WILL STUDY

इंटरमीडिएट करना अब हुआ आसान !

PHYSICS

अध्याय – 06

वैधुत चुम्बकीय प्रेरण

हाय दोस्तो,

अगर आपने मेरा दोनो चैनल सब्सक्राइब नहीं किया है तो कर ले एक चैनल पर मैं गणित पढ़ता हूं और दूसरी चैनल पर हम भौतिकी, रसायन, जीव विज्ञान और अन्य टॉपिक 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 फॉलो भी कर सकते है।

MATH SOLUTIONS

Follow us on Instagram

WILL STUDY SUBSCRIBE to I WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

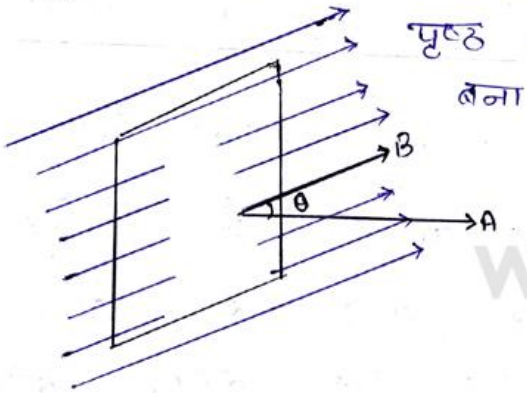
वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण

चुम्बकीय फलक्स :- चुम्बकीय फलक्स चुम्बकीय क्षेत्र का गुण है। किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ में, क्षेत्र के लम्बवत् कोई समतल पृष्ठ ले जिसका क्षेत्रफल $\vec{A}$ है तो स्केलर गुणन $\vec{B}\cdot\vec{A}$ क्षेत्रफल A से बद्ध चुम्बकीय फलक्स कहलाता है।

$$\Phi_B = \vec{B}\cdot\vec{A}$$

$$\Phi_B = BA\cos\theta$$

जहाँ θ चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ तथा पृष्ठ क्षेत्रफल $\vec{A}$ के बीच बना कोण है।



चुम्बकीय फलक्स का S.I. मात्रक वेबर कहलाता है। चुम्बकीय फलक्स एक अदिश राशि है। इसकी विमा $[ML^2T^{-2}A^{-1}]$ होता है।

"चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र के लम्बवत् किसी पृष्ठ के एकांक क्षेत्रफल में से गुजरने वाली फलक्स रेखाओं की संख्या उस पृष्ठ से बद्ध चुम्बकीय फलक्स के बराबर होती है।"

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

vist to "www.ncertvipnote.com"

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

प्रेरित विद्युत वाहक बल :— सन् 1831 में फैराडे ने यह खोज की कि जब कभी किसी वैद्युत परिपथ से गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या अथवा चुम्बकीय फलक्स में परिवर्तन होता है तब परिपथ में एक विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है। यदि परिपथ बन्द है तो परिपथ में धारा बहती है। इस प्रकार उत्पन्न विद्युत वाहक बल तथा वैद्युत धारा को क्रमशः प्रेरित विद्युत वाहक बल तथा प्रेरित धारा कहते हैं। प्रेरित विद्युत वाहक बल तथा प्रेरित धारा तभी तक विद्यमान रहते हैं जब तक कि चुम्बकीय फलक्स में परिवर्तन होता है। इस घटना को <u>विद्युत चुम्बकीय प्रेरण</u> कहते हैं।

लेंज का नियम :— इस नियम के अनुसार — किसी परिपथ में प्रेरित विद्युत वाहक बल अथवा प्रेरित धारा की दिशा सदैव ऐसी होती है कि यह उस कारण का विरोध करती है जिससे यह स्वयं उत्पन्न होती है।

फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण का नियम :— अपने प्रयोगों के परिणामों के आधार पर फैराडे ने विद्युत चुम्बकीय प्रेरण सम्बन्धी दो नियम प्रतिपादित किया।

(i) **प्रथम नियम :—** जब किसी परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फलक्स में परिवर्तन हो रहा है तो परिपथ में एक प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है जिसका परिमाण चुम्बकीय फलक्स के परिवर्तन

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

की ऋणात्मक दर के बराबर होता है।

यदि Δt समयान्तराल में चुम्बकीय फलक्स में परिवर्तन $\Delta\phi_B$ हो तो परिपथ में प्रेरित विद्युत वाहक बल

$$\boxed{e = -\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}}$$

या $\Delta t \longrightarrow 0$ सीमा से,

$$e = \lim_{\Delta t \to 0}\left(-\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}\right)$$

$$\boxed{e = -\frac{d\phi_B}{dt}}$$

ऋणात्मक चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि प्रेरित विद्युत वाहक बल सदैव फलक्स परिवर्तन का विरोध करता है।

यदि परिपथ में कुण्डली के N फेरे हैं तब

$$\boxed{e = -\frac{N\Delta\phi_B}{\Delta t}} \quad \text{या} \quad \boxed{e = -N\frac{d\phi_B}{dt}} \text{ Volt}$$

(ii) द्वितीय नियम :— किसी परिपथ में प्रेरित विद्युत वाहक बल अथवा प्रेरित धारा की दिशा सदैव ऐसी होती है कि यह उस कारण का विरोध करती है जिससे कि स्वयं उत्पन्न होती है। इसे लेन्ज का नियम भी कहते हैं।

गतिक विद्युत वाहक बल :— माना एक पतली चालक छड़ PQ जिसकी लम्बाई l है एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र B में स्थित है। क्षेत्र B कागज के तल के लम्बवत् है तथा

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

नीचे की ओर दिष्ट है। छड़ PQ को नियत वेग v से बायी ओर चलाया जाता है। तब PQRS एक बन्द परिपथ बनाता है जिससे घिरा क्षेत्रफल PQ की गति के कारण परिवर्तित होता है। यदि लम्बाई $RQ = x$ तथा $RS = l$ तो लूप PQRS से घिरा क्षेत्रफल $l \cdot x$ होगा। अत: PQRS से घिरा चुम्बकीय फलक्स,

$$\Phi_B = B \cdot A$$

$$\Phi_B = B \cdot l \cdot x$$

चूंकि x समय के साथ बदल रहा है फलक्स Φ_B में परिवर्तन होगा जिसके कारण एक प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न होगा। अत: उत्पन्न विद्युत वाहक बल,

$$e = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$e = -\frac{d}{dt}(Blx)$$

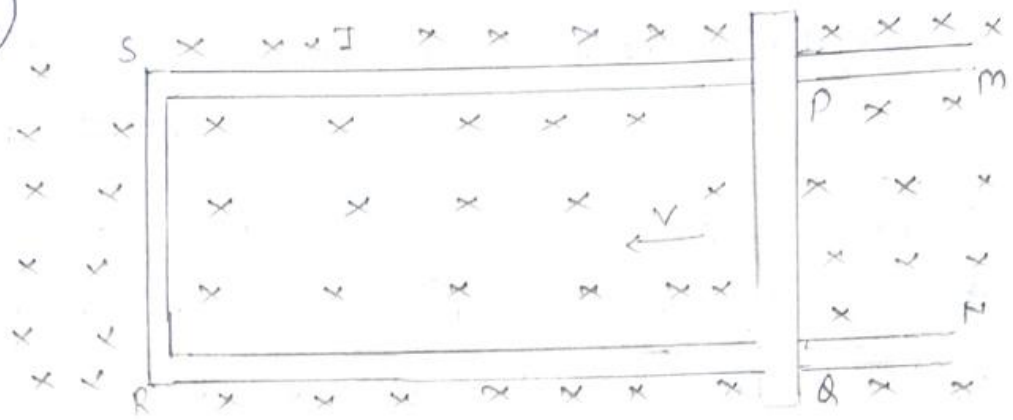
$$e = -Bl\frac{dx}{dt} \quad \text{जहाँ } v = -\frac{dx}{dt}$$

$$\boxed{e = Blv} \text{ Volt}$$

जहाँ v चालक PQ की चाल है। प्रेरित विद्युत वाहक बल Blv को गतिक विद्युत वाहक बल कहते हैं।

अत: स्पष्ट है कि हम चुम्बकीय क्षेत्र को परिवर्तित करने की बजाय किसी चालक को गतिमान करके किसी परिपथ द्वारा घिरे चुम्बकीय फलक्स में परिवर्तन करके प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न कर सकते हैं।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
I WILL STUDY

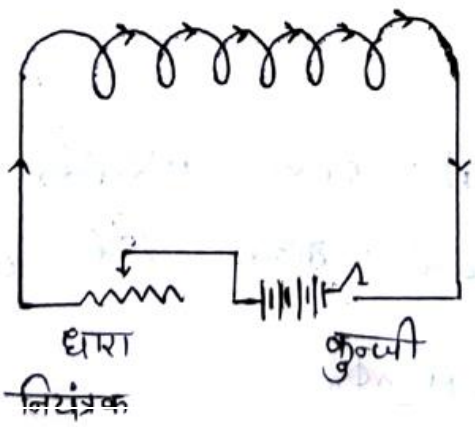


फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम :— फ्लेमिंग के दाएँ हाथ का नियम प्रेरित धाराओ की दिशा को ~~लिए~~ बताती है। इस नियम के अनुसार —

" यदि हम दाएँ हाथ का अँगुठा और उसके पास वाली दोनो अँगुलियो को एक-दूसरे के लम्बवत इस प्रकार फैलाए कि पहली अँगुली चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को तथा अँगूठा चालक के चलने की दिशा को प्रदर्शित करे तो बीच वाली अँगुली चालक मे प्रेरित धारा की दिशा बताएगी।"

स्वप्रेरण :— विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की वह घटना जिसमे किसी कुण्डली मे प्रवाहित धारा को परिवर्तित करने से स्वयं उसी कुण्डली मे प्रेरित धारा उत्पन्न होती है, स्वप्रेरण कहते है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
WILL STUDY



स्वप्रेरण गुणांक अथवा स्वप्रेरकत्व :- माना किसी कुण्डली में वैद्युत धारा (i) प्रवाहित हो रही है तथा धारा के कारण, कुण्डली के प्रत्येक फेरे से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स ϕ_B है। यदि कुण्डली में N फेरे है तो कुण्डली में फ्लक्स ग्रान्थिताओं [चुम्बकीय फ्लक्स] की संख्या $N\phi_B$ होगी। यह संख्या कुण्डली में प्रवाहित धारा (i) के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात्

$$N\phi_B \propto i$$

$$N\phi_B = L \cdot i$$

$$\boxed{L = \frac{N\phi_B}{i}} \quad \text{———} (1)$$

जहाँ L एक नियतांक है जिसे कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक कहते है।

यदि $i = 1$ तो $L = N\phi_B$

" किसी कुण्डली का स्वप्रेरकत्व अथवा स्वप्रेरण गुणांक, कुण्डली में चुम्बकीय फ्लक्स ग्रान्थिताओं की संख्या के बराबर होता है जबकि कुण्डली में एकांक धारा प्रवाहित होती है।"

यदि कुण्डली में धारा परिवर्तित करने पर उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल e हो तब,

$$e = -N \frac{\Delta\phi_B}{}$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
I WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

$$e = -\frac{\Delta N \phi_B}{\Delta t}$$

$$\Delta N \phi_B = -e \Delta t$$

समी० (1) से,

$$L = -\frac{e \Delta t}{\Delta i}$$

$$\boxed{L = -\frac{e}{\frac{\Delta i}{\Delta t}}}$$

यदि $\frac{\Delta i}{\Delta t} = 1$ तो $L = -e$

" किसी कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक अथवा स्वप्रेरकत्व उस प्रेरित विद्युत वाहक बल के बराबर होता है जो उसी कुण्डली में धारा परिवर्तन की दर एकांक होने पर उत्पन्न होता है।"

स्वप्रेरण गुणांक का SI मात्रक 'हेनरी' है।

$$\boxed{1 \text{ हेनरी} = \frac{1 \text{ वोल्ट}}{1 \text{ एम्पियर/सेकण्ड}}}$$

इसका MKS पद्धति में मात्रक किग्रा मीटर^2 सेकण्ड$^{-2}$ एम्पियर$^{-2}$ है। इसकी विमा $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$ है।

कुण्डली में संचित स्थितिज ऊर्जा :- जब किसी कुण्डली में बैटरी द्वारा वैद्युत धारा भेजी जाती है तो कुण्डली

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

में स्वप्रेरण के कारण एक विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है जो कुण्डली में धारा के बढ़ने का विरोध करता है। अतः धारा को अपने स्थायी मान तक पहुँचने के लिए प्रेरित विद्युत वाहक बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है। यही कार्य कुण्डली में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

कुण्डली में आती सूक्ष्म आवेश dq प्रवाहित कराने में बैटरी द्वारा कृत कार्य

$$dw = -e \times dq$$

$$dw = -\left(-L\frac{di}{dt}\right) \cdot dq$$

$$dw = L\,di\left(\frac{dq}{dt}\right)$$

$$dw = Li \times di$$

अतः सम्पूर्ण आवेश या महत्तम धारा भेजने के में किया गया कार्य,

$$W = \int_0^{i_0} Li\,di$$

$$W = L\int_0^{i_0} i \cdot di$$

$$W = L\left[\frac{i^2}{2}\right]_0^{i_0}$$

$$W = \frac{1}{2}(i_0^2 - 0)$$

$$W = \frac{1}{2}Li_0^2$$

यही कार्य कुण्डली मे स्थैतिज ऊर्जा के रूप मे संचित हो जाती है। अत: कुण्डली की स्थैतिज ऊर्जा,

$$U = \frac{1}{2} L i_0^2$$

Question

लम्बे परिनालिका का स्वप्रेरकत्व :- माना एक लम्बे परिनालिका की लम्बाई l, परिच्छेद क्षेत्रफल A है। परिनालिका की एकांक लम्बाई मे फेरो की संख्या $n = \frac{N}{l}$ है। माना परिनालिका मे वैद्युत धारा i प्रवाहित है तब परिनालिका से बद्ध चुम्बकीय क्षेत्र,

$$B = \mu_0 n \cdot i$$

प्रत्येक फेरे से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स,

$$\phi_B = B \cdot A$$

$$\phi_B = (\mu_0 n \cdot i) A$$

$$N\phi_B = N(\mu_0 n \cdot i) A$$

$$N\phi_B = N \mu_0 \frac{N}{l} i A$$

$$N\phi_B = \frac{\mu_0 N^2 i A}{l}$$

परिनालिका का स्वप्रेरकत्व,

$$L = \frac{N\phi_B}{i}$$

$$= \frac{\mu_0 \cdot N^2 i A}{i \cdot l}$$

$$L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 A}{l}$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

यदि परिनालिका के अन्त: धारा को μ_r आपेक्षिक चुम्बकशीलता वाले पदार्थ से भर दे तब,

$$\boxed{L = \frac{\mu_r \cdot \mu_0 N^2 A}{l}}$$

समतल कुण्डली का स्वप्रेरकत्व :- माना r meter त्रिज्या की एक वृत्ताकार कुण्डली मे N फेरे है तथा कुण्डली मे i एम्पियर की धारा बह रही है तब कुण्डली के केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र,

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

कुण्डली से बद्द चुम्बकीय फलक्स,

$$\phi_B = B \cdot A$$

$$= \frac{\mu_0 \cdot N i}{2r} \times \pi r^2$$

$$\phi_B = \frac{\mu_0 \pi N \cdot i \cdot r}{2}$$

$$N\phi_B = \frac{\mu_0 \pi N^2 \cdot i \cdot r}{2}$$

समतल कुण्डली का स्वप्रेरकत्व

$$L = \frac{N\phi_B}{i}$$

$$L = \frac{\mu_0 \pi N^2 \cdot i r}{2 \cdot i}$$

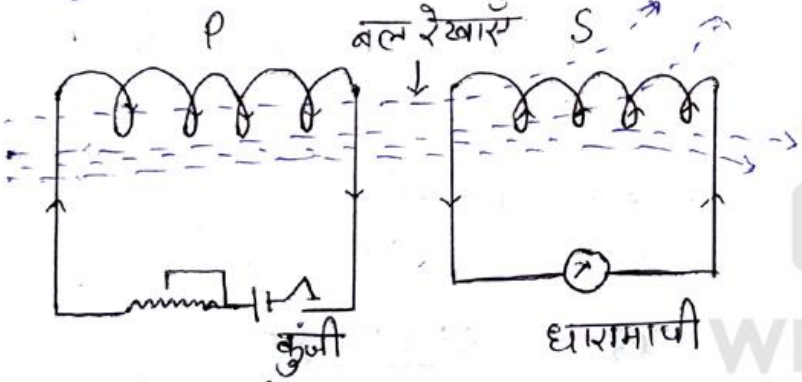
$$\boxed{L = \frac{\mu_0 \pi N^2 r}{2}}$$

WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

अन्योन्य प्रेरण :- यदि हम दो कुण्डलियों को पास-पास रखकर उनमें से एक में बैटरी के द्वारा वैद्युत धारा प्रवाहित करें अथवा उसमें प्रवाहित होने वाली वैद्युत धारा के मान में परिवर्तन करें अथवा धारा को बन्द करें। तो दूसरी कुण्डली में एक प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न होता है। विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की इस घटना को अन्योन्य प्रेरण कहते है। पहली कुण्डली को प्राथमिक कुण्डली तथा दूसरी कुण्डली को द्वितीयक कुण्डली कहते है।



कुंजी दबाने पर

अन्योन्य प्रेरण गुणांक अथवा अन्योन्य प्रेरकत्व :- माना प्राथमिक कुण्डली में I_1 एम्पियर धारा प्रवाहित होती है। इस धारा के कारण द्वितीयक कुण्डली के प्रत्येक फेरे से बद्ध चुम्बकीय फलक्स ϕ_2 है। यदि द्वितीयक कुण्डली में तार के N_2 फेरे है तो कुण्डली में फलक्स ग्रान्थिताओं की संख्या $N_2\phi_2$ होगी। यह संख्या प्राथमिक कुण्डली में प्रवाहित धारा i_1 के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात्

$$N_2\phi_2 \propto i_1$$

$$N_2\phi_2 = Mi_1$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

$$m = \frac{N_2 \phi_2}{i_1}$$

जहाँ m अन्योन्य प्रेरण गुणांक अथवा अन्योन्य प्रेरकत्व है।

यदि $i_1 = 1$ amp तो $m = N_2 \phi_2$

" दो कुण्डलियों के बीच अन्योन्य प्रेरण गुणांक किसी एक कुण्डली मे चुम्बकीय फलक्स ग्रान्थिताओ की संख्या के बराबर होता है जबकि दूसरी कुण्डली मे एकांक धारा प्रवाहित हो रही हो"

यदि प्राथमिक कुण्डली मे धारा प्रवाहित करने पर द्वितीयक कुण्डली मे उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल e_2 हो तो,

$$e_2 = -N_2 \frac{\Delta \phi_2}{\Delta t}$$

$$e_2 = -\frac{\Delta N_2 \phi_2}{\Delta t}$$

$$e_2 = -\frac{\Delta m \times i_1}{\Delta t}$$

$$e_2 = -m \cdot \frac{\Delta i_1}{\Delta t}$$

$$m = -\frac{e_2}{\Delta i_1 / \Delta t}$$

" यदि $\frac{\Delta i_1}{\Delta t} = 1$ तो $m = -e_2$

अत:

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
I WILL STUDY

"दो कुण्डलियों के बीच अन्योन्य प्रेरण गुणांक किसी एक कुण्डली के उस प्रेरित विद्युत वाहक बल के मान के बराबर होता है जो कि दूसरी कुण्डली मे धारा परिवर्तन की दर एकांक होने पर उत्पन्न होता है।"

इसका मात्रक हेनरी है।

दो समाक्ष परिनालिकाओ के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व :— माना एक लम्बी परिनालिका P की लम्बाई l एवं इसमे फेरो की संख्या N_1 है। इसके केन्द्र पर N_2 फेरो वाली एक छोटी परिनालिका S लिपटी है। माना प्राथमिक परिनालिका मे धारा i_1 है तब उसके केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र,

$$B_1 = \frac{\mu_0 N_1}{l} \cdot i_1$$

यदि द्वितीयक परिनालिका का परिच्छेद क्षेत्रफल A है तब प्राथमिक परिनालिका के कारण द्वितीयक परिनालिका से बद्ध चुम्बकीय फलक्स

$$\Phi_2 = B_1 \cdot A$$

N_2 फेरे के लिए,

$$N_2 \Phi_2 = N_2 B_1 \cdot A$$

$$N_2 \Phi_2 = N_2 \left(\frac{\mu_0 N_1}{l} \cdot i_1\right) A$$

परिनालिका के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व,—

$$M = \frac{N_2 \Phi_2}{i_1}$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
I WILL STUDY

$$M = \frac{\mu_0 N_1 \cdot N_2 i_1 A}{l \cdot i_1}$$

$$\boxed{M = \frac{\mu_0 N_1 \cdot N_2 \cdot A}{l}}$$

यदि परिनालिका के अन्त: μ_r चुम्बकशीलता का लौह पदार्थ भर दिया जाए तब, अन्योन्य प्रेरकत्व.

$$\boxed{M = \frac{\mu_r \cdot \mu_0 N_1 \cdot N_2 A}{l}}$$

दो समतल कुण्डलियो के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व:

माना दो समतल वृत्ताकार कुण्डलियाँ एक-दूसरे के समीप समाक्ष रखी है। माना प्राथमिक कुण्डली मे फेरो की संख्या N_1 व द्वितीयक मे N_2 है। प्राथमिक कुण्डली मे i_1 एम्पियर की धारा है। तब प्राथमिक कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B_1 = \frac{\mu_0 N_1 \cdot i_1}{2a_1}$$

जहाँ a_1 प्राथमिक कुण्डली की त्रिज्या है।

B_1 के कारण द्वितीयक कुण्डली के सम्पूर्ण तल से गुजरने वाला चुम्बकीय फलक्स,

$$\Phi_2 = B_1 \cdot A_2$$

N_2 फेरे के लिए,

$$N_2 \Phi_2 = N_2 B_1 A_2$$

$$= N_2 \left(\frac{\mu_0 N_1 \cdot i_1}{2a_1} \right) \times \pi a_2^2$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

समतल कुण्डलियो के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व,

$$m = \frac{N_2 \phi_2}{i_1}$$

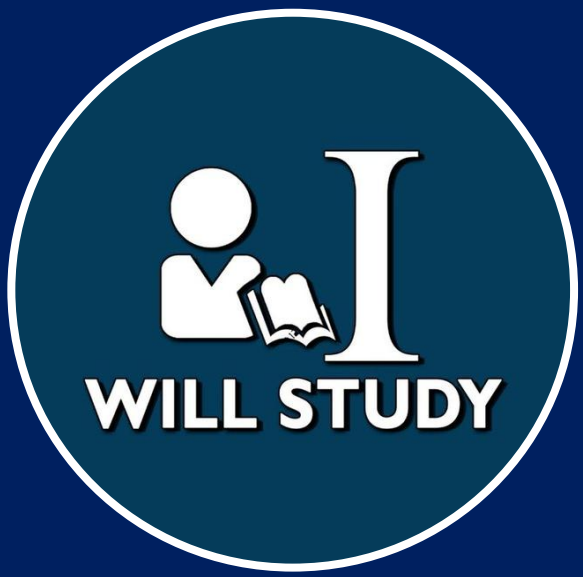
$$m = \frac{\mu_0 \cdot N_1 \cdot N_2 \, i_1 \cdot \pi a_2^2}{2a_1 \cdot i_1}$$

$$\boxed{m = \frac{\mu_0 N_1 \cdot N_2 \cdot \pi a_2^2}{2a_1}}$$

भँवर धाराएँ :- फोको ने सन् 1895 मे यह देखा कि जब कोई धातु का टुकड़ा किसी परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र मे स्थित होता है अथवा किसी चुम्बकीय क्षेत्र मे इस प्रकार गति करता है कि उससे बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन हो, तो धातु के सम्पूर्ण आयतन मे प्रेरित धाराएँ उत्पन्न हो जाती है। जो कि धातु के टुकड़े की गति का विरोध करती है। ये धाराएँ जल मे उत्पन्न भँवर धाराओ के समान चक्करदार होती है। अत: इन धाराओ को भँवर धाराएँ कहते है। ये धाराएँ इतनी प्रबल हो सकती है कि धातु का टुकड़ा गर्म होकर लाल तप्त हो सकता है।

WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL



SUBSCRIBE

SUBSCRIBE

VISIT TO

NVN-OPEN

Also Read & Watch

Maths All Chapter Important Question

Maths Chapter-wise Solutions in Hindi

Study Motivation

Unsolved Paper Solutions

Click Here