I WILL STUDY

इंटरमीडिएट करना अब हुआ आसान !

PHYSICS

अध्याय – 04

गतिमान आवेश तथा चुम्बकत्व

हाय दोस्तो,

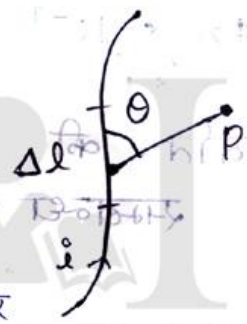
अगर आपने मेरा दोनो चैनल सब्सक्राइब नही किया है तो कर ले एक चैनल पर मैं गणित पढ़ता हूं और दूसरी चैनल पर हम भौतिकी, रसायन, जीव विज्ञान और अन्य ट०पिक के महत्वपूर्ण प्रश्न बताया जाता है। अगर आप आपको इस नोट्स में कोई दिक्कत होता है तो आप हमसे संपर्क कर सकते है और मुझे इंस्टाग्राम पर फ०लो भी कर सकते है।

Lesson-4

[गतिमान आवेश और चुम्बकत्व]

चुम्बकीय क्षेत्र :- किसी चुम्बक के चारो ओर का वह क्षेत्र जिसमे किसी चुम्बकीय सुई पर एक बलाघूर्ण आरोपित होता है जिसके कारण वह घूमकर एक निश्चित दिशा मे ठहरती है, चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।

धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र (बायो सेवर्ट नियम) :-



प्रयोगो के आधार पर वैज्ञानिक बायो तथा सेवर्ट ने बताया कि किसी धारावाही चालक के लघु अवयव Δl के द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र मे किसी बिन्दु P पर क्षेत्र का मान ΔB निम्नलिखित कारको पर निर्भर करता है -

(i) यह चालक मे प्रवाहित वैद्युत धारा i के अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात

$$\Delta B \propto i$$

(ii) यह चालक के उस अवयव की लम्बाई Δl के अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात

$$\Delta B \propto \Delta l$$

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

$$\Delta B \propto \sin\theta$$

(iv) यह बिन्दु P के अवयव के दूरी r के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है, अर्थात

$$\Delta B \propto \frac{1}{r^2}$$

अतः $$\Delta B \propto \frac{i \Delta l \sin\theta}{r^2}$$

$$\boxed{\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \Delta l \sin\theta}{r^2}}$$

जहाँ $\frac{\mu_0}{4\pi}$ अनुक्रमानुपाती नियतांक है। μ_0 को निर्वात की चुम्बकशीलता कहते हैं। इसका मान $4\pi \times 10^{-7}$ होता है तथा इसका मात्रक N/A^2 है।

निर्वात की चुम्बकशीलता तथा विद्युतशीलता मे सम्बन्ध :-

$$\because \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \; N/A^2 \quad \text{---} (1)$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.0 \times 10^{9} \; Nm^2/C^2 \quad \text{---} (2)$$

समी० (1) ÷ समी० (2)

$$\frac{\frac{\mu_0}{\cancel{4\pi}}}{\frac{1}{\cancel{4\pi}\epsilon_0}} = \frac{10^{-7} \cancel{N}/A^2}{9.0 \times 10^{9} \cancel{N}m^2/C^2}$$

$$\mu_0\epsilon_0 = \frac{1}{9.0 \times 10^{9} \times 10^{7}} \cdot \frac{C^2}{A^2 m^2}$$

$$\mu_0\epsilon_0 = \frac{1}{9.0 \times 10^{16}} \frac{\cancel{A^2} s^2}{\cancel{A^2} m^2}$$

$$\mu_0\epsilon_0 = \frac{1}{(3.0 \times 10^{8})^2} \left(\frac{s}{m}\right)^2$$

$$\mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{c^2 (m/sec)^2}$$ (जहाँ c प्रकाश की चाल है)

प्रकाश की चाल $\boxed{c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}}$ m/sec

धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा :-

(i) दाएँ हाथ की हथेली का नियम नं०1 :-

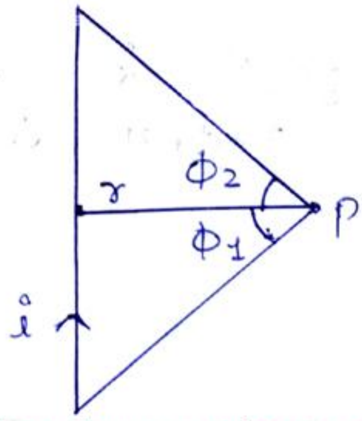
हम अपने दाएँ हाथ का पंजा पूरा फैलाकर इस प्रकार रखे कि अँगूठा चालक मे बहने वाली धारा i की दिशा मे तथा फैली हुई अँगुलियाँ उस बिन्दु P की ओर संकेत करे जिसपर धारा के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करनी है तो हथेली के लम्बवत् हथेली से धक्का देने की दिशा को व्यक्त करेगी।

(ii) मैक्सवेल का दक्षिणावर्ती पेंच का नियम :-

यदि हम पेंच कसते समय पेंचकस को दाएँ हाथ मे पकड़कर इस प्रकार घुमाएँ कि नोक चालक मे बहने वाली धारा की दिशा मे आगे बढ़े तो जिस दिशा मे पेंच को घुमाने के लिए अँगूठा घूमता है, वही चुम्बकीय बल रेखाओ की दिशा होगी।

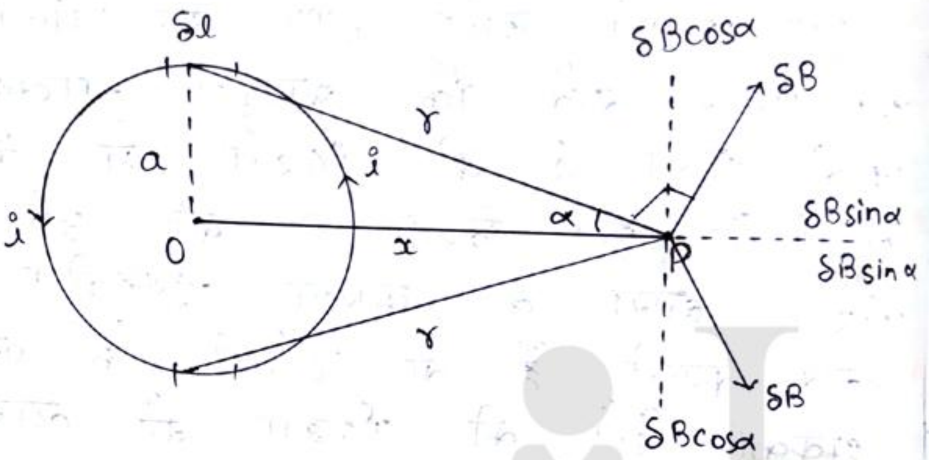
परिमित लम्बाई के ऋजुरेखीय धारावाही चालक के कारण चुम्बकीय क्षेत्र :-

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{r} (\sin\phi_1 + \sin\phi_2)}$$



विद्युत धारावाही वृत्ताकार पाश के अक्ष पर चुम्बकीय क्षेत्र :-

माना एक वृत्ताकार कुण्डली की त्रिज्या a है। इसमे धारा i प्रवाहित हो रही है। कुण्डली की अक्ष पर कुण्डली के केन्द्र से x दूरी पर एक बिन्दु P है जिसपर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात करना है।



कुण्डली अनेक छोटे-छोटे अवयवों से बना है। इनमे एक छोटा अवयव AB है। इसकी लम्बाई δl है। माना बिन्दु P से इसकी दूरी r है तब बायो सेवर्ट नियम से,

$$\delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l \sin\theta}{r^2}$$

$$\delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l \sin 90}{r^2}$$

$$\delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l}{r^2}$$

कुण्डली के अक्ष की दिशा मे बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा,

$$B = \int \delta B \sin\alpha$$

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l}{r^2} \sin\alpha$$

ΔAOP मे,

$$\sin\alpha = \frac{OP}{AP}$$

$$\sin\alpha = \frac{a}{r}$$

अत: $B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l}{r^2} \cdot \frac{a}{r}$

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l\, a}{r^3}$$

$$B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i\,\delta l\, a}{(\sqrt{a^2+x^2})^3}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ia}{(a^2+x^2)^{3/2}} \int \delta l$$

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

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{2\pi i a^2}{(a^2+x^2)^{3/2}}}$$

यदि कुण्डली मे n फेरे हो तब,

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

विशेष :- कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र अर्थात् $x = 0$

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

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 n i}{2a}} \quad N/A\text{-}m$$

लारेंज बल :- जब कोई आवेशित कण किसी चुम्बकीय क्षेत्र मे गति करता है तो उसपर एक बल आरोपित हो जाता है, इस बल को लारेंज बल कहते है।

माना एक कण जिसपर +q आवेश है किसी चुम्बकीय क्षेत्र B मे, क्षेत्र की दिशा से θ कोण प्रवेश करता है तब कण पर लगने वाला लारेंज बल,

$$\boxed{F = q \cdot V B \sin\theta}$$

जहाँ V कण का वेग है।

<u>Note</u> :- (i) जब कण चुम्बकीय क्षेत्र मे क्षेत्र के समान्तर प्रवेश करता है तब कण पर लगने वाला बल, $F = qVB\sin\theta = 0$

अत : कण ऋजुरेखीय पथ पर गति करेगा।

(ii) जब आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र मे क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् प्रवेश करता है तब कण पर लगने वाला बल,

$$F = q \cdot VB \sin 90^\circ = q \cdot VB$$

अत : आवेशित कण क्षेत्र मे <u>वृत्ताकार</u> पथ पर चलेगा।

चुम्बकीय क्षेत्र मे बल की दिशा :-

(i) दाएँ हाथ की हथेली का नियम नं० 2 :-

यदि हम अपने दाएँ हाथ का पंजा पुरा फैलाकर इस प्रकार रखे कि अँगूठा धारा i की दिशा तथा फैली हुई अँगुलिया वाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा मे हो तो चालक

पर लगने वाला बल F हथेली के लम्बवत
हथेली के धक्का देने की दिशा मे होगा।

(ii) फ्लेमिंग के बाएँ हाथ का नियम :-

यदि हम अपने बाएँ हाथ के अँगूठे तथा उसके पास वाली दोनो अँगुलियो को इस प्रकार फैलाएँ कि तीन एक-दूसरे के लम्बवत रहे तब यदि पहली ~~अँगुलिया~~ अँगुली चुम्बकीय क्षेत्र B की दिशा और बीच वाली अँगुली धारा की दिशा बताती है तो अँगूठा चालक पर लगने वाले बल F की दिशा बताती है।

विद्युत धारावाही चालक पर चुम्बकीय बल :-

जब कोई धारावाही चालक चुम्बकीय क्षेत्र मे रखा जाता है तो उसपर एक बल लगता है। माना धारावाही चालक की लम्बाई l तथा चालक मे प्रवाहित धारा i है तथा चालक ~~मे प्रवाह~~ चुम्बकीय क्षेत्र B मे क्षेत्र की दिशा से θ कोण पर रखा है तब चालक पर लगने वाला बल,

Question $\boxed{F = i B l \sin\theta}$ N

यदि चालक चुम्बकीय क्षेत्र B की दिशा के लम्बवत है अर्थात $\theta = 90°$

$$F = i Bl \sin 90$$

$$F = i Bl$$

$$\boxed{B = \frac{F}{i \cdot l}} \quad N/A\text{-}m$$

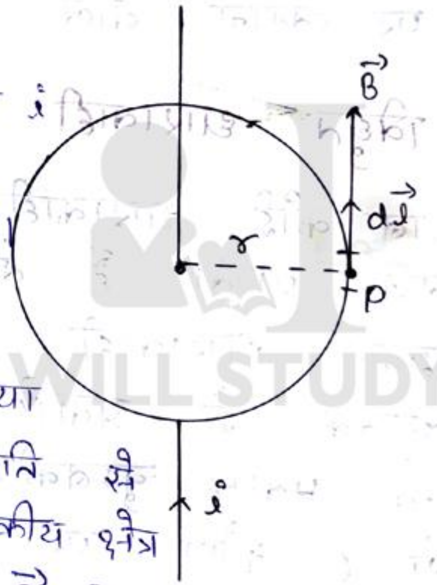
एम्पियर का परिपथीय नियम :- किसी बन्द परिपथ के सीमा के अनुदिश चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का रेखीय समाकल पथ द्वारा घिरी नेट धारा का μ_0 गुना होता है।

$$B = \mu_0 \times i$$

$$\boxed{\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot i}$$

एम्पियर के नियम का अनुप्रयोग :-

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



माना एक लम्बे तार मे धारा i प्रवाहित हो रही है। तार से r दूरी पर एक प्रेक्षण बिन्दु P है जिसपर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता B ज्ञात करनी है। तार के परितः P से होकर जाने वाला r त्रिज्या का एक वृत्त खींचते हैं। सममिति से पथ के प्रत्येक बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का परिमाण समान है। तथा $\vec{B}$ व $d\vec{l}$ एक ही दिशा मे है। अर्थात

$$\theta = 0$$

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

$$= \oint B\,dl \cos 0$$

$$= \int B\,dl$$

$$= \boxed{B \oint dl}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B(2\pi r) \qquad \because \oint dl = 2\pi r$$

एम्पियर के परिपथीय नियम से,

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

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 i$$

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

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2i}{r}}$$

परिनालिका :- परिनालिका बनाने के लिए चीनी- मिट्टी की नालिका के ऊपर ताँबे के विद्युतरोधी तार के बहुत से फेरे एक- दूसरे से सटाकर लपेट देते है। जब परिनालिका मे वैद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो इसके भीतर चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित हो जाता है।

अनन्त लम्बाई की परिनालिका के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र,

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

जहाँ n परिनालिका की प्रति मीटर लम्बाई मे फेरो की संख्या है।

टॉराइड :- यह एक वृत्ताकार खोखला छल्ला होता है जिसपर किसी तार के अत्याधिक फेरे पास- पास सटाकर लपेटे जाते है। इसे एक ऐसी परिनालिका के रूप मे भी देखा जा सकता है जिसे बन्द करने के लिए वृत्ताकार मोड़ दिया जाता है।

टॉराइड की क्रोड के भीतर चुम्बकीय क्षेत्र,

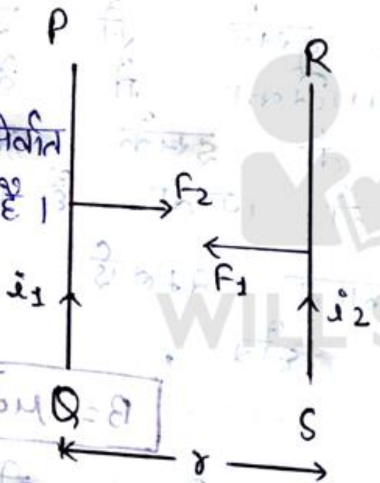
$$\boxed{B = \mu_0 \times n i}$$

जहाँ n टॉराइड की प्रति मीटर लम्बाई मे फेरो की संख्या है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

दो समान्तर धारावाही तारो के बीच बल :-

जब किसी चालक तार मे धारा प्रवाहित की जाती है तो उसके चारो ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। अत: यदि हम इस चालक के समीप एक दूसरा धारावाही चालक रखे तो यह पहले वाले चालक से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के कारण एक बल का अनुभव करेगा। इसी प्रकार पहला धारावाही चालक दूसरे धारावाही चालक से चुम्बकीय क्षेत्र के कारण बल का अनुभव करेगा। अत: स्पष्ट है कि पास-पास रखे दो धारावाही चालक चुम्बकीय क्षेत्र की पारस्परिक क्रिया के कारण एक-दूसरे पर बल आरोपित करते है।



माना दो लम्बे समान्तर व सीधे तार PQ व RS निर्वात मे पास-पास रखे गए है। जब इन तारो मे वैद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो ये एक-दूसरे पर बल आरोपित करते है। यदि तार मे धारा एक ही दिशा मे है तो ये एक-दूसरे को आकर्षित करते है परन्तु जब इनमे विद्युत धारा विपरित दिशा मे होती है तो ये एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते है।

माना तार PQ व RS मे क्रमश: धारा i_1 व i_2 प्रवाहित हो रही है तथा इनके बीच की दूरी r मीटर है।

PQ की धारा के कारण RS की किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र,

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2i_1}{r}$$

इस चुम्बकीय क्षेत्र के कारण मे तार RS पर लगने वाला बल ,

$$F = i_2 B_1 L \sin 90^\circ$$

जहाँ L तार RS की लम्बाई ।

$$F = i_2 \times \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2 i_1}{r} . L \times 1$$

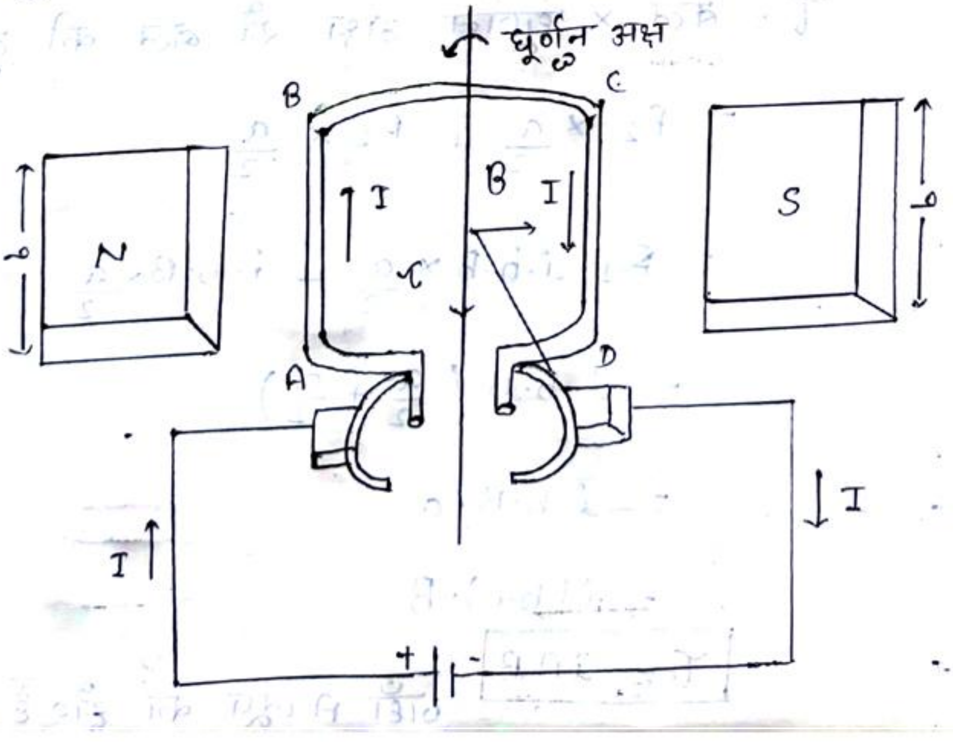
$$\boxed{F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2 i_1 i_2}{r} . L}$$

$$\boxed{\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2 i_1 . i_2}{r}} \quad N/m$$

यदि प्रत्येक तार मे एक ही धारा $i_1 = i_2 = i$ हो तो समान्तर धारावाही तारो के बीच प्रत्येक तार की प्रति मीटर लम्बाई पर लगने वाला बल,

$$\boxed{\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2 i^2}{r}}$$

एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र मे धारावाही लूप पर बल युग्म का आघूर्ण :-



SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

माना एक आयताकार लूप ABCD मे एकसमान बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ मे लटकाया गया है। लूप की लम्बाई AB = CD = b तथा चौड़ाई BC = AD = a है। लूप मे धारा i प्रवाहित की जाती है। अत: धारा लूप की प्रत्येक भुजा पर एक बल लगाता है जिसकी दिशा दाएँ हाथ के हथेली के नियम नं० 2 के अनुसार होती है। धारा लूप की ऊर्ध्व भुजाएँ AB व CD मे चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत रहती है। अत: इन पर लगने वाला बल

$$F_1 = F_2 = i \cdot b \cdot B \sin 90^\circ$$

$$F_1 = F_2 = i\,b\,B$$

∵ F_1 व F_2 परस्पर बराबर, समान्तर व विपरित है परन्तु इनकी क्रिया रेखाएँ अलग-अलग है। अत: ये एक बल युग्म बनाते है। इस बल युग्म के कारण लूप दक्षिणावर्त घुमने लगती है।

बल-युग्म के कारण बलाघूर्ण,

τ = बल × घूर्णन अक्ष से बल की दूरी

$$= F_1 \times \frac{a}{2} + F_2 \times \frac{a}{2}$$

$$= i \cdot b \cdot B \times \frac{a}{2} + i \cdot b \cdot B \times \frac{a}{2}$$

$$= i \cdot b \cdot B \left(\frac{a}{2} + \frac{a}{2} \right)$$

$$= i \cdot b \cdot B \cdot a$$

$$= i (b \cdot a) \cdot B$$

$$\boxed{\tau = i A B}$$ जहाँ A लूप का क्षे० है, A = लं० × चौ०, A = b·a

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

यदि लूप किसी क्षण चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ से θ कोण बनाती है तब ,

$$\tau = i \cdot A \cdot B \sin\theta$$

यदि कुण्डली मे लूपो की संख्या N है तो,

$$\boxed{\tau = N i AB \sin\theta}$$

~~चल~~ कुण्डली गैल्वेनोमीटर (धारा मापी) :-

ये धारामापी दो प्रकार के होते है -

(i) निलम्बित कुण्डली धारा मापी

(ii) कीलकित कुण्डली धारा मापी

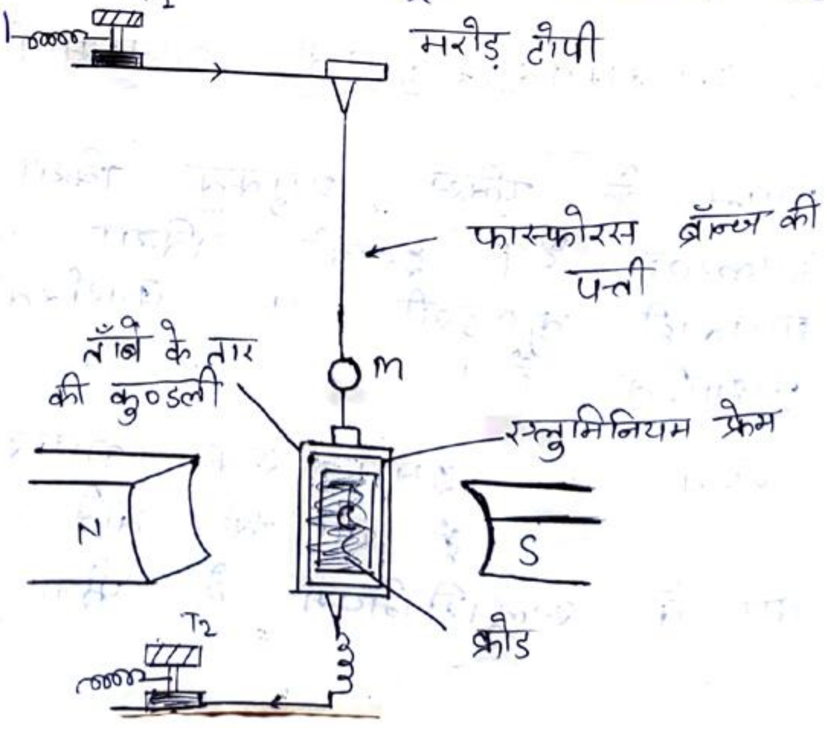
इन दोनो प्रकार के धारामापियो का सिद्धान्त व कार्य विधि एक ही है । इनकी रचना मे केवल थोड़ा सा अन्तर है। निलम्बित कुण्डली धारामापी मे कुण्डली को फास्फर ब्रॉन्ज की पतली ~~स~~ पत्ती से लटकाया जाता है तथा कुण्डली का विक्षेप लैम्प तथा पैमाने की व्यवस्था से मापा जाता है। जबकि किलकित धारामापी मे कुण्डली दो चूलो के बीच झूलती है तथा कुण्डली का विक्षेप संकेतक से वृत्ताकार पैमाने पर पढ़ा जाता है।

(i) निलम्बित कुण्डली धारा मापी :- यह वैद्युत धारा के संसूचन तथा मापन के लिए प्रयुक्त किया जाने वाला उपकरण है। इसकी क्रिया चुम्बकीय क्षेत्र मे धारावाही कुण्डली पर कार्यरत बलाघूर्ण पर आधारित है।

संरचना :- इसमे एक आयताकार कुण्डली होती है जो कि तॉबे के पतले पृथक्कृत तार के एलुमिनियम के ~~फ्रे~~ फ्रेम के ऊपर लपेटकर

बनाई जाती है। इस कुण्डली को एक पतली फास्फर ब्रान्ज की पत्ती से एक स्थाई घोड़ा नाल चुम्बक NS के बेलनाकार ध्रुव खण्डो के बीच लटकाया जाता है। पत्ती का ऊपरी सिरा एक मरोड़ टोपी से जुड़ा होता है। कुण्डली का निचला सिरा एक पतले फास्फर ब्रान्ज के तार से जुड़ा होता है। कुण्डली के भीतर एक नर्म लोहे की क्रोड C बिना कुण्डली को स्पर्श किए रखी जाती है। इस प्रकार ध्रुव खण्डो के बीच चुम्बकीय क्षेत्र प्रबल हो जाता है। निलम्बन पत्ती के निचले भाग मे एक छोटा दर्पण m लगा होता है। जो पत्ती के साथ-साथ घूमता है। तथा जिसका विक्षेप एक लैम्प तथा पैमाने के सहारे पढ़ा जा सकता है। सम्पूर्ण प्रबन्ध को एक धात्विक बक्से मे बन्द रखा जाता है। जिसके सामने की ओर काँच की एक खिड़की तथा आधार पर समतलकारी पेंच लगे होते है।

धारा जिसका मापन करना हो एक टर्मिनल T_1 से प्रवेश करती है तथा निलम्बन कुण्डली व स्प्रिंग से होकर दूसरे टर्मिनल T_2 से निर्गत होती है।



सिद्धान्त :- जब कुण्डली मे धारा i प्रवाहित की जाती है तो कुण्डली पर लगने वाला बलाघूर्ण $\tau = NiAB \sin\theta$ ।
कुण्डली के तल पर आधिलम्ब चुम्बकीय क्षेत्र B से सदैव समकोण पर होगा अर्थात $\theta = 90°$ । अत: कुण्डली पर कार्यरत बलाघूर्ण,

$$\tau = NiAB \sin 90°$$

$$\tau = NiAB$$

यदि निलम्बन पत्ती की मरोड़ दृढ़ता c हो तथा निलम्बित पत्ती मे ऐंठन ϕ हो तो प्रत्यानयन बलयुग्म $C\phi$ होगा ।
विक्षेपक बलाघूर्ण = प्रत्यानयन बलयुग्म आघूर्ण
अर्थात $NiAB = C\phi$

$$i = \frac{C\phi}{NAB}$$

$$\boxed{i = K\phi}$$

जहाँ $K = \frac{C}{NAB}$, जिसे धारा परिवर्तन गुणांक भी कहते है। अत: धारा मापी मे प्रवाहित धारा, उत्पन्न विक्षेप के अनुक्रमानुपाती होता है।

(i) धारामापी की धारा सुग्राहिता :- धारामापी की धारा सुग्राहिता कुण्डली मे प्रति एकांक धारा के लिए उत्पन्न विक्षेप से मापी जाती है।

$$\text{धारा सुग्राहिता } S_i = \frac{\phi}{i} = \frac{NiAB}{C \cdot i}$$

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

(ii) वोल्टेज सुग्राहिता :- कुण्डली के सिरो के बीच वोल्टेज V हो तो राशी $\frac{\phi}{V}$ को वोल्टेज सुग्राहित कहते है।

$$S_V = \frac{\phi}{V}$$

$$S_V = \frac{NiAB}{C \cdot V}$$

$$S_V = \frac{NiAB}{CiR}$$

$$S_V = \frac{NAB}{C \cdot R}$$

जहाँ R कुण्डली का प्रतिरोध है।

वोल्टेज सुग्राहिता = $\frac{\text{धारा सुग्राहिता}}{R}$

धारामापी का अमीटर मे रूपान्तरण :-

अमीटर वह यन्त्र है जो वैद्युत परिपथ मे धारा की प्रबलता सीधे एम्पियर मे नापने के काम आता है।

मिली एम्पियर की कोटि की धारा नापने वाले यन्त्र को मिली अमीटर कहते है। अमीटर मूलत: धारामापी ही होता है। जिसे परिपथ के श्रेणीक्रम मे डाल देते है ताकि मापी जाने वाली सम्पूर्ण धारा इसमे से होकर जाए। चुकि अमीटर की अपनी कुण्डली का भी कुछ प्रतिरोध होता है। अत: इसे श्रेणीक्रम मे जोड़ने पर परिपथ का प्रतिरोध बढ़ जाएगा। जिससे परिपथ मे धारा घट जाएगी। अत: अमीटर द्वारा पढ़ा जाने वाला धारा का मान उस धारा के मान से कम होगा जिसे नापना था।

साधारणत: किलकित चल कुण्डली धारामापी को ही अमीटर के रूप मे प्रयुक्त किया जाता है। इसके लिए इसकी कुण्डली के समान्तर क्रम मे एक छोटा प्रतिरोध लगा देते है जिसे सन्ट कहते है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

जब किलकित कुण्डली धारामापी को का प्रयोग करने से परिपथ की धारा मे कोई विशेष परिवर्तन नही होता। इस प्रकार यह प्रबन्ध एक अच्छे अमीटर का कार्य करता है।

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र मे स्थित दण्ड चुम्बक पर बलयुग्म का आघूर्ण :-

एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र मे स्थित धारा लूप अथवा कुण्डली अथवा परिनालिका) का व्यवहार ठीक वैसा ही होता है जैसा दण्ड चुम्बक का। चुम्बकीय क्षेत्र मे स्थित धारा लूप पर एक बल युग्म लगता है जो लूप को चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर घुमाने की प्रवृत्ति रखता है।

यदि लूप मे n फेरे है जो चुम्बकीय क्षेत्र B मे क्षेत्र की दिशा से θ कोण पर स्थित है तब पूरे लुप पर लगने वाला बल-युग्म का आघूर्ण,

$$\tau = NiAB\sin\theta \quad \text{--- (1)}$$

हम जानते है वैद्युत क्षेत्र E मे क्षेत्र की दिशा से θ कोण पर स्थित वैद्युत द्विध्रुव पर लगने वाला बलाघूर्ण,

$$\tau = PE\sin\theta \quad \text{--- (2)}$$

जहाँ P वैद्युत द्विध्रुव का आघूर्ण है।

समी० (1) व समी० (2) की तुलना करने पर यह स्पष्ट है कि राशि NiA, वैद्युत द्विध्रुव के आघूर्ण P के समतुल्य है। इसे चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण कहते है। अर्थात्

$$\boxed{M = NiA}$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

समी० (1) से .

$$\boxed{\tau = MB\sin\theta}$$

चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण :- चुंकि हैं :

$$\because \tau = MB\sin\theta$$

जहाँ M चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण है। यदि चुम्बकीय द्विध्रुव की अक्ष चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत् है अर्थात् $\theta = 90°$, तब इस पर लगने वाला बलाघूर्ण अधिकतम होगा।

$$\tau_{max} = M.B\sin 90°$$

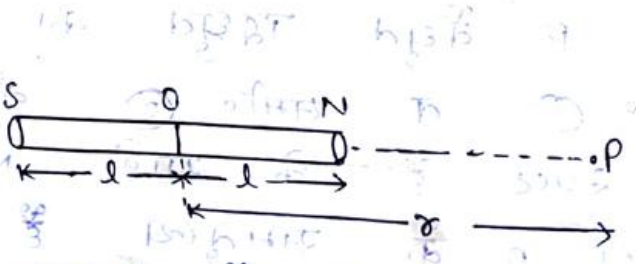
$$\tau_{max} = MB$$

$$\boxed{M = \frac{\tau_{max}}{B}}$$

" किसी चुम्बकीय द्विध्रुव का चुम्बकीय आघूर्ण वह बलाघूर्ण है जो इस द्विध्रुव को एकांक व एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र मे क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् रखने पर द्विध्रुव पर लगता है।" चुम्बकीय आघूर्ण M का मात्रक एम्पियर - मीटर^2 है।

चुम्बकीय द्विध्रुव के कारण चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

i) अक्षीय स्थिति :-



माना NS एक दण्ड चुम्बक है जिसकी ध्रुव सामर्थ्य m है। दण्ड चुम्बक की लम्बाई 2l है। इस अक्षीयकी स्थिति मे एक बिन्दु P है जिसपर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता ज्ञात करनी है।

माना चुम्बक के मध्य बिन्दु O से r दूरी पर बिन्दु P है। तब N से P की दूरी r-l है। तथा S से P की दूरी r + l होगी।

चुम्बक के उत्तरी ध्रुव N के कारण बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r-l)^2} \quad NP \text{ की ओर},$$

S ध्रुव के कारण बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता,

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r+l)^2} \quad PS \text{ की ओर}$$

चुकि B_1 व B_2 एक ही रेखा के अनुदिश विपरित दिशाओ मे है। अतः बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की परिणामी तीव्रता,

$$B = B_1 - B_2$$

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

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

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

2

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

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot m \left[\frac{4rl}{(r^2-l^2)^2}\right]$$

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

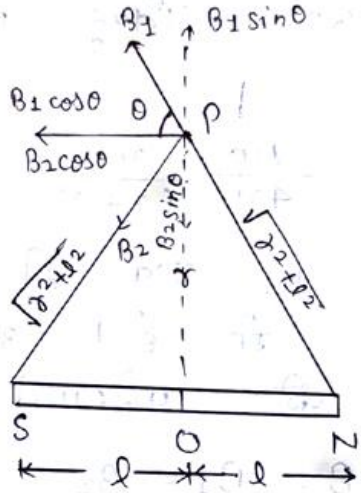
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M \cdot 2r}{(r^2-l^2)^2}$$

$\because$ $l << r$ तब $l^2 <<< r^2$ अतः l^2 को नगण्य मानने पर

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

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{r^3}}$$

(ii) निरक्षीय स्थिति :-



माना बिन्दु P चुम्बक के निरक्षीय रेखा पर चुम्बक के मध्य बिन्दु O से r दूरी पर स्थित है। चुम्बक के प्रत्येक ध्रुव से बिन्दु P की दूरी $\sqrt{r^2+l^2}$ है। माना बिन्दु P पर चुम्बक के उत्तरी ध्रुव N तथा दाक्षिणी ध्रुव S की चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रताएँ क्रमशः B_1 व B_2 है। तब,

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2+l^2)} \quad (NP \text{ की ओर})$$

$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2+l^2)} \quad (PS \text{ की ओर})$$

$\because$ B_1 व B_2 के परिमाण बराबर है परन्तु दिशाएँ भिन्न है। B_1 व B_2 को दो घटको मे वियोजित करने पर NS के लम्बवत् घटक $B_1 \sin\theta$ तथा $B_2 \sin\theta$ परस्पर निरस्त हो जाते है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

जबकि NS के समान्तर घटक $B_1 \cos\theta$ तथा $B_2 \cos\theta$ एक ही दिशा मे होने के कारण जुड़ जाते है।

अत: बिन्दु P पर चुम्बकीय क्षेत्र की परिणामी तीव्रता,

$$B = B_1 \cos\theta + B_2 \cos\theta$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2+l^2)} \cos\theta + \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2+l^2)} \cos\theta$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{m}{(r^2+l^2)} \cos\theta$$

ΔPON मे $\cos\theta = \frac{NO}{NP} = \frac{l}{\sqrt{r^2+l^2}}$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2m}{(r^2+l^2)} \times \frac{l}{(r^2+l^2)^{1/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2ml}{(r^2+l^2)^{3/2}}$$

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

$\because l << r$ तब $l^2 <<< r^2$ अत: l^2 को नगण्य मानने पर,

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

$$\boxed{B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M}{r^3}}$$

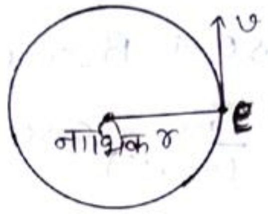
परिक्रमण करते इलेक्ट्रॉन का चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण

माना परमाणु मे एक इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारो ओर r त्रिज्या के वृत्ताकार पथ मे v वेग से परिक्रमण कर रहा है। परिक्रमण करते हुए

इलेक्ट्रॉन के तुल्य वैद्युत धारा,

$$i = \frac{e}{t}$$

जहाँ t परिक्रमण काल है।



परिक्रमण काल $T = \frac{2\pi r}{v}$

$$i = \frac{e}{\frac{2\pi r}{v}} = \frac{ev}{2\pi r}$$

कक्षीय इलेक्ट्रॉन के कारण चुम्बकीय आघूर्ण,

$$m = i \cdot A$$

$$m = \frac{ev}{2\pi r} \cdot \pi r^2$$

$$m = \frac{evr}{2} \quad \text{—— (1)}$$

परिक्रमण करते इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग,

$$J = I \cdot \omega$$

जहाँ I जड़त्व आघूर्ण तथा ω कोणीय वेग है।

$$J = mr^2 \cdot \frac{v}{r}$$

$$J = mrv \quad \text{—— (2)}$$

$$vr = \frac{J}{m} \quad \text{—— (2)}$$

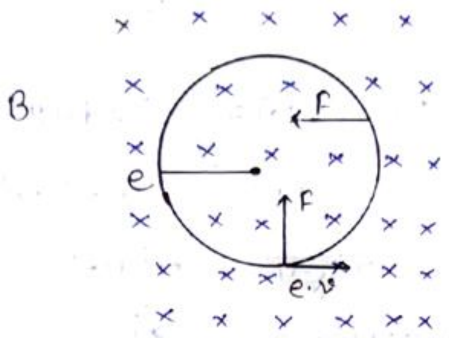
समी० (1) व समी० (2)

$$m = \frac{e}{2} \cdot \frac{J}{m}$$

$$\boxed{m = \frac{e}{2m} \cdot J}$$

जहाँ m इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान है।

चुम्बकीय क्षेत्र मे आवेशित कण की गति :-



हम जानते है कि कोई भी आवेशीत कण चुम्बकीय क्षेत्र मे वृत्तीय पथ पर गति करता है। वृत्तीय गति के दौरान कण पर केन्द्र की ओर अभिकेन्द्र बल कार्य करता है। यदि कण का द्रव्यमान (m), वेग (v) तथा वृत्तीय पथ की त्रिज्या (r) हो तो,

अभिकेन्द्र बल $F = \frac{mv^2}{r}$ —— (1)

∵ आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र B मे v वेग से गतिमान है तब कण पर लगने वाला लॉरेन्ज बल,

$F = q \cdot v \cdot B$ —— (2)

समी० (1) व समी० (2) से,

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

वृत्तीय पथ की त्रिज्या $\boxed{r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}}$ Question

वेग = $\frac{\text{वृत्तीय पथ की लम्बाई}}{\text{समय}}$

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

$\boxed{T = \frac{2\pi r}{v}}$ $\frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi r}$ $\boxed{\text{आवृत्ति } n = \frac{v}{2\pi r}}$