चुम्बकत्व की खोज :-

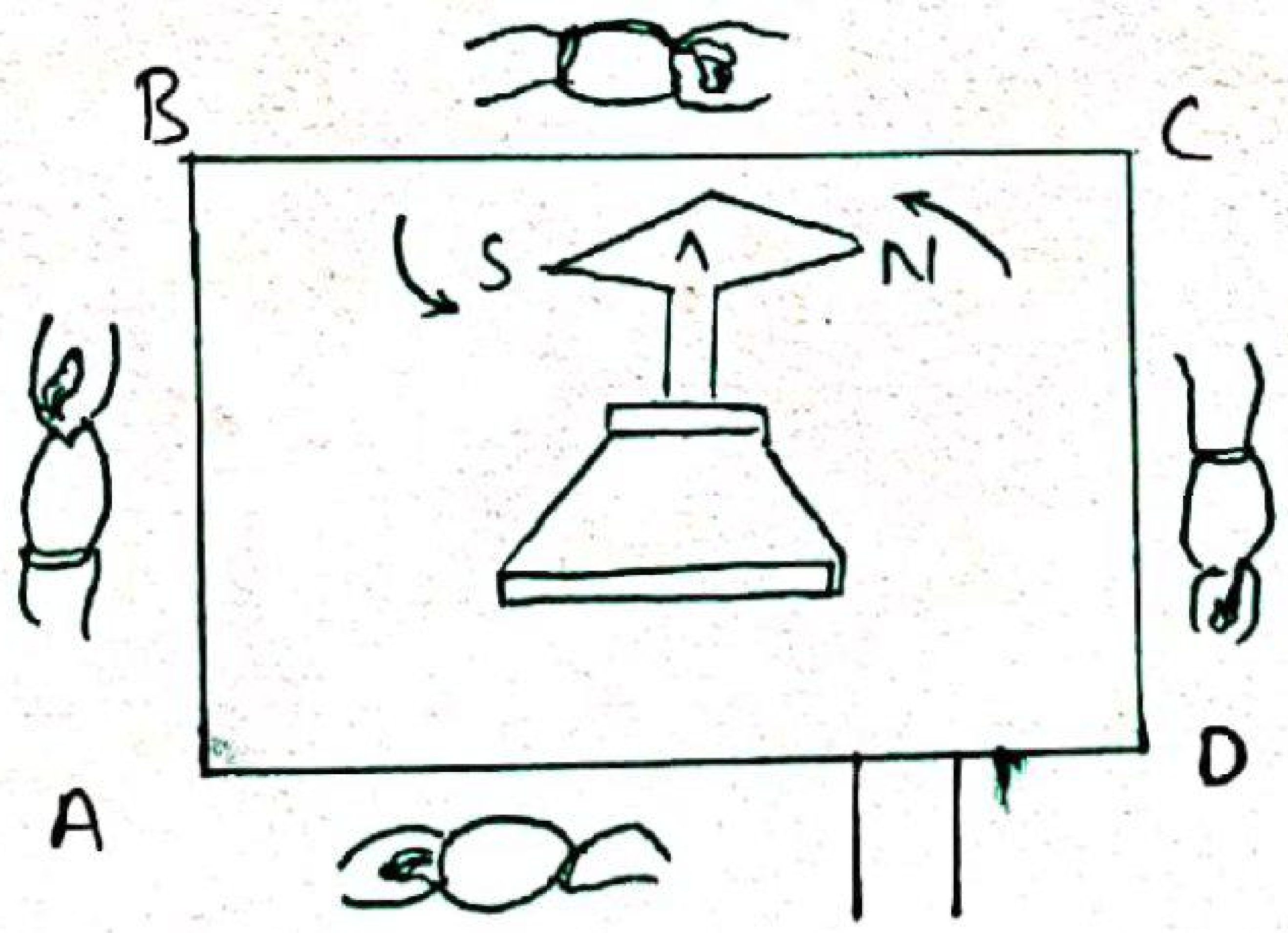
1820 में डेनमार्क के प्रसिद्ध वैज्ञानिक ओरस्टेड ने किया।

चुम्बकीय प्रभाव :-

किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर उसके चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होने की घटना को चुम्बकीय प्रभाव कहते है।

एम्पियर के तैरने का नियम :-

यदि कोई व्यक्ति धारामापी तार के अनुदिश चुम्बकीय सुई की ओर मुँह करके धारा की दिशा में तैर रहा है तब चुम्बकीय सुई का N ध्रुव उसके बाएँ हाथ की ओर विक्षेपित होगा।



मेक्सवेल का पेंच नियम :-

एक दक्षिणा वार्ती पेंच को इस तरह घुमाया जाए कि वह विद्युत धारा की दिशा में आगे बढ़े तो ऐसा करने के लिए हाथ के अंगूठे को ~~घुमाना~~ जिस दिशा मे घुमाना पड़ता है वही ~~वह~~ बल रेखाओ की दिशा होगी।

हाथ के अंगूठे का नियम :-

विद्युत धारावाही तार को दाहिने हाथ से इस प्रकार पकड़ो कि दाहिने हाथ का अँगूठा विद्युत धारा की दिशा में हो तो जिस दिशा में मुड़ती है वह बलरेखाओ की दिशा होती है।

दाहिने हाथ के हथेली का नियम :-

दाएँ हाथ के हथेली को इस प्रकार फैलाइए कि अंगुलियाँ अंगूठे के लम्बवत हो तो अँगूठा चालक ~~बामें~~ में बहने वाली हो तथा उंगलियाँ उस बिन्दु की ओर संकेत करे जिस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करता है तो चुम्बकीय क्षेत्र हथेली की लम्बवत बाहर की ओर होगा।

प्र०- एक तार को खींचकर उसकी त्रिज्या पहले त्रिज्या की आधी कर दी जाती है तो उसका प्रतिरोध पहले प्रतिरोध के कितना कम हो जाएगा।

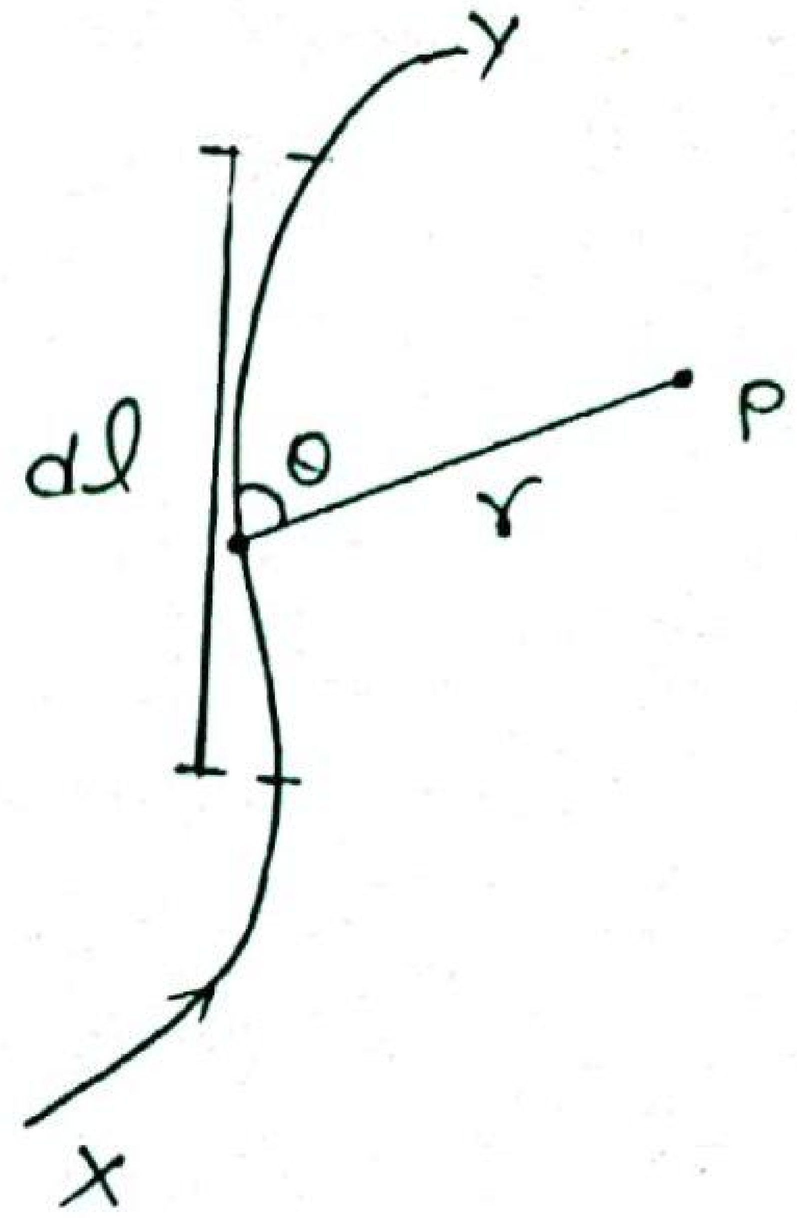
माना तार की प्रारंभिक लंबाई l त्रिज्या r_1 व क्षेत्रफल A_1 है

तार को खींचने पर लम्बाई l_2 त्रिज्या r_2 व क्षेत्रफल A_2 है

$\because$ तार को खींचने पर आयतन समान रहता है

बायो सेवर्ट का नियम :-

माना X, Y एक चालक है जिसमें I विद्युत धारा प्रवाहित हो रहा है इस चालक तार पर एक अल्पांश लम्बाई dl है तब इस अल्पांश द्वारा बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता dB



(1) DB

चालक में प्रवाहित धारा I के अनुक्रमानुपाती है

अर्थात $DB \propto I$ ——— (1)

(ii) चालक के उस अल्पांश की लम्बाई dl के अनुक्रमानुपाती होता है।

अर्थात

$DB \propto Dl$ ——— (ii)

(3) अल्पांश की लम्बाई और अल्पांश को बिन्दु P मिलाने वाली रेखा के बीच बनने वाले कोण θ की ज्या के अनुक्रमानुपाती होता है

$dB \propto \sin\theta$ ——— (iii)

(4) अल्पांश से बिन्दु P के बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

$dB \propto \frac{1}{r^2}$ ——— (iv)

उपरोक्त सभी (I) (II) (III) व (iv) को मिलाने पर

$$DB \propto \frac{Idl \sin\theta}{r^2}$$

$$DB = K \frac{Idl \sin\theta}{r}$$

जहाँ K एक अनुपातिक नियतांक है

SI पद्दति में K का मान $K = \frac{\mu_0}{4\pi}$

टेसला मीटर / एम्पियर

तो $$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin\theta}{r^2}$$

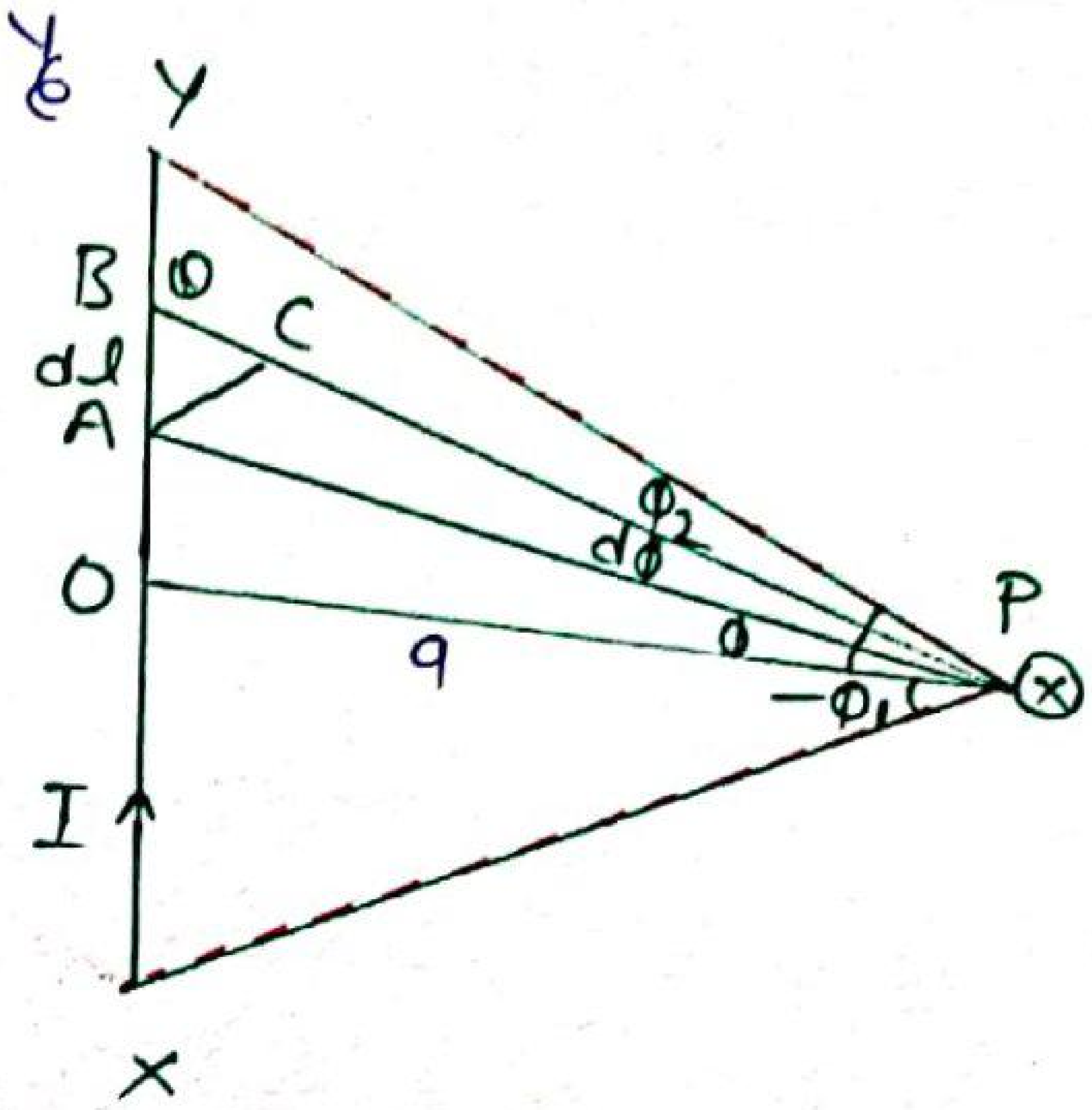
$$dB = \frac{10^{-7} Idl \sin\theta}{r^2}$$

यही बायो सेवर्ट का व्यंजक है।

बायो सेवर्ट	कूलाम का नियम
यह व्युत्क्रम वर्ग नियम का पालन करता है।	यह भी व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन करता है
यह अध्यारोपण के सिद्दांत पर आधारित है।	यह भी आध्यारोपण के सिद्दांत पर आधारित है
इसमें I dl का क्षेत्र चुम्बकीय होता है।	इसमें dq का क्षेत्र स्थिर वैद्युत होता है।

एक लम्बी धारावाही चालक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता :-

माना XY एक चालक तार है जिसमें X से Y की ओर धारा प्रवाहित हो रही है इससे OP = a दूरी पर एक बिन्दु P है जिस पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।



माना बिन्दु O से x दूरी पर एक अल्पांश AB है जिसकी लम्बाई dl तथा अल्पांश से बिन्दु P की दूरी r है।
अल्पांश AB के कारण बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता है।

इससे OP = a दूरी पर

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

माना $\angle OPA = \phi$

समकोण ΔACB में

$$\sin(180 - \theta) = \frac{AC}{AB}$$

$$\sin\theta = \frac{AC}{dl}$$

$$AC = dl \sin\theta \quad \text{------ (II)}$$

Scanned with CamScanner

समकोण ΔPCA में

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

$$\sin d\theta = \frac{AC}{r}$$

$$r \sin d\phi = AC$$

$$r\, d\theta = AC \quad \text{———} (iii)$$

($\because dl$ का मान अत्यंत कम

समी (ii) व (iii) से

$$dl \sin\theta = r\, d\phi$$

समी (i) मे मान रखने पर

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

$$d\theta = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\, d\phi}{r} \quad \text{———} (iv)$$

अब समकोण ΔAOP में

$$\cos\theta = \frac{OP}{AP}$$

$$\cos\theta = \frac{a}{r}$$

$$\frac{\cos\phi}{a} = \frac{1}{r}$$

समी (iv) में मान रखने पर

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} \cos\phi\, d\phi$$

सम्पूर्ण तार के लिए

माना $\angle OPX = \phi_1$

$\angle OPY = \phi_2$

चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

$$\int dB = \int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} \cos\phi \, d\phi$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} \int_{\phi_1}^{\phi_2} \cos\phi \, d\phi$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} \left(\sin\phi_2 - \sin(-\phi_2) \right)$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} \left[\sin\phi_2 + \sin\phi_1 \right]$$

स्थिति (I) जब चालक तार की लम्बाई अनन्त हो

तो $\phi_1 = \frac{\pi}{2}$ व $\phi_2 = \frac{\pi}{2}$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} \left[\sin\frac{\pi}{2} + \sin\frac{\pi}{2} \right]$$

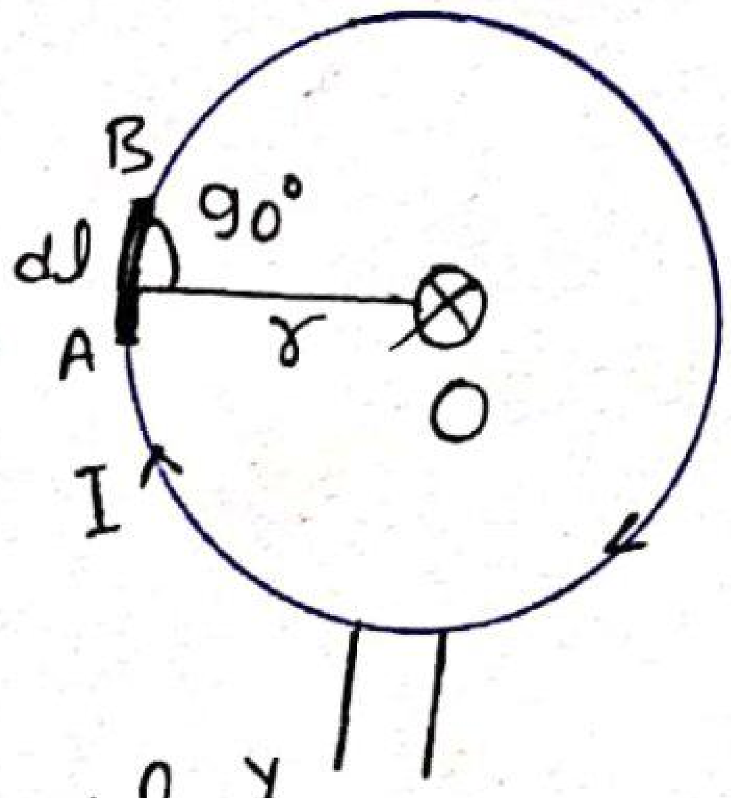
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} (1+1)$$

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

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

धारावाही चालक के लूप के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता :-

माना एक वृत्ताकार लूप का केन्द्र O तथा त्रिज्या r है जिसमें धारा I दक्षिणावर्त दिशा में प्रवाहित हो रही है इस धारावाही लूप के केंद्र O पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात कीजिए :-



माना धारावाही लूप पर एक अल्पांश dl है जिसके कारण केन्द्र O पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

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

$\theta = 90^\circ$ क्यो $I\,dl\,\sin 90^\circ$

तब $I\,dl$ $\qquad (\because \sin 90 = 1)$

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

$\therefore$ कुल चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

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

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2} \int dl$$

$\therefore [dl = 2\pi r]$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{r^2}\, 2\pi r$$

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

यदि लूप के स्थान पर N फेरो वाली कुंडली हो तो

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

निर्भरता :-

(1) कुंडली मे फेरो की संख्या :-

चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता कुंडली मे फेरो की संख्या बढ़ाने पर बढ़ती है।

प्रवाहित धारा :-

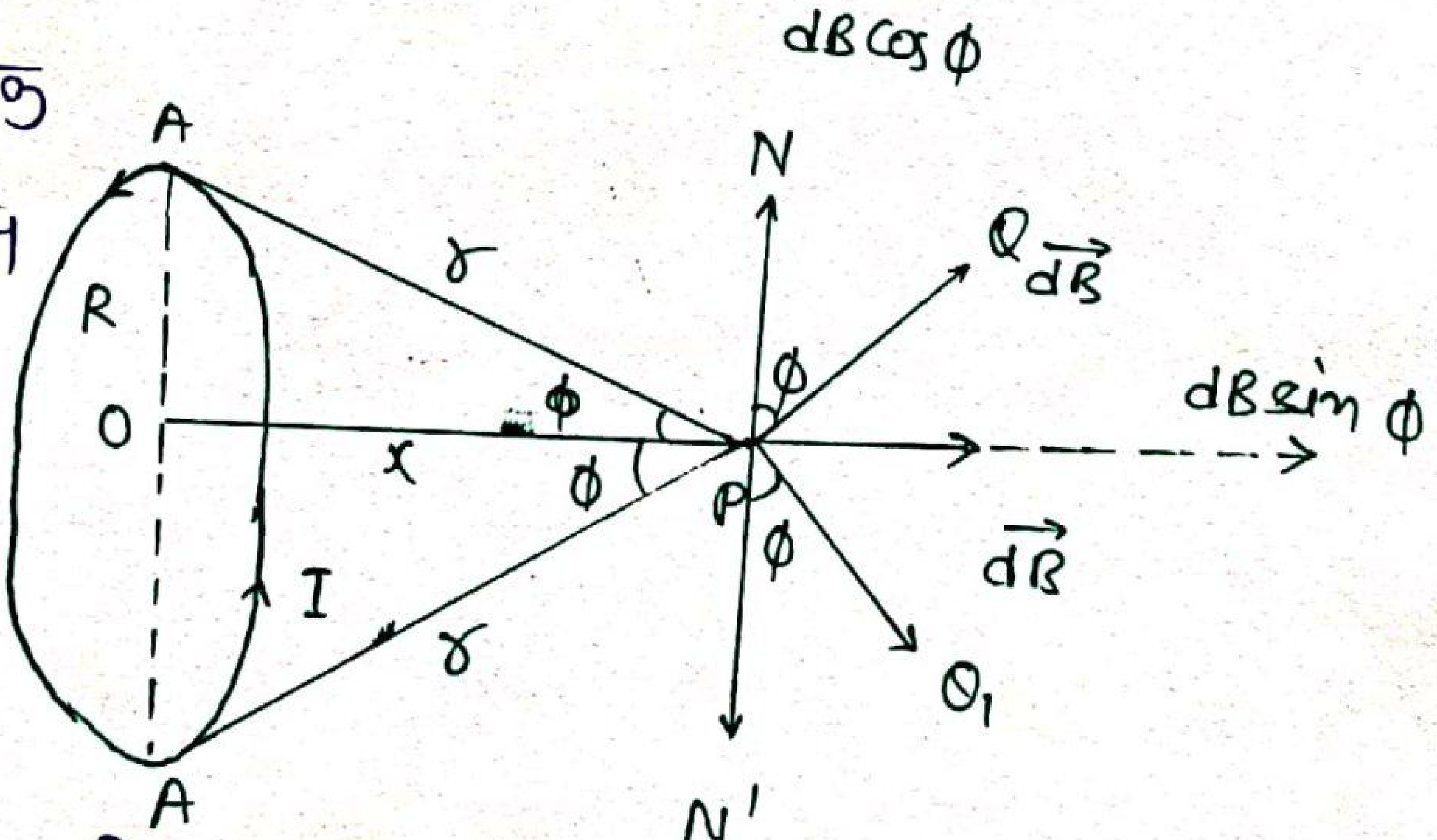
धारा का मान बढ़ाने पर कुंडली के चुम्बकीय क्षेत्र तीव्रता का मान बढ़ जाता है।

कुंडली की त्रिज्या :-

त्रिज्या के मान में कमी कर देने पर कुंडली के चुम्बकीय क्षेत्र तीव्रता बढ़ जाती है

धारावाही वृत्ताकार लूप के अक्ष पर विद्युत क्षेत्र की तीव्रता :-

माना R त्रिज्या की एक वृत्तीय कुंडली है जिस पर I धारा प्रवाहित हो रही है कुंडली के के केंद्र O से x दूरी पर एक बिन्दु P है



जिस पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता dB cos ϕ ज्ञात करनी है

कुंडली के ऊपरी सिरो पर एक अल्पांश AB है जिसकी लम्बाई dl है तथा बिन्दु P से r दूरी पर है।

अल्पांश AB के कारण बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

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

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I dl}{r^2} \quad \text{———} (1) \quad [\sin 90 = 1]$$

कुंडली में निचले सिरे पर भी एक अल्पांश A'B' है जिस पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

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

बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता dB को दो घटको में वियोजित किया जा सकता है

(i) $dB \cos\phi$ अक्ष OP के लम्बवत PN दिशा में

(ii) $dB \sin\phi$ अक्ष OP के अनुदिश

PN व PN' एक दूसरे के विपरीत है

∴ चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता एक दूसरे को निरस्त कर देगे

अत: वृत्तीय कुंडली के कारण बिन्दु P पर OP अक्ष के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

$$B = \int dB \sin\theta$$

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi_0} \frac{I dl}{r^2} \sin\theta \quad (\text{समी (1) से})$$

ΔAOP मे $\sin\theta = \frac{R}{r}$

$$= \int \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\,dl}{r^2} \frac{R}{r}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I\,dl}{r^3} \int dl$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{IR}{r^3} \, 2\pi R$$

2

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{IR^2}{r^3} \quad \text{———— (II)}$$

समकोण ΔAOP मे पाइथागोरस प्रमेय से

$$AB^2 = OA^2 + OP^2$$

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

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

समी (II) से मान रखने पर

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{———— (iii)}$$

यदि वृत्ताकार लूप के जगह r फेरो वाली

$$B = \frac{\mu_0 I N R^2}{2(R^2+x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad \text{———— (iv)}$$

स्थिति (I) यदि बिन्दु P वृत्तीय लूप के केन्द्र पर हो

$$x = 0$$

समी (iv) से

$$B = \frac{\mu_0 I N R^2}{2 R^2 \times \frac{3}{2}}$$

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

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

स्थिति II $x >>>> R$

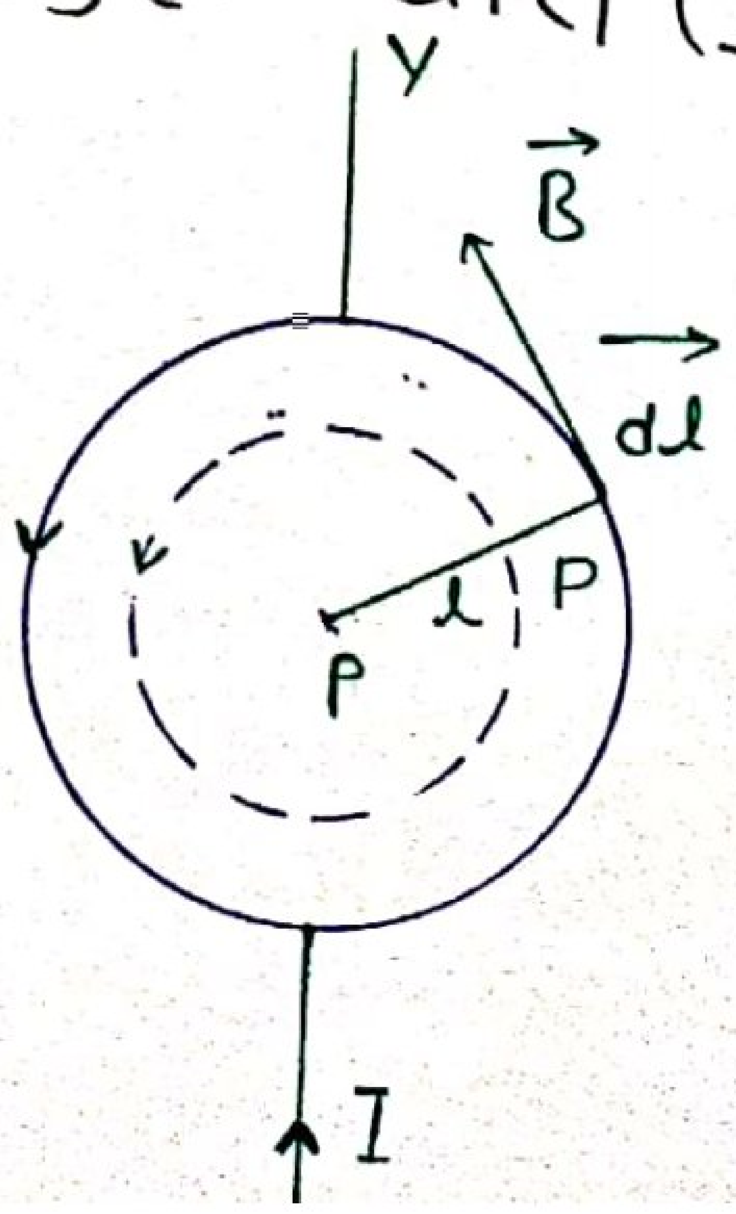
$$B = \frac{\mu_0 I N R^2}{2 (x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I N R^2}{2x^3}}$$

एम्पियर का परिपथीय नियम :-

निर्वात मे किसी बन्द वक्र के चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र B पर रेखीय समाकलन उस वक्र द्वारा घिरी कुल धारा (I) का μ_0 गुना होता है।

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 I$$



माना एक अनन्त लम्बाई का चालक तार XY की कल्पना करते है जिसमे I धारा तीर के अनुदिश प्रवाहित हो रही है चालक के चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र रेखाएं संकेन्द्रीय वृत्तो के रूप मे होगी तब चालक से r दूरी पर स्थित बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{r} \quad \text{——— (1)}$$

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

बिन्दु P पर एक अल्पांश dl की कल्पना की जाती है जिसमें B तथा dl की दिशा समान होगी इसलिए उनके बीच कोण [0°] बनेगा

अत: r त्रिज्या के वृत्त के चारो ओर $\vec{B}$ का रेखीय समाकलन

$$\oint B dl = \oint B dl \cos\theta$$

$$= \int B dl \cos 0^\circ \quad [\theta = 0^\circ]$$

$$= \oint B dl \times 1 \quad [\cos 0^\circ = 1]$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = B dl$$

समी (1) से मान रखने पर

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

$$= \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \oint dl$$

$$\because dl = 2\pi r$$

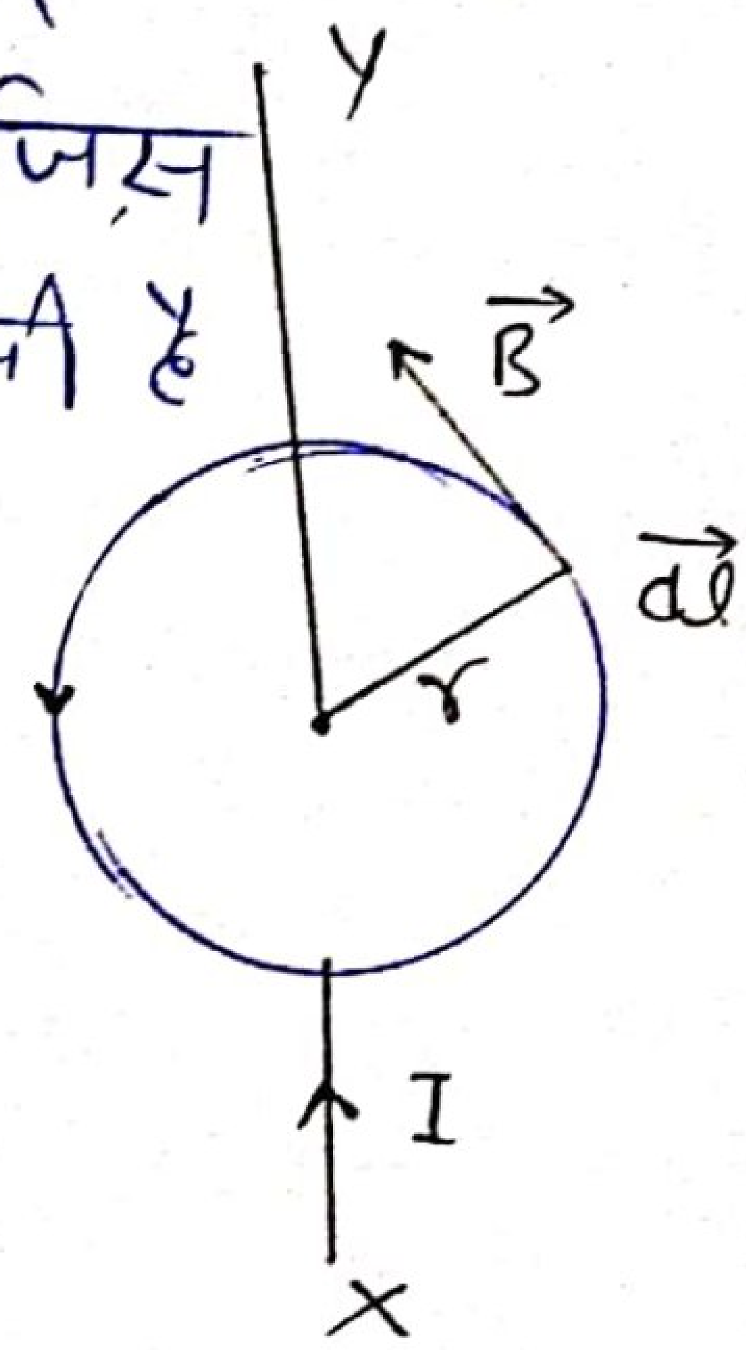
$$\oint \vec{B} \cdot dl = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \times 2\pi r$$

$$\boxed{\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 I}$$

Scanned with CamScanner

सीधे लम्बे तार धारावाही तार के समीप चुम्बकीय क्षेत्र की गणना :-

माना X, Y एक सीधा तार है जिसमें I विद्युतधारा X से Y की ओर प्रवाहित हो रही है तार के लम्बवत r दूरी पर एक बिन्दु P है जिस पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है R त्रिज्या के वृत के रूप में एम्पियर लूप की कल्पना करते है जो बिन्दु P से होकर गुजरता है.



एम्पियर के परिपथीय नियम से

$$\oint B \cdot dl = \mu_0 I \quad \text{——— (1)}$$

बिन्दु P पर अल्पांश $\vec{dl}$ और चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ की दिशा समान होगी।

∴ इनके बीच 0° का कोण बनेगा

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \oint B \, dl \cos\theta$$

$$= \oint B \cdot dl \cos 0^\circ \qquad (\theta = 0^\circ)$$

$$= \oint B \, dl \times 1 \qquad (\cos 0^\circ = 1)$$

$$= \oint B \, dl$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = B \cdot 2\pi r \quad \text{——— (II)}$$

समी (1) व (II)

$$B \, 2\pi r = \mu_0 I$$

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

लारेंज बल :-

जब कोई आवेश किसी चुम्बकीय क्षेत्र में गति करता है तो उस पर एक बल कार्य करता है जिसे चुम्बकीय लारेंज बल कहते हैं
इसकी खोज डच भौतिक भौतिक शास्त्री हेंड्रिक ऐंटून लारेंज ने किया।
माना एकांक आवेश q चुम्बकीय क्षेत्र B पर गतिमान है तब उस पर लगने वाला बल

~~(1)~~ आवेश के परिमाण q चुम्बकीय क्षेत्र B पर गतिमान है तब उस पर लगने वाला बल

(1) आवेश के परिमाण q के अनुक्रमानुपाती होती है

$$F \propto q$$

(2) चुम्बकीय क्षेत्र के परिमाण B के अनुक्रमानुपाती होता है

$$F \propto B$$

(3) आवेश के वेग v के अनुक्रमानुपाती होता है

$$F \propto v$$

(4) चुम्बकीय क्षेत्र के बीच sinθ के अनुक्रमानुपाती जहाँ θ = B और v के बीच का कोण

$$F \propto \sin\theta$$

उपर्युक्त चारो को मिलाने पर

Scanned with CamScanner

$F \propto qBv \sin\theta$

$F = KqvB \sin\theta$

यदि $K = 1$ हो तो

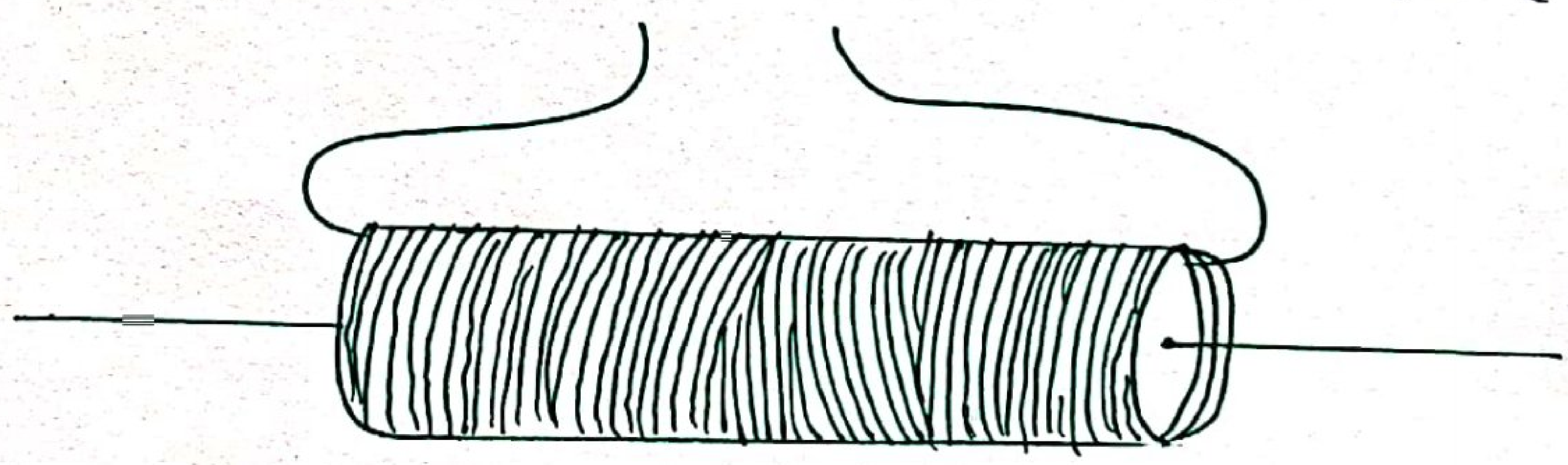
$F = qvB \sin\theta$

सदिश रूप मे निम्न प्रकार से लिया जा सकता है

$F = q(v \times B)$ $(\because \vec{a} \times \vec{b} = ab \sin\theta$

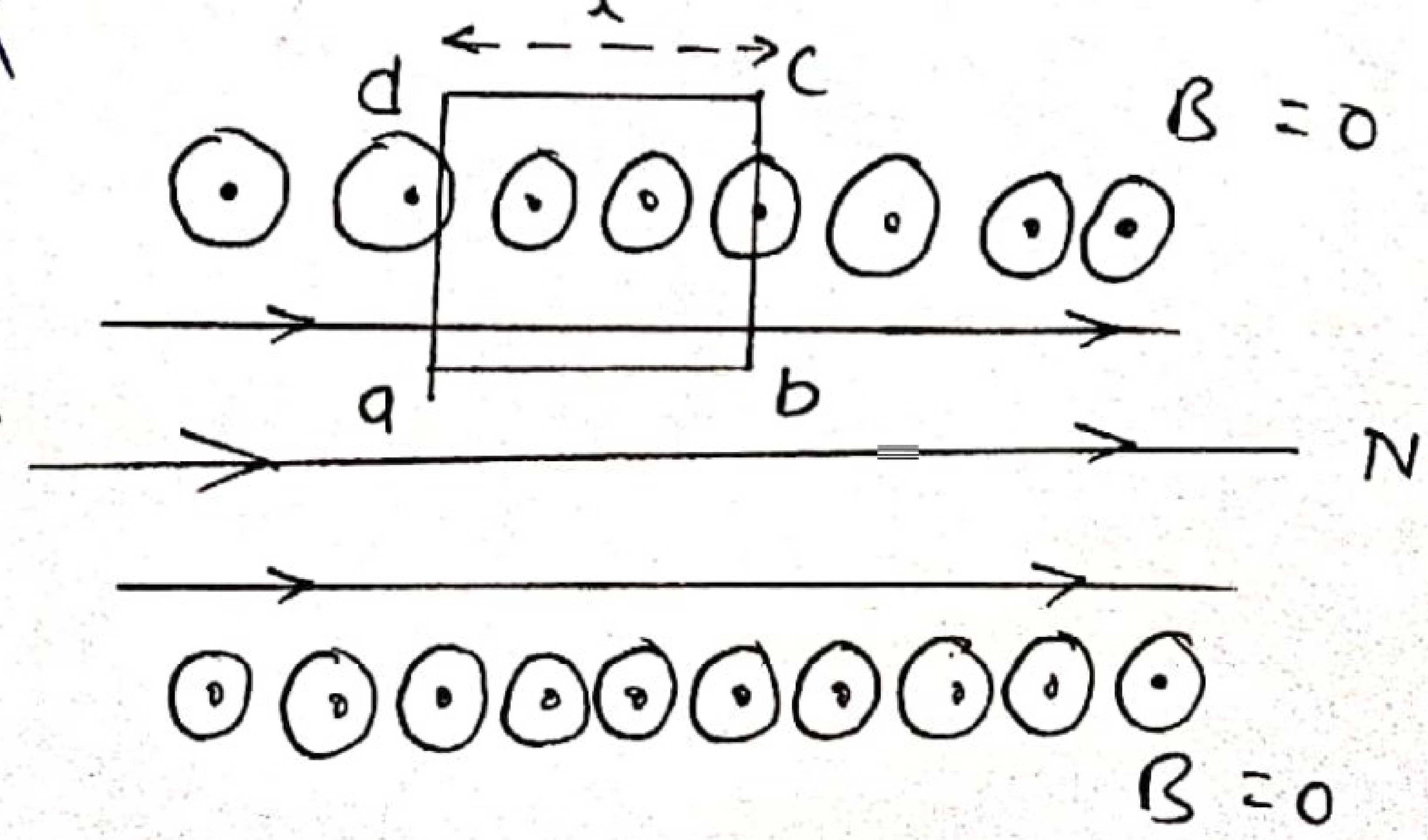
परिनालिका :-

परिनालिका एक लम्बी बेलनाकार कुंडली होती है जो किसी विद्युत रोधी पदार्थ जैसे चिनी मिट्टी या एस्बेस्टास पर तांबे के विद्युत रोधी तार के बहुत से फेरे लपेट कर बनाए जाते है



माना एक लम्बी परिनालिका है जिसके प्रति एकांक लम्बाई पर फेरो की संख्या n तथा इसमे प्रवाहित धारा I है परिनालिका के अन्दर किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B का मान ज्ञात करना है

इसके लिए एक आयताकार एम्पियर लूप abcd की कल्पना करते है जिसमे भुजाएं ab व cd परिनालिका के अक्ष के समान्तर हो :-



तब आयत abcd के चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का रेखीय मान

$$\oint \vec{B}\cdot\vec{dl} = \int_a^b \vec{B}\cdot\vec{dl} + \int_b^c \vec{B}\cdot\vec{dl} + \int_c^d \vec{B}\cdot\vec{dl} + \int_d^a \vec{B}\cdot\vec{dl}$$

अब $\int_a^b \vec{B}\cdot dl = \int_a^b B\cdot dl \cos 0^\circ$ — AB के अनुदिश $\vec{B}$ व dl एक दूसरे से समान्तर है

$$= \int_a^b B\cdot dl$$

$$= B\int_a^b dl$$

व $\int_b^c B\cdot dl \cos 90^\circ$

∵ CB लम्बवत है

$$= \int_b^c B\cdot dl \times 0$$

$\cos 90^\circ = 0$

$$= 0$$

पुन: $\int_c^d \vec{B}\cdot\vec{dl} = 0$ चुम्बकीय क्षेत्र से बाहर

$$\int_b^a \vec{B}\cdot\vec{dl} = \int_d^a B\cdot dl \cos 90^\circ$$

$$= \int_d^a B\cdot dl \times 0$$

$$= 0$$

समी (1) मे मान रखने पर

$$\oint B\cdot dl = Bx + 0 + 0 + 0$$

$$\oint B\cdot dl = Bx \quad \text{——— (II)}$$

आयताकार लूप Abcd में फेरो की कुल संख्या x होगी तब उस पर प्रवाहित कुल धारा

$n x I$ होगी

एम्पियर के परिपथीय नियम से

$\oint \vec{B}.d\vec{l}$ = μ_0 x आयत abcd से घिरी हुई कुल धारा $\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 n x I$

समी (II) व (III) से

$Bx = \mu_0 n x I$

$\boxed{B = \mu_0 n I}$

यही धारावाही परिनलिका के अन्दर किसी बिन्दु पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

प्र० 500 फेरे प्रति मीटर की परिनालिका मे 3 एम्पियर की धारा प्रवाहित हो रही है तो परिनालिका के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।

$n = 500$ फेरे / मीटर

$I = 3A$

$B = \mu_0 n I$

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

$B = 4\pi \times 10^{-7} \times 500 \times 3$

$= 4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times 15 \times 10^{2}$

$= 60 \times 3.314 \times 10^{-5}$

$= 18.840 \times 10^{-5}$

$= 1.88 \times 10^{2} \times 10^{-5}$

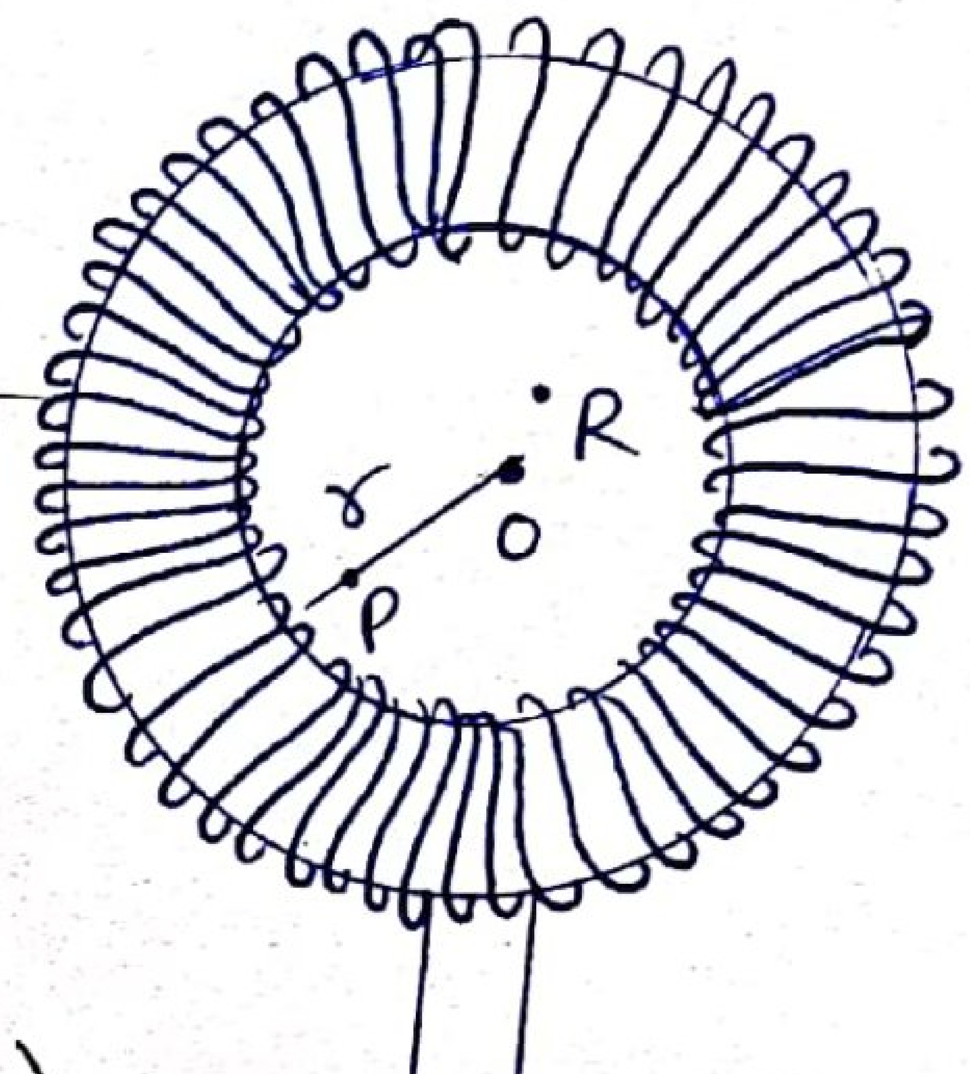
$= 1.9 \times 10^{-3}$

टोराइड :-

यह एक खोखला वृत्ताकार छल्ला होता है जिस पर विद्युत रुद्ध तार के अत्यधिक फेरे पास पास सटाकर लपेटे जाते है।

धारावाही टोराइड के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की गणना :-

माना टोराइड की प्रति एकांक लम्बाई में फेरो की संख्या n है तथा उसमें बहने वाली धारा I है माना टोराइड के अन्दर बिन्दु P है जिस पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है



टोराइड के अन्दर चुम्बकीय क्षेत्र

बिन्दु P से गुजरता हुआ r त्रिज्या के एक वृत्त की कल्पना करते है जो I जो एम्पियर लूप की तरह कार्य करती है इस वृत्त के लिए $\vec{B}$ और $\vec{dl}$ एक दूसरे के समान्तर है

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \oint B \cdot dl \cos 0^\circ$$

$$= \oint B \cdot dl \quad [\cos 0^\circ = 1]$$

$$\oint \vec{B}\, dl = B \oint dl$$

$$\oint \vec{B}\, dl = B \cdot 2\pi r \quad \text{—— (1)}$$

$$\oint dl = 2\pi r$$

एम्पियर के परिपथीय नियम से

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \times r \text{ त्रिज्या के वृत्त पर फेरो की संख्या}$$

$$= \mu_0 \times n(2\pi r) \times I$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 n\, 2\pi r I \quad \text{—— (II)}$$

समी ① व (II) से

$$B.2\pi r = \mu_0 n 2\pi r I$$

$$B = \mu_0 n I$$

टोराइड के बाहर एक बिन्दु q है जहाँ पर लूप एम्पियर के परिपथीय नियम से

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \mu_0 \times 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = 0$$

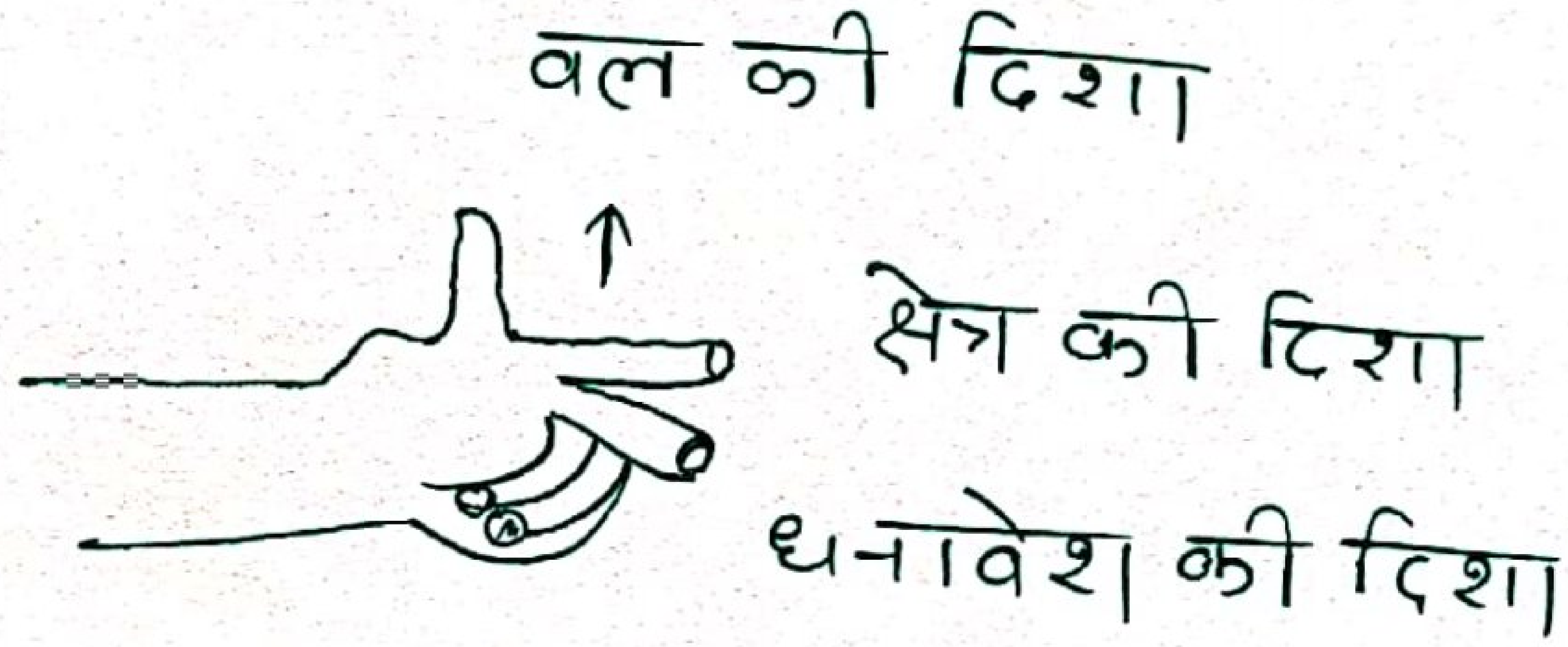
$$B \oint dl = 0$$

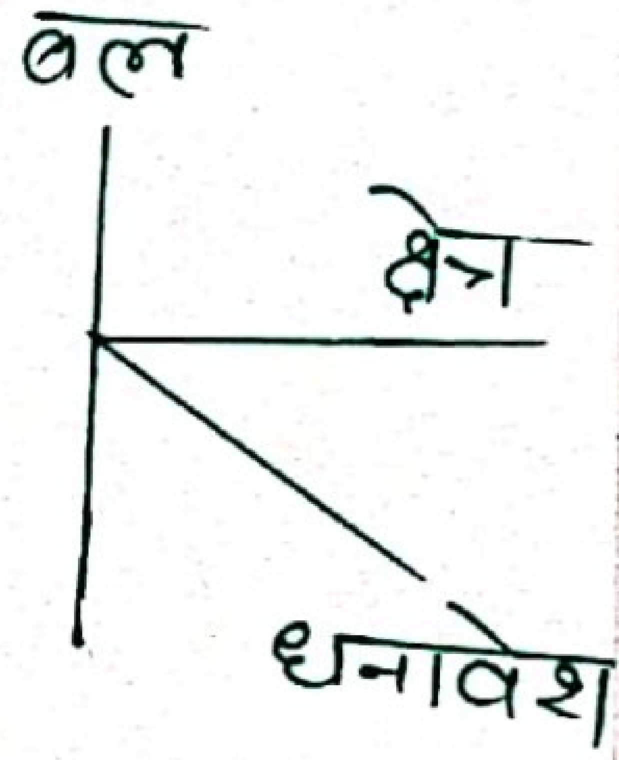
$$B \, 2\pi r_1 = 0$$

$$B = 0$$

फ्लेमिंग के बाये हाथ का नियम :-

बाये हाथ के अंगूठे तर्जनी मध्यमा को इस प्रकार फैलाए की तीनो एक दूसरे के लम्बवत हो अब यदि तर्जनी चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को व मध्यमा धनावेश की गति की दिशा को प्रदर्शित करे तो अंगूठा आवेश पर लगने वाला बल की दिशा को ओर प्रदर्शित करेगा।





चुम्बकीय क्षेत्र :- निकोला टेसला के नाम पर चुम्बकीय क्षेत्र का SI मात्रक टेसला

लारेंज बल

$$F = qBV\sin\theta$$

$$B = \frac{F}{qB\sin\theta}$$

$$B = \frac{F \text{ की विमा}}{q \text{ की विमा} \times V \text{ की विमा}}$$

$$B = \frac{[MLT^{-2}]}{[AT][LT^{-1}]}$$

$$B = [ML^{0}T^{-2}A^{-1}]$$

लारेंज बल :-

जब कोई बिन्दु आवेश q ऐसे क्षेत्र में जहाँ विद्युत क्षेत्र व चुम्बकीय क्षेत्र दोनो उपस्थित हो गति करता है तो दोनो क्षेत्रो द्वारा आवेश पर आरोपित बल लारेंज बल कहला है।

विद्युत बल व चुम्बकीय बल में अंतर -

विद्युत बल	चुम्बकीय बल
1. विद्युत क्षेत्र में आवेश q पर लगने वाला बल का परिमाण $F = qE$ होता है।	चुम्बकीय क्षेत्र में आवेश q_0 पर लगने वाला बल का परिमाण $F = qvB \sin\theta$ होता है।
2. विद्युत बल का मान आवेशित कण के वेग ~~के~~ पर निर्भर करता है।	चुम्बकीय बल का मान आवेश के वेग परिमाण दिशा पर निर्भर करता है।
3. विद्युत बल स्थिर आवेशित कण पर भी लगता है।	3. चुम्बकीय बल स्थिर आवेशित कण पर नही लगता है।
4. विद्युत बल द्वारा आवेशित कण पर कार्य किया जाता है।	चुम्बकीय बल द्वारा आवेशित कण पर कार्य नही किया जाता
5. विद्युत बल सदैव विद्युत क्षेत्र के अनुदिश लगता है	चुम्बकीय बल सदैव चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत होता है।

साइक्लोट्रान :-

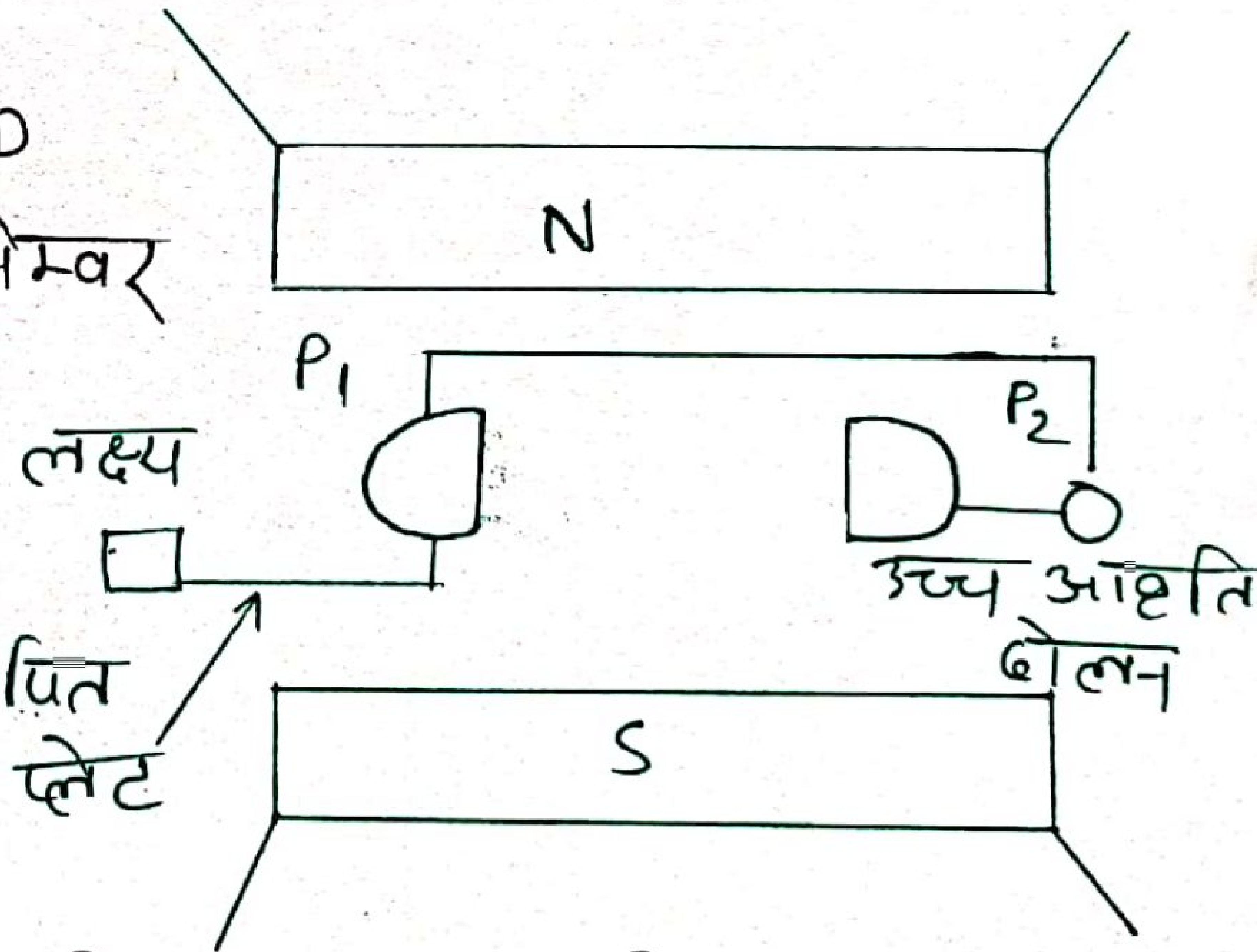
साइक्लोट्रान एक ऐसी युक्ति है जिसका उपयोग धनावेशित कणो जैसे प्रोटानो अल्फा कण इत्यादि को त्वरित करने मे किया जाता है।

सिद्धांत :-

जब किसी धनावेशित कण को प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत उच्च आवृत्ति के विद्युत क्षेत्र में बार-बार गति कराई जाति है तो वह त्वरित होता है और अत्यधिक ऊर्जा प्राप्त कर लेता है।

रचना :-

साइक्लोट्रान में D आकार की दो धात्विक चेम्बर होते है जिन्हे डीज कहा जाता है इस डीज के बीच मे गेप होता है जहाँ पर आवेशित कणो का स्रोत रखा जाता है डीज का संबध एक उच्च आवृत्ति दोलित्र से होता है तथा यह सम्पूर्ण व्यवस्था दो प्रबल चुम्बकीय ध्रुव खंडो N व S के बीच रखा जाता है।



गणितीय व्याख्या :-

माना एक धनावेशित कण जैसे प्रोटान चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत गति कर रहा है तब उस पर लगने वाला लारेंज बल

$$F = qVB \sin\theta$$

$$F = qVB \sin 90^\circ$$

$$F = qVB \times 1 \qquad [\theta = 90^\circ]$$

$$F = qVB \text{ ——— (I)}$$

अभिकेन्द्री बल $F = \frac{MV^2}{r}$ ——— (II)

समी (I) व (II) से

$$qVB = \frac{MV^2}{r}$$

$$qB = \frac{MV}{r}$$

$$r = \frac{MV}{qB}$$

डीज के अन्दर अर्द्धवृताकार मार्ग मे गति करने के लिए लगाया गया समय

$$t = \frac{\text{दूरी}}{\text{वेग}}$$

इससे स्पष्ट होता है अर्द्धवृताकार मार्ग में तय करने मे लगा समय त्रिज्या पर निर्भर नही करता

$$t = \frac{\pi r}{V}$$

$$t = \frac{\pi}{V} \frac{MV}{qB}$$

$$\boxed{t = \frac{\pi M}{qB}}$$

आवर्तकाल :-

माना एक वृत्ताकार मार्ग में गति करने मे लगा समय T है प्रत्येक डीज की ध्रुवता $\frac{T}{2}$ समय मे परिवर्तित होती है।

$$\frac{T}{2} = t$$

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi M}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi M}{qB}$$

साइक्लोट्रान आवृत्ति को चुम्बकीय अनुनादी आवृत्ति कहते है आवृत्ति $u = \frac{1}{T}$

$$u = \frac{1}{\frac{2\pi M}{qB}}$$

$$u = \frac{qB}{2\pi M}$$

कोणीय अवस्था $\omega = 2\pi u = \frac{2\pi qB}{2\pi M}$

$$\omega = \frac{qB}{M}$$

प्राप्त ऊर्जा :-

आवेशित कण द्वारा प्राप्त ऊर्जा

$$E = \frac{1}{2} Mv^2$$

$$r = \frac{Mv}{qB}$$

$$v = \frac{qBr}{m}$$

$$\therefore \frac{1}{2} M \left[\frac{qBr}{M}\right]^2$$

$$\frac{1}{2} \frac{mq^2B^2r^2}{m^2}$$

$$\boxed{KE = \frac{1}{2} q^2 B^2 r^2}$$

कार्य विधि :-

माना किसी क्षण डीज के केन्द्र पर स्थित आयन स्रोत से m द्रव्यमान तथा +q आवेश वाला धनायन उत्पन्न होता है माना इस ~~क्षु~~ क्षण D_1 ऋणात्मक विभव व D_2 धनात्मक विभव पर है अतः धनायन D_1 की ओर त्वरित होता है तथा इसके अन्दर प्रवेश कर जाता है खोखले चालक D_1 के अन्दर विद्युत क्षेत्र शून्य होता है अतः उस पर चुम्बकीय क्षेत्र की कार्य करता है उसे वृत्तीय पथ में मोड़ देता है D_1 में अर्द्ध वृत्तीय गति करने के पश्चात धनायन पुनः विद्युत क्षेत्र के संपर्क मे आता है विद्युत क्षेत्र को इस प्रकार समयोजित किया जाता है कि धनायन D_1 से बाहर आता है D_2 ऋणात्मक विभव पर तथा D_1 धनात्मक विभव पर आ जाता है धनायन D_2 की ओर त्वरित होता है यह प्रक्रिया लगातार चलती है जब धनायन त्वरित हो जाता है तो डीज से बाहर आ जाता है एवं लक्ष्य पर टकराता है।

साइक्लोट्रान की सीमाएं :-

(1) साइक्लोट्रान की सहायता से अनावेशित कण जैसे न्यूट्रान को त्वरित नही किया जा सकता।

(2) साइक्लोट्रान में धनायन को एक निश्चित सीमा की चाल से अधिक नही किया जा सकता है।

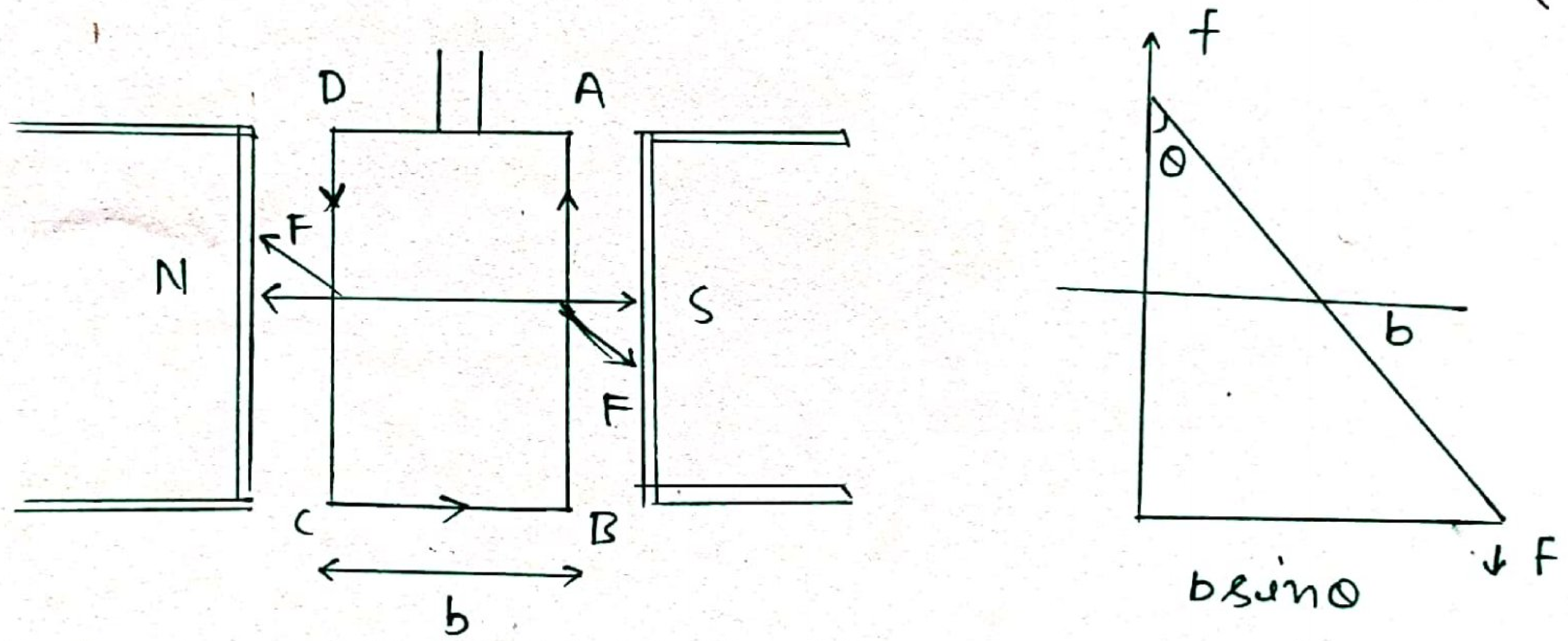
(3) साइक्लोट्रान की सहायता से इलेक्ट्रान को त्वरित नही किया जा सकता है क्योंकि इलेक्ट्रान का द्रव्यमान कम होता है अतः थोड़ी सी ऊर्जा देने पर चाल अत्यधिक बढ़ जाती है।

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही लूप पर बल आघूर्ण :-

माना ABCD एक आयताकार लूप है एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B मे रखा हुआ है

माना लूप की लंबाई AB = CD = l
व चौड़ाई BC = AD = b है।

यदि लूप में I धारा तीर की दिशा मे प्रवाहित की जाए तो फ्लेमिंग के बाए हाथ के नियमानुसार



(1) दो बल कार्य करेगे (1) भुजा AB पर लम्बवत ऊपर की ओर।

(2) भुजा CD पर लम्बवत नीचे की ओर।

(3) भुजा BC पर AD एक दूसरे के समान्तर है अत: इस पर कोई बल कार्य नही करता है

अब धारावाही लूप एक बल युग्म आघूर्ण

τ = एक बल x दोनो बलो के बीच की लम्ब दूरी

$\tau = IlB \times b\sin\theta$

$\tau = IlB\, b\sin\theta$

$\tau = IAB \sin\theta$ [यदि लम्बाई x चौड़ाई $= l \times b = A$]

यदि लूप की जगह n फेरो वाली कुंडली है

$\tau = InAB \sin\theta$ या $\tau = InAB \sin\theta$

इसे निम्न प्रकार से लिख सकते है

$\tau = In(\vec{A} \times \vec{B})$

$(\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin\theta)$

स्थिति (I) जब $\theta = 0°$

तो $\tau = InAB \sin 90°$

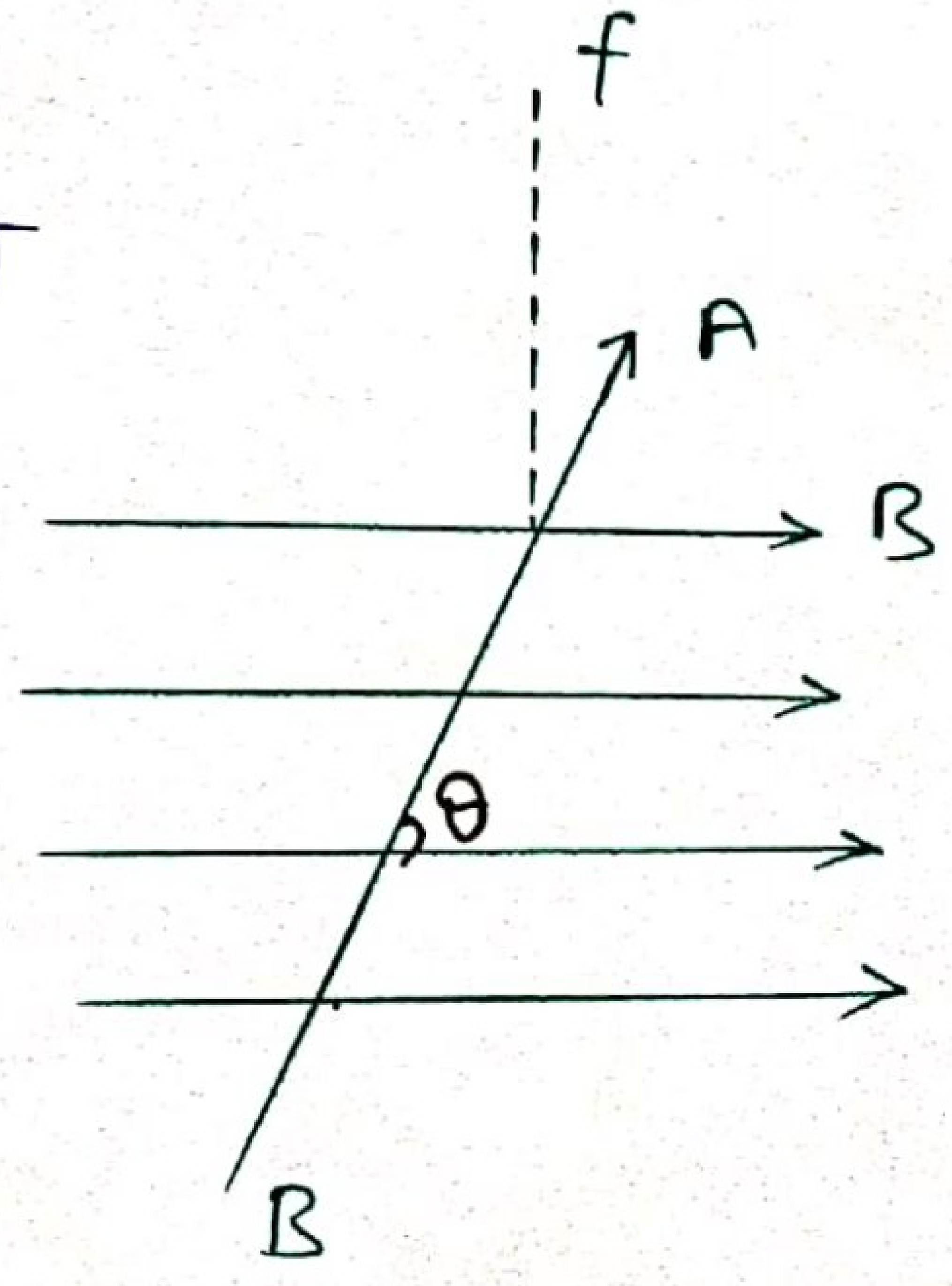
$\tau = 0$ न्यूनतम

जब धारावाही लूप चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत होता है तो वह युग्म का मान अधिकतम होता है

$\tau = InAB \sin 90°$

$\tau = InAB$

प्रश्न - चुम्बकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर लगने वाला बल :-



माना एक चालक तार AB है जो चुम्बकीय क्षेत्र B पर रखा हुआ है यदि इस तार मे I धारा प्रवाहित की जाएँ तो पर लगने वाला बल

(1) तार में प्रवाहित धारा I के अनुक्रमानुपाती होता है

$I \propto F$

(2) तार की लम्बाई l के अनुक्रमानुपाती होता है

$$F \propto l$$

(3) चुम्बकीय क्षेत्र B के अनुक्रमानुपाती है

$$F \propto B$$

(4) $\sin\theta$ के अनुक्रमानुपाती

$$F \propto \sin\theta$$

उपरोक्त चारो को मिलाने पर

$$F \propto F l B \sin\theta$$

$$F = K F l B \sin\theta$$

जहाँ K अनुपातिक नियतांक है

$$F \propto F l B \sin\theta$$

$$F = I(\vec{l} \times \vec{B}) \qquad [\because \bar{a} \times \bar{b} = ab\sin\theta]$$

Con- यदि $\theta = 90^\circ$

तो $F = I l B \sin\theta$

$$F = I l B$$

$\sin 90^\circ = 1$

यदि धारावाही तार चुम्बकीय क्षेत्र लम्बवत हो तो उस पर लगने वाला बल अधिकतम होता है

स्थित II - यदि $\theta = 0^\circ$

$$F = I l B \sin 0^\circ$$

$F = 0$ न्यूनतम

धारामापी :-

धारामापी उस उपकरण को कहते है जिसकी सहायता से किसी परिपथ मे उपस्थित धारा पता लगाया जाता है अथवा धारा की प्रबलता का मापन किया जाता है।

धारामापी के दो प्रकार के होते है।

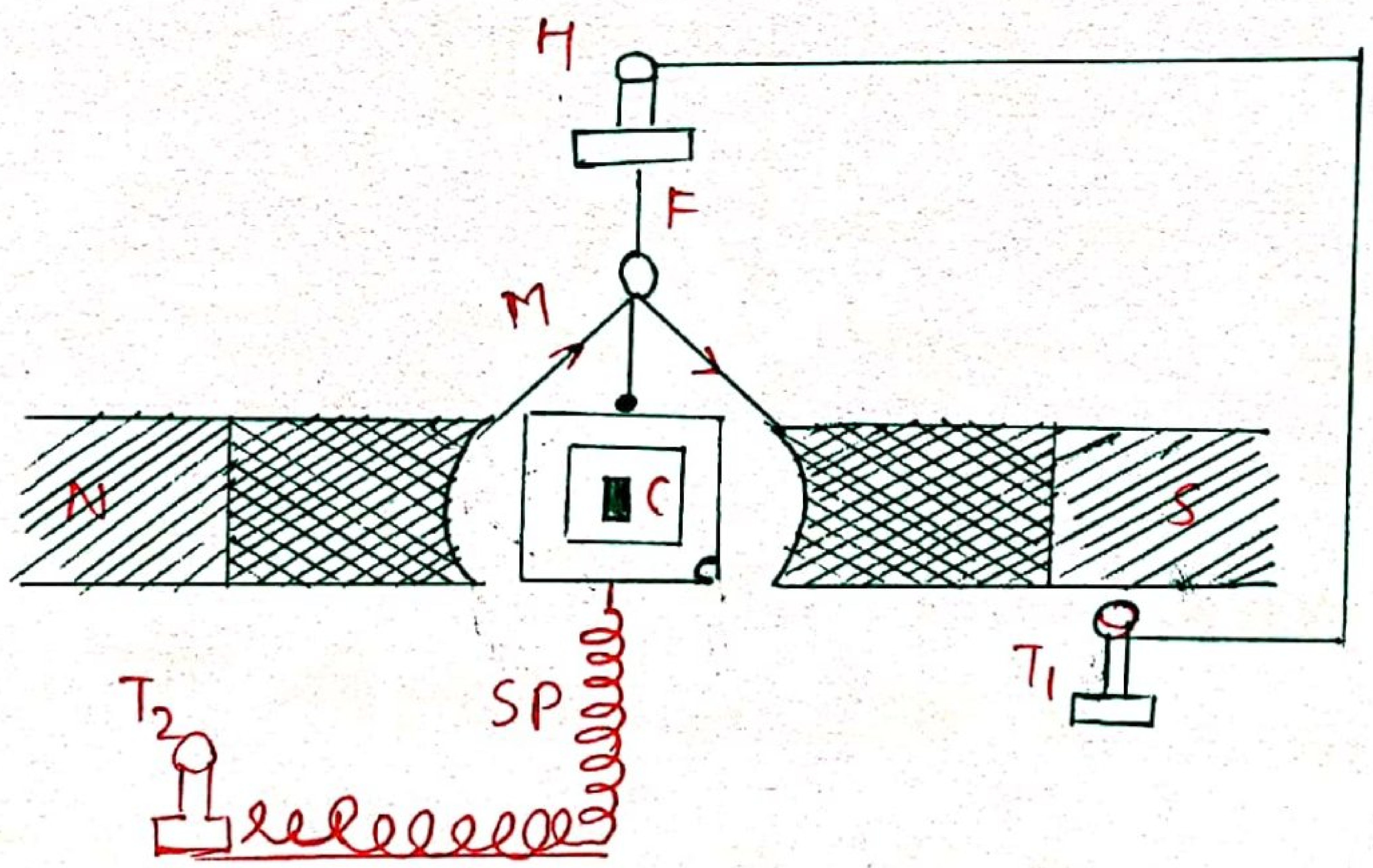
(1) चल चुम्बकीय

(2) चल कुंडलीय

चल चुम्बकीय के प्रकार :-

(1) निलंबित कुंडली धारामापी :-

इसमे एक स्थाई नाल चुम्बक होता है जिसके ध्रुव खण्ड N-S मुलायम लोहे के बने होते है इनके बीच कुंडली A फास्फर ब्राज की पत्ति F की सहायता से लटका दी जाती है कुंडली के दूसरे सिरे का सम्बन्ध स्प्रिंग S होता है

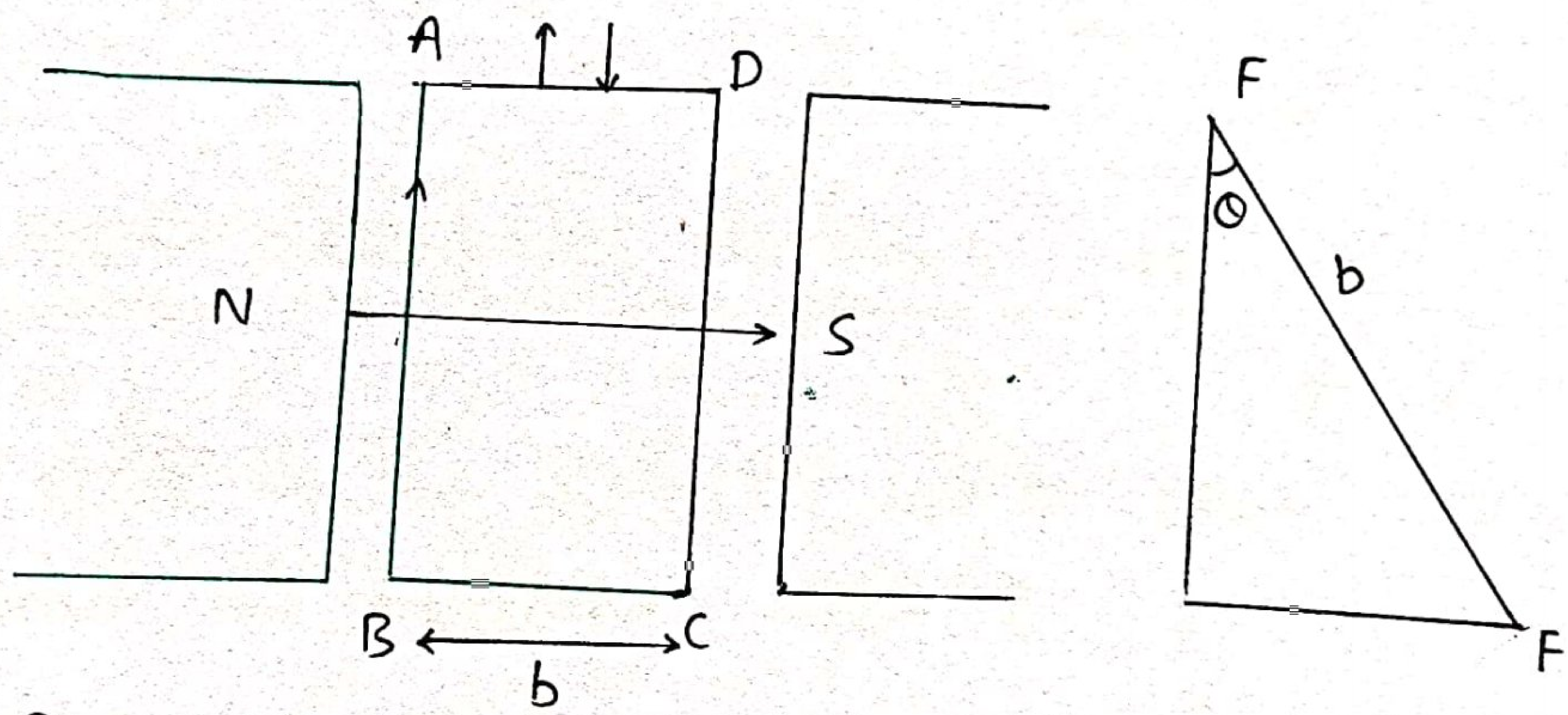


कुंडली तांबे के प्रवकक्त तार को एल्युमीनियम के फ्रेम मे लपेटकर बनाई जाती है इनके मध्य रिक्त स्थान में नर्म लोहे का क्रोड C होता है जो कि कुंडली को कहीं स्पर्श नही करता पत्ति F और स्प्रिंग S का संबद्ध संयोजन पेंच T व T_2 से होता है पत्ति F में एक समतल वृत्ताकार दर्पण m ~~स्था~~ लगा रहता है जो पत्ति के साथ - साथ घूमता है इसकी सहायता से कुंडली का विक्षेप ज्ञात किया जाता है

चल कुंडली धारामापी का सिद्धांत :-

चल कुंडली धारामापी इस सिद्धांत पर आधारित है कि जब एक विद्युतवाही चालक को चुम्बकीय क्षेत्र मे रखा जाता है इस प्रकार बल कार्य करने लगता है।

माना एक आयताकार कुंडली ABCD एक समान



कुण्डली पर बलयुग्म कार्य करने लगता है तब कुंडली में विक्षेपित बल-युग्म का आघूर्ण

बल युग्म का आघूर्ण $\tau = BIl \times b\sin\theta$

$= BIlb\sin\theta$

$= BIA\sin\theta$

यदि फेरो की संख्या n हो तो

$= nBIA\sin 90°$ यदि $\theta = 90°$

$= nBIA$

यदि साम्यावस्था से कुंडली का विक्षेप θ हो तो ऐंठन के बल युग्म का आघूर्ण

$C \times \theta$

जहाँ C

संतुलन की स्थिति में

$$nIBA = C\theta$$

$$I = \frac{C}{nBA} \cdot \theta$$

$$I = K\theta \qquad \text{जहाँ } K = \frac{C}{nBA}$$

$$I \propto \theta$$

चल कुंडली धारामापी की सुग्राहिता :-

कुंडली में एकांक धारा प्रवाहित करने पर उसमें उत्पन्न विक्षेप को धारामापी की सुग्राहिता कहते है।

$$nIBA = C\theta$$

$$I = \frac{C}{nBA} \times \theta$$

यदि धारामापी मे 1 धारा प्रवाहित करने पर उसकी कुंडली में उत्पन्न विक्षेप θ हो तो.

$$\frac{I}{\theta} = \frac{C}{nBA}$$

$$\frac{\theta}{I} = \frac{nBA}{C}$$

$$\boxed{S = \frac{nBA}{C}}$$

Scanned with CamScanner

धारामापी के सुग्राहिता की निर्भरता :-

(1) फेरो की संख्या n पर :-

यदि कुंडली में फेरो की संख्या अधिक हो तो उसकी सुग्राहिता अधिक होगी

(2) चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता B पर :-

यदि चुम्बक शक्तिशाली है तो धारामापी की सुग्राहिता अधिक होगा ।

(3) कुंडली के क्षेत्रफल A पर :-

यदि कुंडली का क्षेत्रफल अधिक है तो धारामापी की सुग्राहिता अधिक होगी ।

(4) तार की प्रकृति पर :-

यदि तार का एकांक ऐंठन का आघूर्ण कम है तो धारामापी की सुग्राहिता अधिक होगी ।

चल कुंडली धारामापी की विशेषताएँ :-

इसे किसी भी स्थिति में रखकर प्रयोग कर सकते है

(II) यदि धारामापी अत्यंत सुग्राही होता है इसकी सहायता से 10^{-6} एम्पियर तक की धारा का मापन किया जा सकता है।

(3) इस पर वाह्य चुम्बकीय क्षेत्र का प्रभाव कम पड़ता है।

(4) इसे अमीटर और वोल्टमीटर मे परिवर्तित कर सकते है।

(5) इसके दोलन शीघ्र समाप्त हो जाते है।

(6) इसमे धारा विक्षेप के अनुक्रमानुपाती होती है अत: धारा का मान सीधे पैमाने पर पढ़ा जा सकता है

शंट :-

शंट कम प्रतिरोध का तार होता है जिसे धारामापी की कुंडली के साथ समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है।

माना धारामापी की कुंडली का प्रतिरोध G है तथा शंट का प्रतिरोध S है माना परिपथ मे प्रवाहित धारा का मान I है उसमें से धारामापी में I_g धारा तथा शंट में से I_s धारा प्रवाहित हो रही है।

तब $I = I_g + I_s$ —— (1)

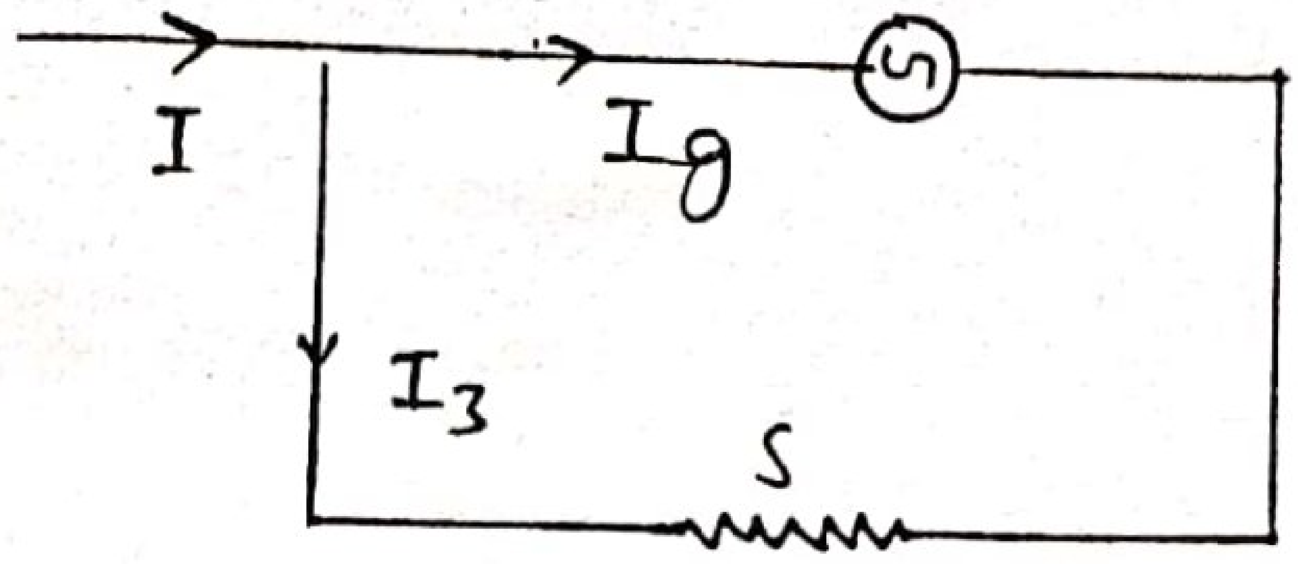
ओम के नियम से धारामापी के सिरो पर विभवान्तर

$$V = I_g G$$

तथा शंट के सिरो पर उत्पन्न विभवान्तर

$$V = I_s S$$

∵ धारामापी व शंट समान्तर क्रम में जुड़े है तब परिणामी विभवान्तर समान होगा ।



$$V = V$$

$$I_s S = I_g G \qquad \frac{I_s}{I_g} = \frac{G}{S}$$ (या 1 जोड़ने पर)

योगा अनुपात के नियम से

$$\frac{I_s + I_g}{I_g} = \frac{G+S}{S}$$

समी (I) मे मान रखने पर

$$\frac{I}{I_g} = \frac{G+S}{S} \quad \text{———(II)}$$

यदि मुख्य धारा I का n वाँ भाग धारामापी में प्रवाहित है

$$I_g = \frac{I}{n}$$

$$\frac{I_g}{I} = \frac{1}{n} \quad \text{———(III)}$$

समी (II) व (III) से

$$\frac{G+S}{\Omega} = \frac{1}{n}$$

$$G+S$$

$$\frac{G+S}{S} = \frac{I}{I_g} \quad \text{———(II)}$$

$$\frac{S}{G+S} = \frac{1}{n} \quad \text{———(III)}$$

$$nS = G+S$$

$$Sn - S = G$$

$$S(n-1) = G$$

$$S = \frac{G}{(n-1)}$$

शंट का उपयोग :-

(1) धारामापी मे शंट लगाकर अमीटर मे परिवर्तित किया जाता है।

(2) धारामापी की प्रबल धारा से सुरक्षा के लिए शंट का प्रयोग किया जाता है

शंट से लाभ :-

(1) धारामापी के साथ शंट लगाने पर धारामापी का प्रतिरोध कम हो जाता है।

(2) शंट लगाने से धारामापी में से बहुत कम धारा प्रवाहित ~~से~~ होती है जिससे कुंडली के जलने या क्षतिग्रस्त होने की सम्भावना नही होती है

(3) इसकी सहायता से अमीटर के परास को बढ़ाया जाता है।

शंट से हानि :-

(1) धारा मापी की प्रबल धारा से सुरक्षा के लिए।

(2) धारामापी को अमीटर में रूपांतरित करने के लिए।

(3) अमीटर के परास को बढ़ाने के लिए।

अमीटर व वोल्टमीटर मे अंतर -

अमीटर	वोल्टमीटर
1. इसकी सहायता से विद्युत परिपथ मे बहने वाली धारा की माप की जाती है	इसकी सहायता से विद्युत परिपथ के किन्ही दो बिन्दुओ के बीच विभवान्तर की माप की जाती है।
2. इसकी कुंडली के साथ समान्तर क्रम में अल्प प्रतिरोध का शंट जुड़ा रहता है।	इसकी कुंडली के साथ श्रेणी क्रम में उच्च प्रतिरोध का शंट जुड़ा रहता है या (तार)
3. इसे परिपथ मे श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है।	3. इसको परिपथ मे समान्तर क्रम मे जोड़ा जाता है।
4. इसका प्रतिरोध बहुत कम होता है एक आदर्श अमीटर का प्रतिरोध शून्य होता है।	4. इसका प्रतिरोध बहुत अधिक होता है और आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनन्त होता है।