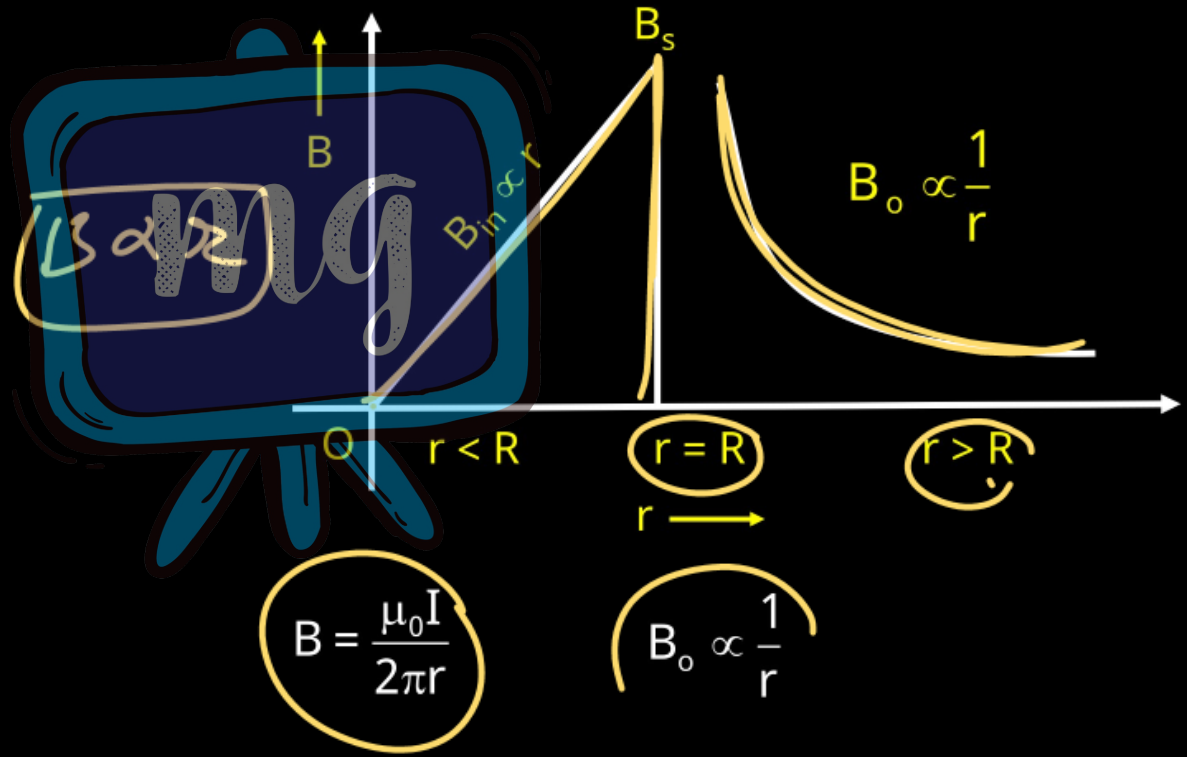
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

B व x के मध्य आरेख :

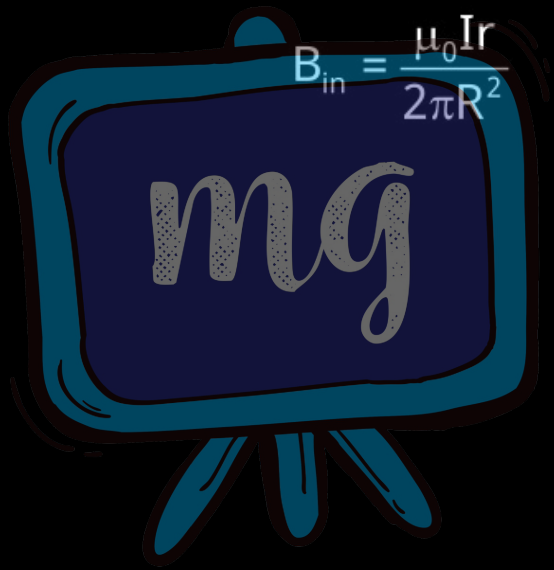


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$B_s = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$ अधिकतम

$$B_{in} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$$ $B_{in} \propto r$



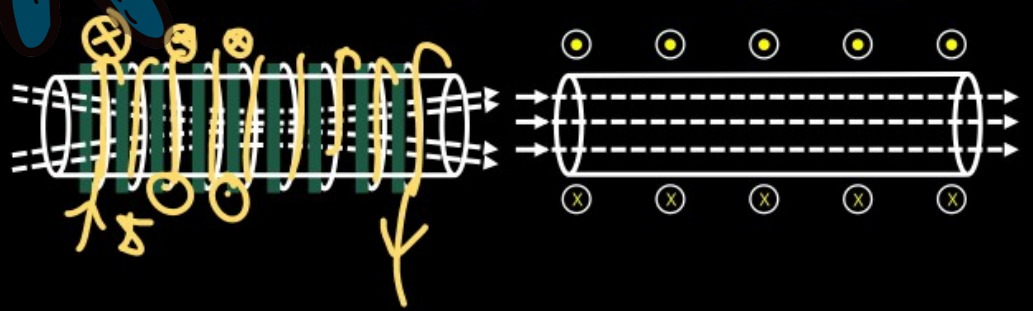
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(iii) परिनालिका :

जब किसी बेलनाकार कुचालक ट्यूब पर ताँबे के तारों को एकसमान रूप से लपेट दिया जाये तो इसे परिनालिका कहते हैं।

☛ परिनालिका का चुम्बकीय क्षेत्र एक समान रूप से उसकी अक्ष के अनुदिश प्राप्त होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

एक अनन्त लम्बाई की परिनालिका के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

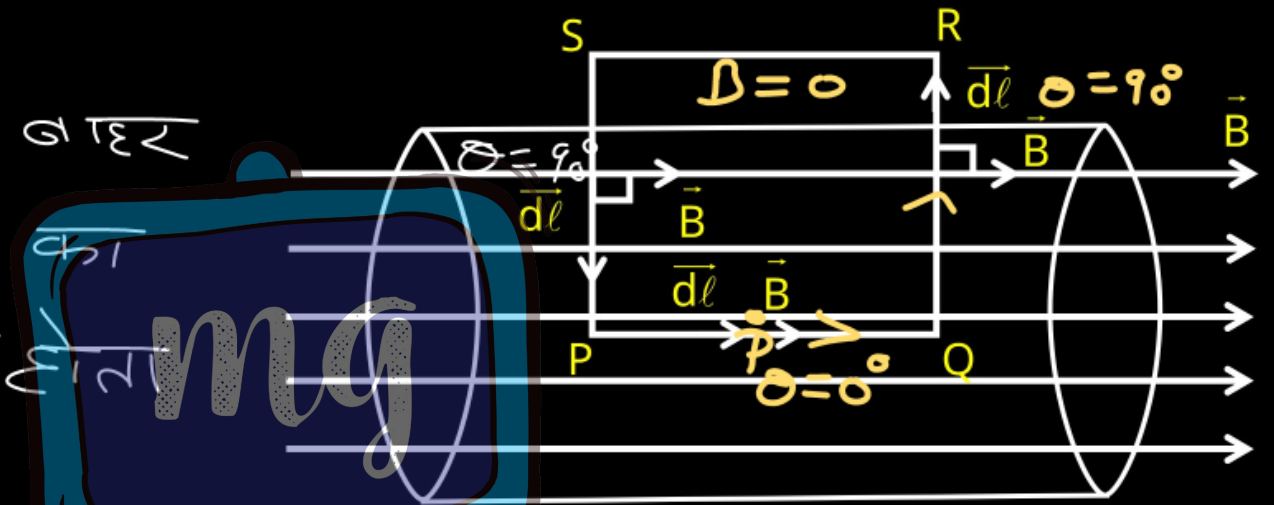
- माना L लम्बाई व N फेरों वाली एक परिनालिका में I धारा प्रवाहित हो रही है जिससे इसके अन्दर सममित रूप से चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है।
- चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करने के लिए परिनालिका में आयताकार बन्द पथ PQRS निम्न चित्रानुसार लेते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

परिनालिका के बाहर चुम्बकीय क्षेत्र का मान शून्य होता है।



$PQ = SR = \ell$

$QR = SP = b$

ऐम्पियर-परिपथ नियम से,

$$\oint_{PQRS} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \Sigma I \text{.....(i)}$$

$$\int_{PQRS} \vec{B}\,\vec{d} = \int_{PQ} Bd\cos 0^\circ + \int_{QR} Bd\cos\frac{\pi}{2} + 0 + \int_{SP} Bd\cos\frac{\pi}{2}$$

$$= \oint_{PQ} Bd\ell + 0 + 0 + 0$$

$$\oint_{PQRS} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \int_{PQ} Bd\ell = \mu_0 I$$

समीकरण (i) से,

$$\oint_{PQ} B\,d\ell = \mu_0 \Sigma I$$

$$\because \Sigma I = \left(\frac{N}{L}\right)\ell \times I$$

$$\oint_{PQ} B\,d\ell = \mu_0 \frac{NI\ell}{L}$$

$$B\oint_{PQ} d\ell = \frac{\mu_0 NI\ell}{L}$$

$$B\ell = \frac{\mu_0 NI\ell}{L}$$

$$n = \frac{N}{\ell}$$

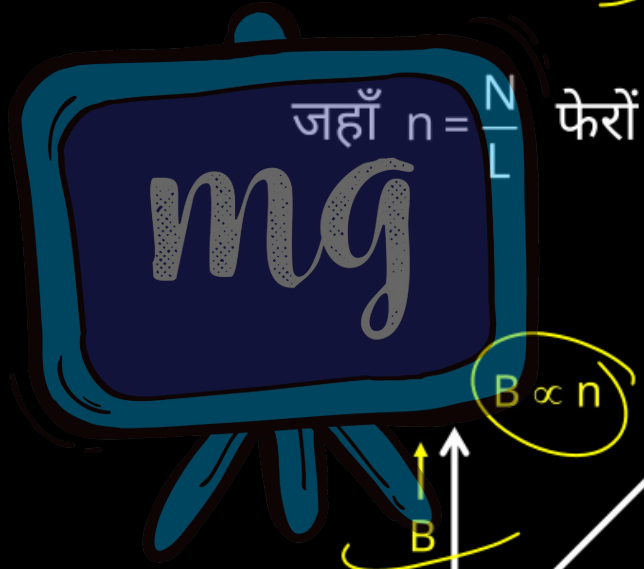
$$B = \mu_0 n I$$

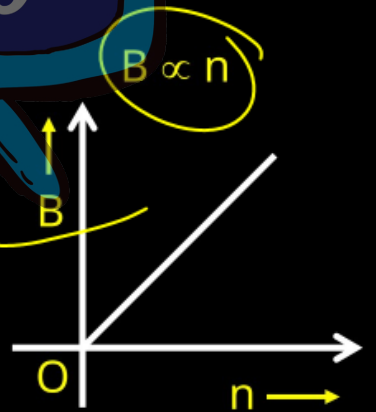
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

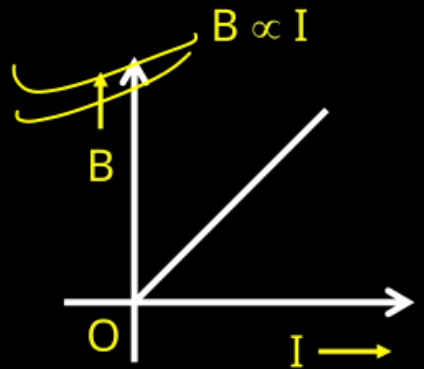
missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$ या $B = \mu_0 nI$

जहाँ $n = \frac{N}{L}$ फेरों का घनत्व है।





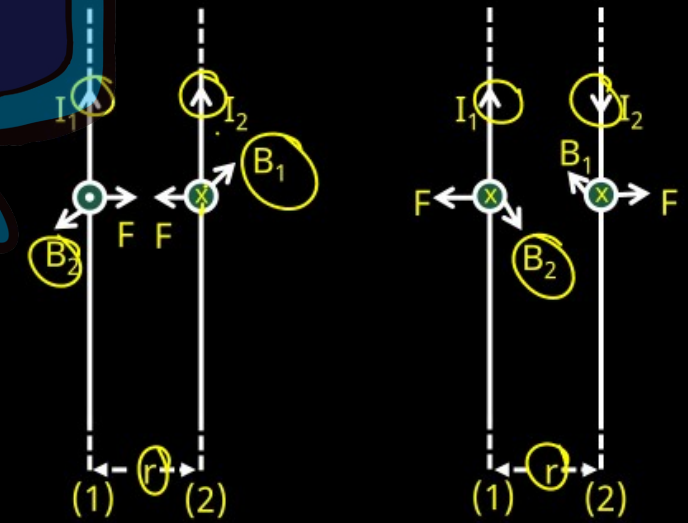


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

सीधे व समान्तर दो धारावाही चालक तारों के मध्य चुम्बकीय बल

☛ माना दो चालक तार (1) व (2) r दूरी पर समान्तर रखे हुए हैं।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ चालक तार (1) में I_1 धारा के कारण, तार (2) पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$$

☛ चुम्बकीय बल $F_2 = I_2 L B_1 \sin\frac{\pi}{2}$

$$F_2 = I_2 L \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$$

$$\frac{F_2}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \ldots\ldots\ldots(i)$$

☛ इसी प्रकार $\frac{F_1}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r} \ldots\ldots\ldots(ii)$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

समीकरण (i) से,

$$\frac{F_1}{L} = \frac{F_2}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

$$|F_1| = |F_2|$$

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

☛ जब चालक तारों में समान दिशा में धारा का प्रवाह होता है तो चालकों के मध्य चुम्बकीय बल आकर्षण प्रकृति का होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ जब चालक तारों में परस्पर विपरीत दिशा में धारा का प्रवाह होता है तो चालकों के मध्य चुम्बकीय बल प्रतिकर्षण प्रकृति का होता है।



ऐम्पियर की मानक या अन्तर्राष्ट्रीय परिभाषा

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

यदि $I_1 = I_2 = 1\text{Amp}$ और $r = 1\text{m}$

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{2\pi}$$

$$\frac{F}{L} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi}$$

$$\frac{F}{L} = 2 \times 10^{-7} \frac{N}{m}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

इसलिए, "1 ऐम्पियर वह धारा है जिसमें दो निर्वात में 1m की दूरी पर रखे सीधे व समान्तर धारावाही चालक तारों की प्रति इकाई लम्बाई में $2\times10^{-7}\ \frac{N}{m}$ का बल उत्पन्न कर दें।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

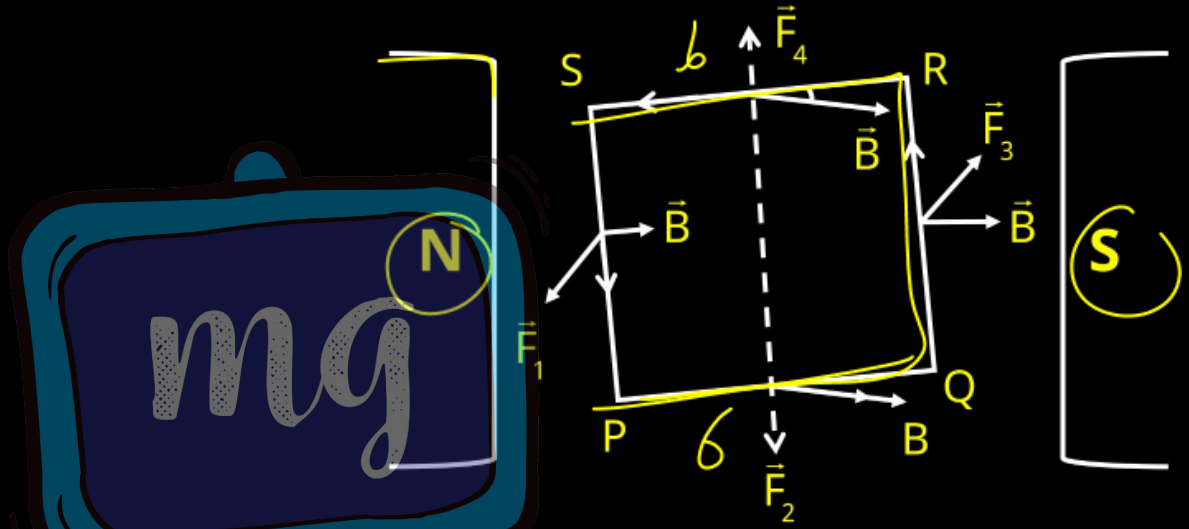
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही लूप पर बलाघूर्ण

☛ माना एक आयतकार कुण्डली PQRS जिसकी लम्बाई ℓ और चौड़ाई b हैं, में I धारा वामावर्त दिशा में प्रवाहित हो रही है और यह कुण्डली चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में स्थित है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



भुजा PQ पर बल

$F_2 = IbB \sin\theta$ (नीचे की ओर)

भुजा RS पर बल

$F_4 = IbB \sin\theta$ (ऊपर की ओर)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ $\vec{F}_2$ व $\vec{F}_4$ परिमाण में समान परन्तु विपरीत दिशा में होने के कारण एक-दूसरे के निरस्त कर देते हैं।

भुजा SP पर बल

$F_1 = I\ell B \sin 90°$ (बाहर की ओर)

$F_1 = I\ell B$

भुजा QR पर बल

$F_3 = I\ell B \sin 90°$ (अन्दर की ओर)

$F_3 = I\ell B \sin 90°$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

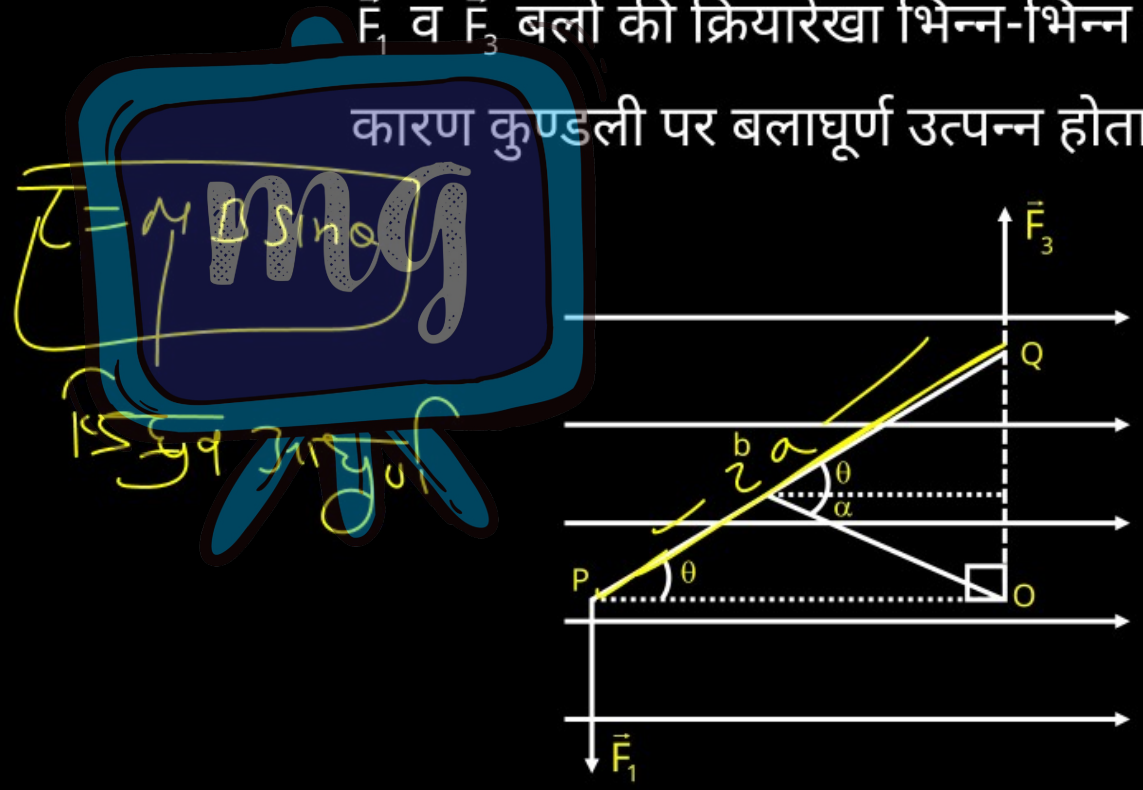
- $\vec{F}_1$ व $\vec{F}_3$ परस्पर विपरीत व समान परिमाण के हैं परन्तु इनकी क्रियारेखाएँ भिन्न-भिन्न होने के कारण इनका प्रभाव दिखायी देता है।
- परिणामी बल $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0$
- परिणामी बल शून्य होने के कारण कुण्डली में स्थानान्तरित गति नहीं होगी।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

बलाघूर्ण की गणना

$\vec{F}_1$ व $\vec{F}_3$ बलों की क्रियारेखा भिन्न-भिन्न होने के कारण कुण्डली पर बलाघूर्ण उत्पन्न होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

बलाघूर्ण = बल × लम्बवत दूरी

$\tau = I\ell B\,(OP)$ $\qquad \cos\theta = \frac{OP}{b}$

$\tau = I\ell B\, b\cos\theta$

$\tau = I(\ell b)\, B\cos\theta$

$\tau = IAB\cos\theta$ $\qquad A = \ell b$

यदि कुण्डली में N फेरे हो तो –

$\tau = NIAB\cos\theta$

$\because\ \theta + \alpha = 90°$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$\tau = NIAB \cos(90° - \alpha)$

$\tau = NIAB \sin\alpha$

$\because M = NIA$

$\tau = MB \sin\alpha$

सदिश संकेतन में,

$\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष तथ्य

यदि $\theta = 0°$ या π

$\tau = 0$

यदि $\theta = \frac{\pi}{2}$

$\tau_{max} = MB$



☛ विद्युत मोटर इसी सिद्धान्त पर कार्य करती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

MCG : MCG की सुग्राहिता - शण्ट - अमीटर - वोल्टमीटर

चल कुण्डली धारामापी :

MCG अति सूक्ष्म परिमाण ($\sim 10^{-9}$ A) धारा को मापता है तथा धारा का संसूचन करता है।

☛ सिद्धांत : जब एक धारावाही लूप एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तब उस पर लगने वाला बलाघूर्ण प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।

$$\tau \propto I$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

बनावट :

कुचालक फ्रेम पर ताँबे के विद्युतरोधी तारों को एकसमान रूप से लपेट कर कुण्डली बनायी जाती है। कुण्डली को स्प्रिंग द्वारा दो अवतलाकार स्थायी चुम्बकीय ध्रुव खण्डों के मध्य धुरी पर रखा जाता है। इसमें एल्यूमिनियम का संकेतक लगा होता है जो वृत्ताकार पैमाने पर घूमने के लिए स्वतंत्र होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

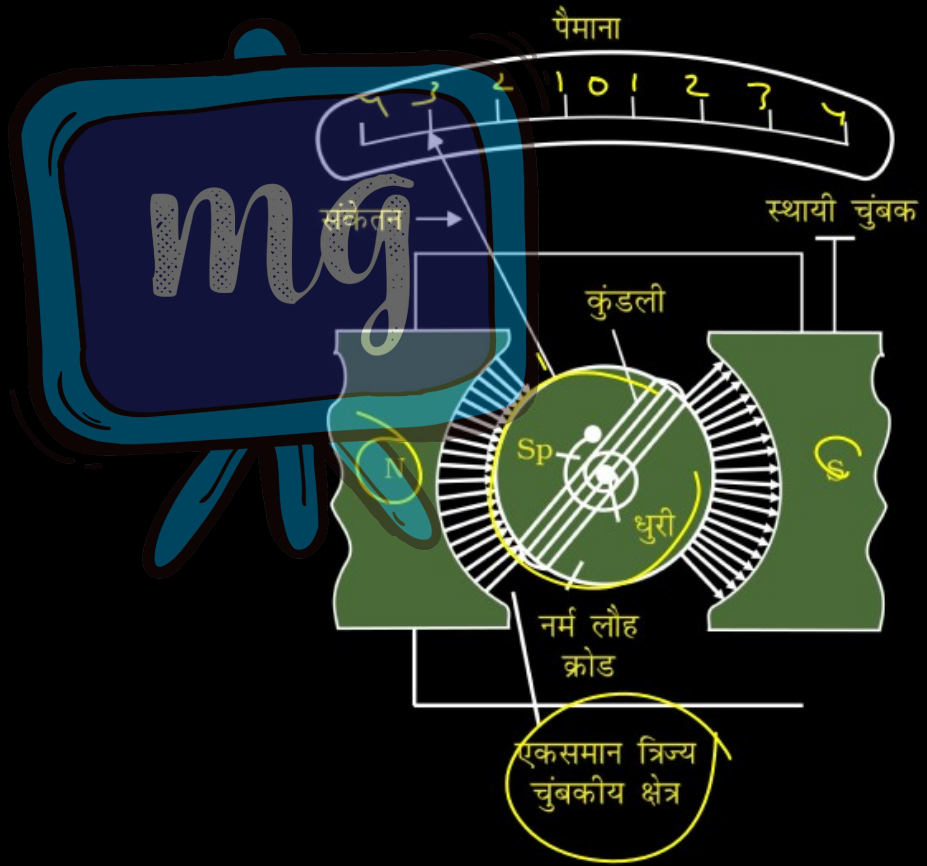
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- इस आयताकार कुण्डली में नरम लोहे की कुण्डली होती है जो ध्रुवखण्डों के मध्य तीव्रता को बढ़ाता है।
- अवतलाकार ध्रुवखण्डों के कारण चुम्बकीय क्षेत्र रेडियल (त्रिज्यीय) प्राप्त होता है।
- त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र होने से अधिकतम बलाघूर्ण उत्पन्न होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

कार्य विधि :



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- जब कुण्डली से धारा गुजरती है तब कुण्डली पर बलाघूर्ण आरोपित होता है।
- माना कुण्डली का क्षेत्रफल A, चुम्बकीय प्रेरण B और कुण्डली में प्रवाहित धारा I है तो,

उत्पन्न बलाघूर्ण $\tau = NIAB \sin\theta$

त्रिज्यीय चुम्बकीय क्षेत्र होने के कारण

$\theta = \frac{\pi}{2}$

$\tau = NIAB$ .....(i)

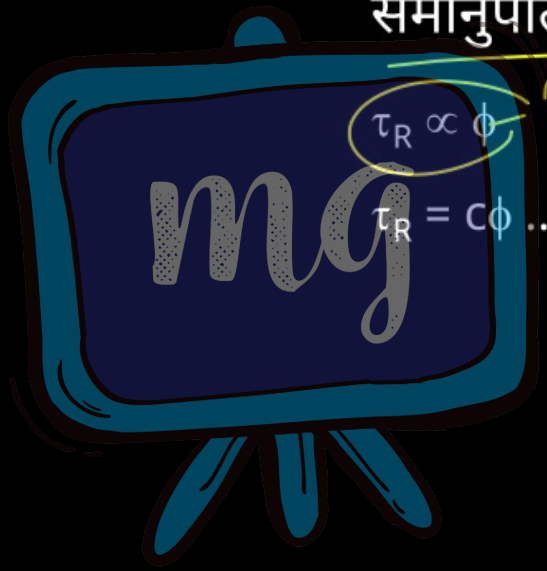
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ प्रत्यानयन बलाघूर्ण, मरोड़ी या ऐंठन कोण के समानुपाती होता है।

$\tau_R \propto \phi$ — विक्षेपण कोण

$\tau_R = C\phi$ .....(ii)



समीकरण (i) व (ii) से,

$\tau = \tau_R$

$NIAB = c\phi$

$c\phi = NIAB$

$\phi = \frac{BNA}{C} I$

B, N, A और C = नियतांक

तब $\phi \propto I$

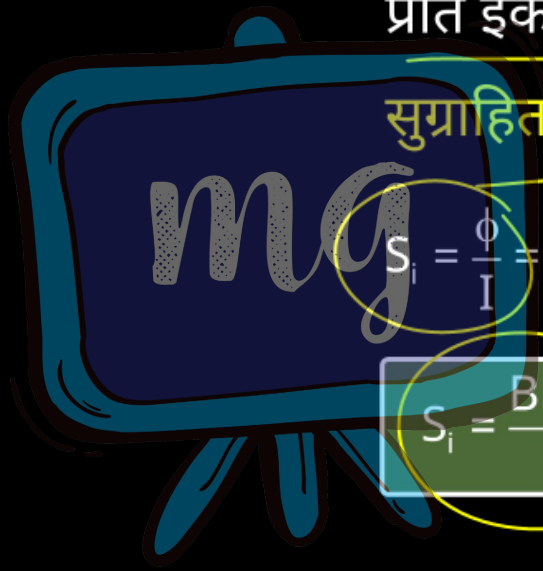
यही धारामापी का सिद्धान्त है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(i) धारा सुग्राहिता :

प्रति इकाई धारा के लिए उत्पन्न विक्षेप, धारा सुग्राहिता कहलाती है।



$$S_i = \frac{\phi}{I} = \frac{NIAB}{I} = \frac{BNA}{C}$$

$$S_i = \frac{BNA}{C}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(ii) वोल्टता सुग्राहिता :

प्रति इकाई वोल्टेज के लिए उत्पन्न विक्षेप, वोल्टता सुग्राहिता कहलाती है।

$$S_V = \frac{\phi}{V} = \frac{NIAB}{IR} = \frac{BNA}{C} \times \frac{1}{R}$$

$$S_V = \frac{BNA}{C} \times \frac{1}{R}$$

$$S_V = \frac{S_i}{R}$$

$$\text{वोल्टता सुग्राहिता} = \frac{\text{धारा सुग्राहिता}}{\text{प्रतिरोध}}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(iii) धारामापी की सुग्राहिता :

धारामापी में अल्प परिमाण के लिए विक्षेप, धारामापी की सुग्राहिता कहलाती है।

$$\frac{\phi}{I} = \frac{BNA}{C} = \frac{1}{K}$$

☛ जहाँ K = धारामापी गुणांक $= \frac{C}{BNA}$

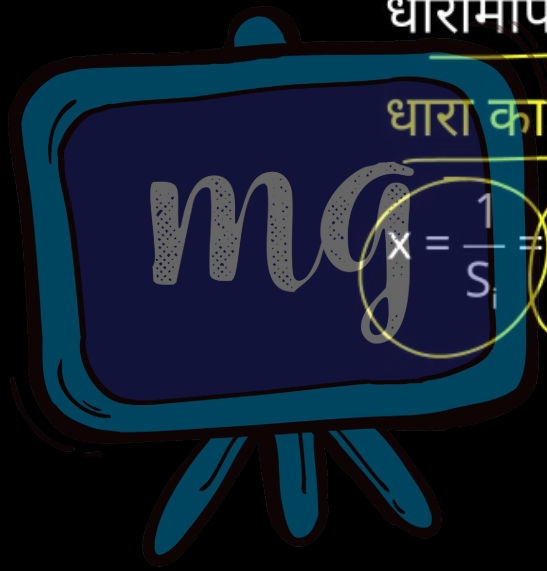


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(iv) धारामापी का दक्षतांक :

धारामापी में इकाई विक्षेप के लिए आवश्यक धारा का परिमाण, दक्षतांक कहलाता है।



$$x = \frac{1}{S_i} = \frac{I}{\phi} = \frac{C}{BNA} = K$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

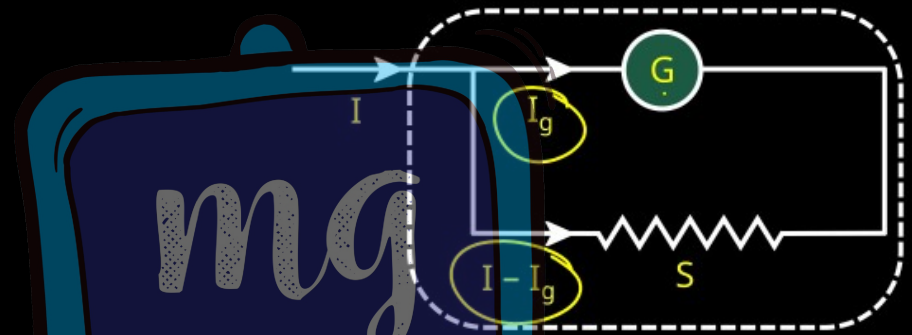
अमीटर

- विद्युत परिपथ में धारा मापने के लिए अमीटर उपयोग में लिया जाता है।
- यह श्रेणीक्रम संयोजन में धारा मापता है।
- आदर्श अमीटर के लिए प्रतिरोध शून्य होता है।
- धारामापी से शण्ट (अल्प परिमाण का प्रतिरोध) को पार्श्व (समांतर) क्रम में जोड़कर अमीटर को बनाया जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ शण्ट की गणना :



शण्ट से गुजरने वाला विभवान्तर = धारामापी का विभवान्तर

$$(I - I_g)\, S = I_g G$$

$$S = \left[\frac{I_g}{I - I_g}\right] G$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ शण्ट की परिभाषा :

"अधिक परिमाण की धारा से चल कुण्डली धारामापी को सुरक्षित रखने के लिए एक लघु प्रतिरोध इसके पार्श्व क्रम में जोड़ा जाता है जिसे शण्ट कहते हैं।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

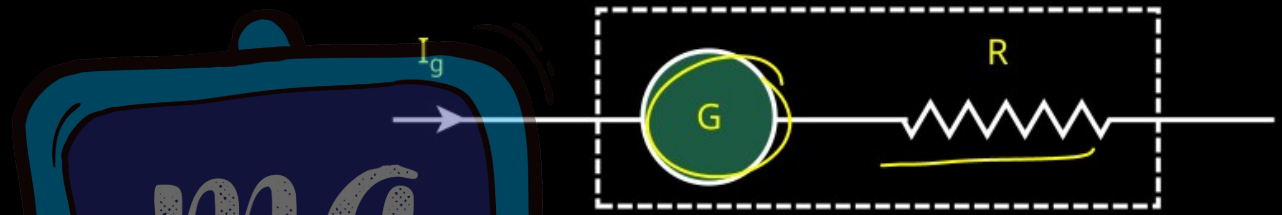
वोल्टमीटर

- विद्युत परिपथ में विभवान्तर मापने के लिए वोल्टमीटर उपयोग में लिया जाता है।
- यह पार्श्व (समान्तर) क्रम संयोजन में विभवान्तर मापता है।
- आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनन्त होता है।
- धारामापी के श्रेणीक्रम में उच्च प्रतिरोध जोड़कर, वोल्टमीटर बनाया जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ उच्च प्रतिरोध की गणना :



वोल्टमीटर का कुल विभवान्तर

$$V = I_g (G + R)$$

$$G + R = \frac{V}{I_g}$$

$$R = \frac{V}{I_g} - G$$

अभ्यास प्रश्न

1. तार की एक वृत्ताकार कुंडली में 100 फेरे हैं, प्रत्येक की त्रिज्या 8.0cm है और इनमें 0.40 A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है?

अभ्यास प्रश्न

1. तार की एक वृत्ताकार कुंडली में 100 फेरे हैं, प्रत्येक की त्रिज्या 8.0cm है और इनमें 0.40 A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली के केंद्र पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है?

उत्तर :

$N = 100, r = 8 \times 10^{-2}\ m, I = 0.40\ A$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 0.40}{2 \times 8 \times 10^{-2}}$$

$$= 3.14 \times 10^{-4}\ T$$

अभ्यास प्रश्न

2. एक लंबे, सीधे तार में 35A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। तार से 20 cm दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है?

अभ्यास प्रश्न

2. एक लंबे, सीधे तार में 35A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। तार से 20 cm दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण क्या है?

उत्तर :

$I = 35A, \quad r = 20\ cm = 20 \times 10^{-2}\ m$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 35}{2\pi \times 20 \times 10^{-2}} = 3.5 \times 10^{-5}\ T$$

अभ्यास प्रश्न

3. क्षैतिज तल में रखे एक लंबे सीधे तार में 50 A विद्युत धारा उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के पूर्व में 2.5m दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र B का परिमाण और उसकी दिशा ज्ञात कीजिए।

3. क्षैतिज तल में रखे एक लंबे सीधे तार में 50 A विद्युत धारा उत्तर से दक्षिण की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के पूर्व में 2.5m दूरी पर स्थित किसी बिंदु पर चुंबकीय क्षेत्र B का परिमाण और उसकी दिशा ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

I = 50A (N→S), r = 2.5 m (पूर्व में)

चुंबकीय क्षेत्र B का परिमाण

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50}{2\pi \times 2.5} = 4 \times 10^{-6}\ T$$

(तार के ऊपर की ओर)

अभ्यास प्रश्न

4. व्योमस्थ खिंचे क्षैतिज बिजली के तार में 90 A विद्युत धारा पूर्व से पश्चिम की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के 1.5m नीचे विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण और दिशा क्या है?

4. व्योमस्थ खिंचे क्षैतिज बिजली के तार में 90 A विद्युत धारा पूर्व से पश्चिम की ओर प्रवाहित हो रही है। तार के 1.5m नीचे विद्युत धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण और दिशा क्या है?

उत्तर :

$I = 90A, r = 1.5m$

चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 90}{2\pi \times 1.5} = 1.2 \times 10^{-5}\ T$$

(S की ओर)

अभ्यास प्रश्न

5. एक तार जिसमें 8A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 0.15T के एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में, क्षेत्र से 30° का कोण बनाते हुए रखा है। इसकी एकांक लंबाई पर लगने वाले बल का परिमाण और इसकी दिशा क्या है?

5. एक तार जिसमें 8A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 0.15T के एकसमान चुंबकीय क्षेत्र में, क्षेत्र से 30° का कोण बनाते हुए रखा है। इसकी एकांक लंबाई पर लगने वाले बल का परिमाण और इसकी दिशा क्या है?

उत्तर :

$I = 8A, B = 0.15\ T\ , \theta = 30°$

$F = BI\ell\sin\theta$

$$\frac{F}{\ell} = BI\sin\theta$$

$$\frac{F}{\ell} = 0.15 \times 8 \times \sin 30° = 0.6 Nm^{-1}$$

अभ्यास प्रश्न

6. एक 3.0 cm लंबा तार जिसमें 10A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, एक परिनालिका के भीतर उसके अक्ष के लंबवत रखा है। परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र का मान 0.27 T है। तार पर लगने वाला चुंबकीय बल क्या है।

अभ्यास प्रश्न

6. एक 3.0 cm लंबा तार जिसमें 10A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, एक परिनालिका के भीतर उसके अक्ष के लंबवत रखा है। परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र का मान 0.27 T है। तार पर लगने वाला चुंबकीय बल क्या है।

उत्तर :

$\ell = 3\text{cm} = 3 \times 10^{-2}$

$I = 10\text{A}, B = 0.27\text{T}$

तार पर लगने वाला चुंबकीय बल

$F = BI\ell\sin\theta$

$= 0.27 \times 10 \times 3 \times 10^{-2} \times \sin 90°$

$= 8.1 \times 10^{-2}\ \text{N}$

अभ्यास प्रश्न

7. एक-दूसरे से 4.0 cm की दूरी पर रखे दो लंबे, सीधे, समांतर तारों A एवं B से क्रमशः 8.0 A एवं 5.0 A की विद्युत धाराएँ एक ही दिशा में प्रवाहित हो रही हैं। तार A के 10 cm खंड पर बल का आकलन कीजिए।

7. एक-दूसरे से 4.0 cm की दूरी पर रखे दो लंबे, सीधे, समांतर तारों A एवं B से क्रमश: 8.0 A एवं 5.0 A की विद्युत धाराएँ एक ही दिशा में प्रवाहित हो रही हैं। तार A के 10 cm खंड पर बल का आकलन कीजिए।

उत्तर :

$I_A = 8A, I_B = 5A , r = 4.0 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$

10 cm खंड पर बल

$$F = \frac{\mu_0 I_A I_B \ell}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 8 \times 5 \times 10 \times 10^{-2}}{2\pi \times 4 \times 10^{-2}}$$

$$= 2 \times 10^{-5} \text{ N}$$

अभ्यास प्रश्न

8. पास-पास फेरों वाली एक परिनालिका 80 cm लंबी है और इसमें 5 परतें हैं जिनमें से प्रत्येक में 400 फेरे हैं। परिनालिका का व्यास 1.8 cm है। यदि इसमें 8.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है तो परिनालिका के भीतर केंद्र के पास चुंबकीय क्षेत्र B के परिमाण परिकलित कीजिए।

8. पास-पास फेरों वाली एक परिनालिका 80 cm लंबी है और इसमें 5 परतें हैं जिनमें से प्रत्येक में 400 फेरे हैं। परिनालिका का व्यास 1.8 cm है। यदि इसमें 8.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है तो परिनालिका के भीतर केंद्र के पास चुंबकीय क्षेत्र B के परिमाण परिकलित कीजिए।

उत्तर :

$\ell = 80\,\text{cm} = 8 \times 10^{-2}\,\text{m}$

5 परतों के लिए $N = 5 \times 400 = 2000$

$I = 8A$

अभ्यास प्रश्न

चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2000 \times 8}{80 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-2} T$$

अभ्यास प्रश्न

9. एक वर्गाकार कुंडली जिसकी प्रत्येक भुजा 10 cm है, में 20 फेरे हैं और उसमें 12A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली ऊर्ध्वाधरतः लटकी हुई है और इसके तल पर खींचा गया अभिलंब 0.80T के एकसमान चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से 30° का एक कोण बनाता है। कुंडली पर लगने वाले बलयुग्म आघूर्ण का परिमाण क्या है?

9. एक वर्गाकार कुंडली जिसकी प्रत्येक भुजा 10 cm है, में 20 फेरे हैं और उसमें 12A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। कुंडली ऊर्ध्वाधरतः लटकी हुई है और इसके तल पर खींचा गया अभिलंब 0.80T के एकसमान चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से 30° का एक कोण बनाता है। कुंडली पर लगने वाले बलयुग्म आघूर्ण का परिमाण क्या है?

उत्तर :

$\ell = 10\,\text{cm} = 10 \times 10^{-2}\,\text{m}$

$A = \ell^2 = (10 \times 10^{-2})^2 = 10^{-2}\,\text{m}^2$

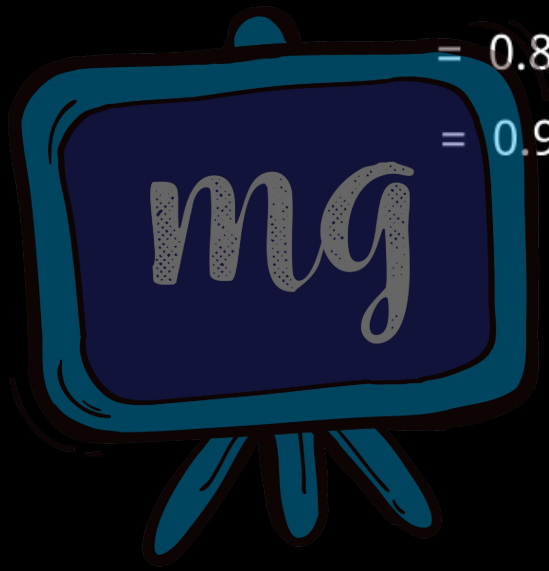
$I = 12A,\ N = 20,\ B = 0.80T,\ \theta = 30°$

अभ्यास प्रश्न

$$\tau = BINA\sin\theta$$

$$= 0.80 \times 12 \times 20 \times 10^{-2} \times \sin 30°$$

$$= 0.96 \text{ Nm}$$



अभ्यास प्रश्न

10. दो चल कुंडली गैल्वेनोमीटर मीटरों M_1 एवं M_2 के विवरण नीचे दिए गए हैं :

$R_1 = 10\Omega$, $N_1 = 30$,

$A_1 = 3.6 \times 10^{-3}\ m^2$ $B_1 = 0.25T$

$R_2 = 14\Omega$, $N_2 = 42$

$A_2 = 1.8 \times 10^{-3}\ m^2$ $B_2 = 0.5T$ (दोनों मीटरों के लिए स्प्रिंग नियतांक समान हैं)।

(a) M_2 एवं M_1 की धारा-सुग्राहिताओं, (b) M_2 एवं M_1 की वोल्टता-सुग्राहिताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

(a) चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर M_1 के लिए

$R_1 = 10\Omega$, $N_1 = 30$,

$A_1 = 3.6 \times 10^{-3}\ m^2$, $B_1 = 0.25T$

$$I_{s_1} = \frac{B_1 N_1 A_1}{C}$$

चल कुण्डली गैल्वेनोमीटर M_2 के लिए

$R_2 = 14\Omega$, $N_2 = 42$

$A_2 = 1.8 \times 10^{-3}\ m^2$ $B_2 = 0.5T$

अभ्यास प्रश्न

$$\Rightarrow I_{s_2} = \frac{B_2 N_2 A_2}{C}$$

$$\frac{I_{s_2}}{I_{s1}} = \frac{B_2 N_2 A_2}{B_1 N_1 A_1}$$

$$= \frac{0.50 \times 42 \times 1.8 \times 10^{-3}}{0.25 \times 30 \times 3.6 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{2 \times 42}{30 \times 2} = \frac{21}{15} = \frac{7}{5}$$

$$= 1.4$$

अभ्यास प्रश्न

(b)

$$\frac{V_{s_2}}{V_{s1}} = \frac{\frac{B_2 N_2 A_2}{C} \times \frac{1}{R_2}}{\frac{B_1 N_1 A_1}{C} \times \frac{1}{R_1}}$$

$$= \frac{B_2 N_2 A_2 R_1}{B_1 N_1 A_1 R_2}$$

$$= 1.4 \times \frac{10}{14} = 1$$

अभ्यास प्रश्न

11. एक प्रकोष्ठ में 6.5 G (1 G = 10^{-4}T) का एकसमान चुंबकीय क्षेत्र बनाए रखा गया है। इस चुंबकीय क्षेत्र में एक इलेक्ट्रॉन 4.8×10^6 m s^{-1} के वेग से क्षेत्र के लंबवत भेजा गया है। व्याख्या कीजिए कि इस इलेक्ट्रॉन का पथ वृत्ताकार क्यों होगा? वृत्ताकार कक्षा की त्रिज्या ज्ञात कीजिए।
($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

11. एक प्रकोष्ठ में 6.5 G (1 G = 10^{-4}T) का एकसमान चुंबकीय क्षेत्र बनाए रखा गया है। इस चुंबकीय क्षेत्र में एक इलेक्ट्रॉन 4.8×10^6 m s^{-1} के वेग से क्षेत्र के लंबवत भेजा गया है। व्याख्या कीजिए कि इस इलेक्ट्रॉन का पथ वृत्ताकार क्यों होगा? वृत्ताकार कक्षा की त्रिज्या ज्ञात कीजिए।

($e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

उत्तर :

$B = 6.5G = 6.5 \times 10^{-4}$ T, $v = 4.8 \times 10^6$ m/s

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg,

$\theta = 90°$

अभ्यास प्रश्न

इलेक्ट्रॉन पर आरोपित चुम्बकीय बल, इलेक्ट्रॉन को अभिकेन्द्रीय बल प्रदान करता है।

$$\frac{mv^2}{r} = evB\sin\theta$$

$$r = \frac{mv^2}{evB\sin\theta}$$

$$r = \frac{9.1\times10^{-31}\times(4.8\times10^{6})^2}{1.6\times10^{-19}\times4.8\times10^{6}\times6.5\times10^{-4}\times\sin90^\circ}$$

$$\Rightarrow \quad r = 4.2\times10^{-2}\ m = 4.2\ cm$$

अभ्यास प्रश्न

12. प्रश्न 4.11 में, वृत्ताकार कक्षा में इलेक्ट्रॉन की परिक्रमण आवृत्ति प्राप्त कीजिए। क्या यह उत्तर इलेक्ट्रॉन के वेग पर निर्भर करता है? व्याख्या कीजिए।

अभ्यास प्रश्न

12. प्रश्न 4.11 में, वृत्ताकार कक्षा में इलेक्ट्रॉन की परिक्रमण आवृत्ति प्राप्त कीजिए। क्या यह उत्तर इलेक्ट्रॉन के वेग पर निर्भर करता है? व्याख्या कीजिए।

उत्तर :

$B = 6.5\ G = 6.5 \times 10^{-4}\ T$

$v = 4.8 \times 10^{6}\ m/s$

$e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$

$m = 9.1 \times\ 10^{-31}\ kg$

अभ्यास प्रश्न

इलेक्ट्रॉन पर आरोपित चुम्बकीय बल, इलेक्ट्रॉन को अभिकेन्द्रीय बल प्रदान करता है।

$$F = evB\sin\theta$$

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{mv^2}{r} = evB\sin\theta$$

$$r = \frac{mv^2}{evB\sin\theta} \qquad \because \theta = \frac{\pi}{2}$$

$$r = \frac{mv}{eB}$$

अभ्यास प्रश्न

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$T = \frac{2\pi m}{eB}$$

$$\therefore f = \frac{eB}{2\pi m}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 6.5 \times 10^{-4}}{2 \times 3.14 \times 9.1 \times 10^{-31}}$$

$$= 1.82 \times 10^{6}\ \text{Hz} = 1.82\ \text{mHz}$$

आवृत्ति वेग से स्वतंत्र है।

अभ्यास प्रश्न

13.

(a) 30 फेरों वाली एक वृत्ताकार कुंडली जिसकी त्रिज्या 8.0cm है और जिसमें 6.0A विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है, 1.0T के एकसमान क्षैतिज चुंबकीय क्षेत्र में ऊर्ध्वाधरतः लटकी है। क्षेत्र रेखाएँ कुंडली के अभिलंब से 60° का कोण बनाती हैं। कुंडली को घूमने से रोकने के लिए जो प्रतिआघूर्ण लगाया जाना चाहिए उसके परिमाण परिकलित कीजिए।

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

(a) $N = 30, r = 8.0\ cm = 8 \times 10^{-2} m$

$A = \pi r^2 = 3.14 \times (8 \times 10^{-2})^2 = 0.0201 m^2$

$I = 6A, B = 1T, \theta = 60°$

$\tau = BINA\sin\theta$

$\tau = 1 \times 6 \times 30 \times 0.0201 \times \sin 60°$

$\tau = 3.133\ Nm$

(b) यदि (a) में बतायी गई वृत्ताकार कुंडली को उसी क्षेत्रफल की अनियमित आकृति की समतलीय कुंडली से प्रतिस्थापित कर दिया जाए (शेष सभी विवरण अपरिवर्तित रहें) तो क्या आपका उत्तर परिवर्तित हो जाएगा?

(b) यदि (a) में बतायी गई वृत्ताकार कुंडली को उसी क्षेत्रफल की अनियमित आकृति की समतलीय कुंडली से प्रतिस्थापित कर दिया जाए (शेष सभी विवरण अपरिवर्तित रहें) तो क्या आपका उत्तर परिवर्तित हो जाएगा?

उत्तर :

यदि कुण्डली का क्षेत्रफल समान है तब बल आघूर्ण अपरिवर्तित रहता है।