THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Unit :- 4th

Chapter :- 6th

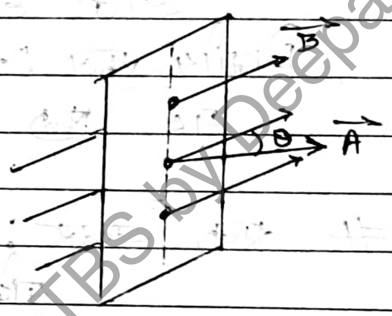
Date: / / Page no: 200

# विद्युत चुम्बकीय प्रेरण

**Q.1:-** चुम्बकीय फ्लक्स की परिभाषा लिखते हुए उसके अधिकतम तथा न्यूनतम होने की परिभाषा लिखिए।

**उत्तर :-** चुम्बकीय फ्लक्स :- किसी चालक की सतह से अभिलम्बवत गुजरने वाली कुल चुम्बकीय बल रेखाओं की संख्या को चुम्बकीय फ्लक्स कहते हैं। इसे $\phi$ से प्रदर्शित करते हैं।

चित्रानुसार एक चालक प्रदर्शित है जिसका क्षेत्रफल A तथा इससे गुजरने वाली चुम्बकीय बल रेखाओं और अभिलम्ब के मध्य कोण $\theta$ है तब इससे गुजरने वाला चुम्बकीय फ्लक्स




चित्र :- चुम्बकीय फ्लक्स

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

या

$$\boxed{\phi = BA\cos\theta}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

विशेष स्थितियाँ :- यदि $\theta = 0°$ तब

$$\phi = BA\cos 0°$$

$$\phi = BA \text{ (अधिकतम)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

स्पष्ट है कि जब चालक का तल चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत हो तो अभिलम्ब और चुम्बकीय क्षेत्र के मध्य कोण 0° होता है एवं इस स्थिति में चुम्बकीय फ्लक्स अधिकतम होता है।

TBS by Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



(ii) यदि $\theta = 90^\circ$ तब

$$\phi = BA\cos 90^\circ$$

$$\phi = 0 \text{ (न्यूनतम)} \quad [\because \cos 90^\circ = 0]$$

स्पष्ट है कि जब चालक का तल, चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर हो तब दोनों के मध्य बना कोण 90° होता है तथा इस स्थिति में चुम्बकीय फ्लक्स शून्य या न्यूनतम होता है।

मात्रक :- चुम्बकीय फ्लक्स का S.I. मात्रक वेबर (Wb) या टेसला मीटर² ($Tm^2$) होता है C.G.S पद्धति में मैक्सवेल (Mx)

विमीय सूत्र :- $[ML^2T^{-2}A^{-1}]$ | $\because 1\,Wb = 10^8\,Mx$

यह एक अदिश राशि है।

# एक वेबर :- $\phi = BA\cos\theta$

यदि $B = 1$ टेसला

$A = 1$ मीटर²

$\theta = 0^\circ$ या $\cos 0^\circ = 1$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

तब

$\phi = 1$ वेबर

इस प्रकार, यदि 1 टेस्ला के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत 1 मीटर² क्षेत्रफल का एक तल रख दिया जाये तो उससे बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान 1 एक वेबर होता है।

Q.2 विद्युत चुम्बकीय प्रेरण से आप क्या समझते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उत्तर :- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण : जब किसी चुम्बक और कुण्डली के मध्य आपेक्षिक गति होती है तो इस आपेक्षिक गति के कारण कुण्डली में

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916285



विध्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है। जिसे प्रेरित विध्युत वाहक बल कहते है। और इस विध्युत वाहक बल के कारण कुण्डली में एक धारा उत्पन्न हो जाती है जिसे प्रेरित विध्युत धारा कहते है और इस सम्पूर्ण घटना को विध्युत चुम्बकीय प्रेरण कहते है।

" विध्युत चुम्बकीय प्रेरण की खोज माइकल फैराडे नामक वैज्ञानिक ने कि थी।"

Q.3: विध्युत चुम्बकीय प्रेरण से सम्बन्धित माइकल फैराडे के प्रयोगो को समझाइये।

उत्तर:- सन् 1820 से 1831 के मध्य माइकल फैराडे नामक वैज्ञानिक ने विध्युत चुम्बकीय प्रेरण से सम्बन्धित अनेक प्रयोग किए। जिसके मुख्य बिन्दु इस प्रकार है :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

1. यदि चुम्बक को स्थिर रखा जाए एवं कुण्डली गतिशील कर दी जाए तब कुण्डली में प्रेरित विध्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है।
2. कुण्डली को स्थिर रखा जाए और चुम्बक गतिशील कर दिया जाए तब कुण्डली में प्रेरित वि.वा.ब. बल उत्पन्न हो जाता है।
3. यदि चुम्बक और कुण्डली दोनो को एक-दूसरे की ओर लाया जाए या दूर ले जाया जाए तब भी प्रेरित वि.वा.ब. उत्पन्न होता है।
4. चुम्बक और कुण्डली के मध्य सापेक्षिक गति जितनी तेज होती है प्रेरित वि.वा.ब. उतना ही अधिक होता है।
5. यदि कुण्डली में फेरे की संख्या बढ़ा दी जाती है या चुम्बक शक्तिशाली ले लिया जाता है तब भी प्रेरित वि.वा.ब. का मान बढ़ जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



6. जब चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को कुण्डली के पास लाया जाता है तो कुण्डली के पास वाले तल पर उत्तरी ध्रुव उत्पन्न हो जाता है और जब दूर ले जाते है तो दक्षिणी ध्रुव उत्पन्न हो जाता है

7. प्रेरित वि० वा० बल सदैव उसी कारण का विरोध करता है जिसके कारण वह उत्पन्न हुआ है।

Q.4:- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण से सम्बन्धित माइकल फैराडे के दोनो नियमो को समझाइये।

उत्तर:- विद्युत चुम्बकीय प्रेरण से सम्बन्धित माइकल फैराडे नामक वैज्ञानिक ने दो नियम दिए जिन्हें फैराडे के नियम कहते है।

प्रथम नियम :- इस नियमानुसार प्रेरित वि०वा०ब० (प्रेरित धारा) का अस्तित्व केवल तब तक ही बना रहता है जब तक की कुण्डली या परिपथ से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता रहता है। यही फैराडे का प्रथम नियम है।

विशेष:- यदि परिपथ खुला हो तो उसमें प्रेरित वि०वा०ब० या प्रेरित विद्युत धारा उत्पन्न नहीं होती है।

2. द्वितीय नियम :- इस नियमानुसार "प्रेरित वि० वा० ब० का मान चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन की दर के समानुपाती होता है।"

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 204

यदि कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स समयान्तराल $\Delta t$ में $\phi_1$ से $\phi_2$ हो जाता है।
तब, चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन की दर

$$= \frac{\phi_2 - \phi_1}{\Delta t}$$

यदि प्रेरित वि०वा०ब० "E" हो तो

$$E \propto \frac{\phi_2 - \phi_1}{dt}$$

$$E \propto \frac{d\phi}{dt}$$

$$E = -k\frac{d\phi}{dt}$$

S.I. पद्धति में :- $k = 1$

$$E = -\frac{d\phi}{dt}$$

यही फैराडे का नियम का व्यंजक है।

Note:- ऋण चिन्ह इस बात को दर्शाता है कि प्रेरित वि.वा.ब. चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन का विरोध करता है।

Q.5: लेंज का नियम लिखते हुए इसे समझाइये?
अथवा
लेंज का नियम लिखते हुए सिद्ध करो कि यह ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुकूल है।

उत्तर:- लेंज का नियम :- इस नियमानुसार विद्युत चुम्बकीय प्रेरण की प्रत्येक अवस्था में प्रेरित विद्युत धारा या प्रेरित वि.वा.बे. उसी कारण का विरोध करती है जिसके

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

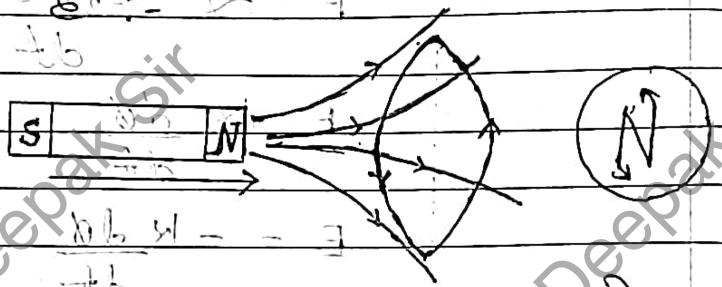
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 205

कारण वह उत्पन्न होती है, उसे ही लैंज का नियम कहते है।

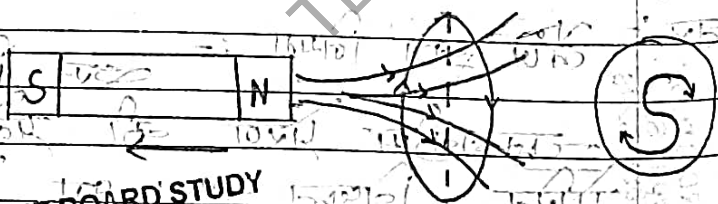
लैंज के नियम की सहायता से प्रेरित विद्युत धारा की दिशा ज्ञात की जा सकती है।

लैंज का नियम, ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुकूल है।




THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

चित्रानुसार जब हम छड़ चुम्बक को कुण्डली के पास लाते है तो कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है फलस्वरूप कुण्डली में प्रेरित विद्युत धारा उत्पन्न हो जाती है। जब हम चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को पास लाते है तो कुण्डली के पास वाले तल पर उत्तरी ध्रुव उत्पन्न हो जाता है। फलस्वरूप प्रतिकर्षण बल कार्य करता है। हमें उस प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है। यह किया गया यांत्रिक कार्य ही विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है।




THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



जब हम छड़ चुम्बक को कुण्डली से दूर ले जाते हैं तो कुण्डली में प्रेरित धारा की दिशा बदल जाती है तथा कुण्डली के पास वाले तल पर दक्षिणी ध्रुव उत्पन्न हो जाता है जो कि चुम्बक को आकर्षित करता है। हमें इस आकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है। यही किया गया कार्य पुनः विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है।

निष्कर्ष :- स्पष्ट है कि दोनों स्थितियों में किया गया कार्य विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है। अतः लेंज का नियम ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुकूल है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.6:- स्वप्रेरण या आत्मप्रेरण से आप क्या समझते हैं? लिखिए।

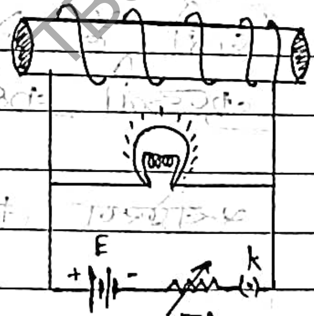
उत्तर :- **स्वप्रेरण** :- सन् 1832 ने जोसेफ हेनरी नामक वैज्ञानिक ने स्वप्रेरण की खोज की।

जब किसी कुण्डली या परिपथ में बहने वाली विद्युत धारा के मान में परिवर्तन किया जाता है तो कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है। फलस्वरूप कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है जो उसी कारण का विरोध करती है जिसके कारण वह उत्पन्न हुई है। इस घटना को स्वप्रेरण कहते हैं।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

स्वप्रेरण का प्रायोगिक प्रदर्शन :-

चित्रानुसार एक प्रायोगिक विद्युत परिपथ तैयार करते हैं जिसमें एक कुण्डली के साथ एक बल्ब B धारा नियंत्रक Rh, कुंजी K और एक सेल E को जोड़ दिया जाता है।




चित्र : स्वप्रेरण का प्रायोगिक प्रदर्शन

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

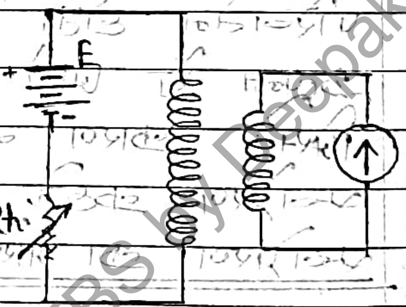
"स्वप्रेरण को विद्युत का जड़त्व भी कहते है" 207

कुंजी K को दबाने पर बल्ब चमकने लगता है जब कुंजी को हटाया जाता है तब बल्ब एक दम चमकना बन्द न होकर कुछ देर तक चमकता रहता है अपितु धीरे से बन्द होता है। इसका मुख्य कारण स्वप्रेरण कहलाता है।
जब कुंजी K को हटाया जाता है तब कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित धारा, मुख्य धारा की दिशा में बहने लगती है फलस्वरूप धारा का मान बढ़ जाता है अतः बल्ब तेजी से चमकता है और फिर बन्द हो जाता है।

**Q.7 :-** अन्योन्य प्रेरण से आप क्या समझते हो? लिखिए।

**उत्तर :-** **अन्योन्य प्रेरण :-** जब किसी कुण्डली में परिवर्तनशील विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन हो जाता है यह परिवर्तनशील चुम्बकीय फ्लक्स इसके निकट स्थित कुण्डली से होकर गुजरता है फलस्वरूप इस कुण्डली में प्रेरित विद्युत धारा उत्पन्न हो जाती है। इस घटना को अन्योन्य प्रेरण कहते है।

जिस कुण्डली में परिवर्तित विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है उसे प्राथमिक कुण्डली कहते है तथा जिस कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है उसे द्वितीयक कुण्डली कहते है।




चित्र :- अन्योन्य प्रेरण

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

**Q.8 :** स्वप्रेरण तथा अन्योन्य प्रेरण में अन्तर स्पष्ट करो।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 208

| उत्तर :- स्वप्रेरण | अन्योन्य प्रेरण |
| --- | --- |
| 1. जब किसी परिपथ या कुण्डली में बहने वाली धारा के मान में परिवर्तन किया जाता है तो कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है फलस्वरूप कुण्डली मे प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है इसी घटना को स्वप्रेरण कहते है। | 1. जब किसी कुण्डली मे बह रही धारा के मान मे परिवर्तन किया जाता है तो उससे बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है जिससे कि पास में रखी एक अन्य कुण्डली मे प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है इस घटना को अन्योन्य प्रेरण कहते है। |
| 2. इसमे केवल एक ही कुण्डली होती है। | 2. इसमें दो कुण्डलिया होती है। |
| 3. इसमे प्रेरित धारा मुख्य धारा को सीधे-सीधे प्रभावित करती है | 3. इसमे प्रेरित धारा, मुख्य धारा को सीधे-सीधे प्रभावित नही करती है। |
| 4. स्वप्रेरण की गणना के लिये स्वप्रेरकत्व (L) का उपयोग करते है | 4. अन्योन्य प्रेरकत्व की गणना के लिये अन्योन्य प्रेरकत्व का उपयोग किया जाता है |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.9:- स्वप्रेरण गुणांक की परिभाषा लिखते हुए इसका मात्रक और विमीय सूत्र लिखो ?

उत्तर:- प्रयोगो के द्वारा यह पाया गया है कि किसी कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान में परिवर्तन उसमे बहने वाली धारा के समानुपाती होता है।

यदि कुण्डली में बहने वाली धारा I और उससे बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स Ø हो तब

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 209

$\phi \propto I$

$\phi = LI$ ——(1)

जहाँ L एक नियतांक है जिसे स्वप्रेरण गुणांक या स्वप्रेरकत्व कहते हैं।

परिभाषा :- यदि $I = 1$ एम्पियर हो तब

$\phi = L$ (समी० (1) से)

"स्पष्ट है कि किसी कुण्डली का स्वप्रेरकत्व कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के उस आंकिक मान के बराबर होता है जो कि कुण्डली में एकांक धारा प्रवाहित करने पर उत्पन्न होती है।"

महत्वपूर्ण बिन्दु :- (i) यह एक अदिश राशि है।

(ii) S. I. पद्धति में मात्रक (a) हेनरी (H)

(b) वेबर/एम्पियर

(c) न्यूटन - मीटर/एम्पियर

(d) वोल्ट - सेकण्ड/एम्पियर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(iii) विमीय सूत्र : $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

Q. 10:- अन्योन्य प्रेरण गुणांक की परिभाषा लिखते हुए उसका मात्रक और विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर :- अन्योन्य प्रेरण गुणांक :- प्रयोगो द्वारा यह पाया गया है कि अन्योन्य प्रेरण की घटना में दो कुण्डलियां होती हैं। द्वितीयक कुण्डली

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 210

से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान प्राथमिक कुण्डली में बहने वाली विद्युत धारा के समानुपाती होता है।

यदि प्राथमिक कुण्डली में बहने वाली विद्युत धारा $I_p$ और द्वितीयक कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स $\phi_s$ हो तो

$$\phi_s \propto I_p$$

$$\phi_s = M I_p$$

परिभाषा :- यदि $I_p = 1$ एम्पियर तब

$$\phi_s = M$$

"स्पष्ट है कि दो कुण्डलियों के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक द्वितीयक कुण्डलियों से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के उस आंकिक मान के बराबर होता है जबकि प्राथमिक कुण्डली में बहने वाली विद्युतधारा का मान एकांक हो।"

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

महत्वपूर्ण बिन्दु :
(i) यह एक अदिश राशि है।
(ii) S.I. पद्धति में मात्रक :- हेनरी (H)
(iii) विमीय सूत्र :- $[ML^2T^{-2}A^{-2}]$

Q.11:- परिनालिकाओं के श्रेणीक्रम संयोजन को समझाइये ?

अथवा

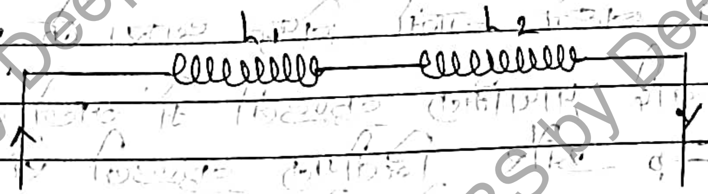
सिद्ध करो कि जब दो परिनालिकाओं को श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है तो इनका तुल्य स्वप्रेरण गुणांक $L = L_1 + L_2$ होता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 211

उत्तर :- परिनालिकाओं का श्रेणीक्रम संयोजन :-




चित्रानुसार दो परिनालिकाएं जिनके स्वप्रेरण गुणांक $L_1$ और $L_2$ है को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है इनके साथ एक सेल E, धारा नियंत्रक Rh और कुंजी K को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है इनमें बहने वाली विद्युत धारा I है। जिसके कारण कुंडलियों में उत्पन्न चुम्बकीय फ्लक्स $\phi_1$ और $\phi_2$ है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

तब कुल चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 \quad \text{---} (1)$$

परन्तु

$$\phi = LI \quad \text{---} (2)$$

जहां L - परिपथ का कुल स्वप्रेरकत्व

पहली परिनालिका के लिये

$$\phi_1 = L_1 I$$

दूसरी परिनालिका के लिये

$$\phi_2 = L_2 I$$

समी० (1) में $\phi, \phi_1, \phi_2$ के मान रखने पर

$$LI = L_1 I + L_2 I$$

$$LI = I(L_1 + L_2)$$

$$\boxed{L = L_1 + L_2}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 212

स्पष्ट है कि श्रेणीक्रम संयोजन में कुल स्वप्रेरण गुणांक, परिनालिकाओं के स्वप्रेरण गुणांकों के योगफल के बराबर होता है।

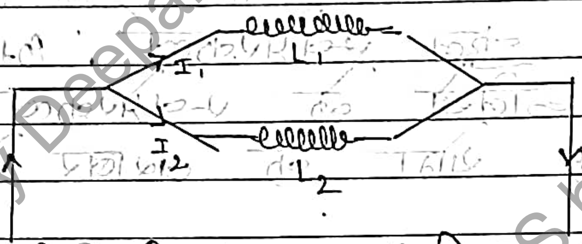
Q.12:- परिनालिकाओं के समान्तर क्रम से आप क्या समझते है? इसका मान ज्ञात करो?

अथवा

सिद्ध करो कि

$$L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$$

उत्तर:- परिनालिकाओं का समांतर क्रम संयोजन :-




चित्रानुसार दो परिनालिकाएं जिनके स्वप्रेरण गुणांक $L_1$ और $L_2$ है उनको समांतर क्रम में जोड़ा गया है इनसे बहने वाली विद्युत धाराएं $I_1$ और $I_2$ है

कुल विद्युत धारा

$$I = I_1 + I_2 \quad \text{--- (1)}$$

परन्तु स्वप्रेरकत्व की परिभाषा से

$$\phi = LI$$

या $I = \frac{\phi}{L}$

पहली कुण्डली का स्वप्रेरकत्व $I_1 = \frac{\phi}{L_1}$

दूसरी कुण्डली का स्वप्रेरकत्व $I_2 = \frac{\phi}{L_2}$

समी. (1) में $I$, $I_1$ तथा $I_2$ के मान रखने पर

$$\frac{\phi}{L} = \frac{\phi}{L_1} + \frac{\phi}{L_2}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



$$\frac{\phi}{L} = \phi\left[\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}\right]$$

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$$\frac{1}{L} = \frac{L_2 + L_1}{L_1 L_2}$$

$$\boxed{L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}}$$

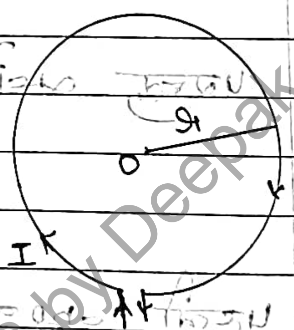
स्पष्ट है कि समांतर क्रम में जुड़ी कुण्डलियों का कुल स्वप्रेरकत्व, अलग-अलग कुण्डलियों के स्वप्रेरकत्व के व्युत्क्रम के योग के बराबर होता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.13 समतल वृत्ताकार कुण्डली के स्वप्रेरण गुणांक का व्यंजक ज्ञात कीजिए एवं इसकी निर्भरता लिखिए

उत्तर:- वृत्ताकार कुण्डली का स्वप्रेरकत्व :-

चित्रानुसार एक वृत्ताकार कुण्डली प्रदर्शित है माना कि इसका केन्द्र O और त्रिज्या R है। इसमें कुल फेरों की संख्या N है एवं कुण्डली में बहने वाली धारा I है जिसके कारण इसके केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र




चित्र: वृत्ताकार कुण्डली का स्वप्रेरकत्व

$$B_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N I}{R} \quad \text{(1)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 24

इस चुम्बकीय क्षेत्र के कारण कुण्डली से गुजरने वाला कुल चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = BAN \quad \text{--- (2)}$$

समी (1) से B का मान रखने पर

$$\phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N I}{R} . AN$$

$$\phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N^2 I A}{R} \quad \text{--- (3)}$$

यदि कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक L हो तो,

$$\phi = L I \quad \text{--- (4)}$$

समी (3) एवं (4) की तुलना करने पर

$$L I = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N^2 I A}{R}$$

$$[\because A = \pi R^2]$$

$$L = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N^2 . \pi R^2}{R}$$

$$\boxed{L = \frac{\mu_0 N^2 \pi R}{2}} \text{ हेनरी}$$

यही अभीष्ट व्यंजक है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

निर्भरता :-

(i) फेरों की संख्या पर :- $L \propto N^2$, स्पष्ट है कि कुण्डली में फेरों की संख्या अधिक होने पर स्वप्रेरकत्व का मान बढ़ जाता है।

(ii) कुण्डली की त्रिज्या पर :- $L \propto R$, स्पष्ट है कि कुण्डली का क्षेत्रफल बढ़ाने पर, स्वप्रेरकत्व का मान भी बढ़ जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



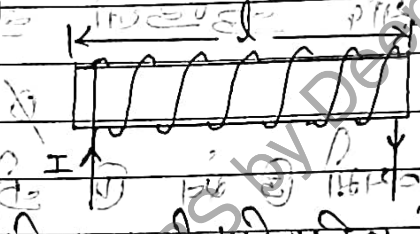
(iii) क्रोड की चुम्बकन क्षमता पर :- $L \propto \mu_0$

स्पष्ट है कि कुण्डली के अन्दर नर्म लोहे का क्रोड रखने पर इसका स्वप्रेरण गुणांक बढ़ जाता है।

Q.14:- एक लम्बी परिनालिका के स्वप्रेरण गुणांक का व्यंजक ज्ञात करो एवं इसकी विमाएँ लिखिये।

उत्तर :- लम्बी परिनालिका का स्वप्रेरण गुणांक :-

चित्रानुसार एक लम्बी परिनालिका प्रदर्शित है माना कि इसकी लम्बाई l तथा एकांक लम्बाई पर फेरों की संख्या n है एवं कुल फेरों की संख्या N है।



चित्र: लम्बी परिनालिका के स्वप्रेरकत्व

इसमें बहने वाली I के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$B = \mu_0 n I \qquad \left[\because N = nl,\ n = \frac{N}{l}\right]$$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} \quad \text{—— (1)}$$

इस चुम्बकीय क्षेत्र के कारण कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = BAN \quad \text{—— (2)}$$

समी. (1) से (2) मे मान रखने पर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\phi = \frac{\mu_0 N I}{l} \cdot AN$$

$$\phi = \frac{\mu_0 N^2 I A}{l} \quad \text{—— (3)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



यदि परिनालिका का स्वप्रेरकत्व "L" हो तो :-

$$\phi = LI \quad \text{—— (4)}$$

समी. (3) एवं (4) की तुलना करने पर

$$LI = \frac{\mu_0 N^2 I A}{l}$$

$$\boxed{L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}} \text{ हेनरी}$$

यही अभीष्ट व्यंजक है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

निर्भरता :-

(i) फेरो की संख्या पर :- $L \propto N^2$, स्पष्ट है कि परिनालिका में फेरो की संख्या अधिक होने पर, स्वप्रेरकत्व का मान भी बढ़ जाता है।

(ii) परिनालिका के क्षेत्रफल पर :- $L \propto A$, स्पष्ट है कि क्षेत्रफल अधिक होने पर स्वप्रेरकत्व का मान भी बढ़ जाता है।

(iii) क्रोड की चुम्बकन क्षमता पर :- $L \propto \mu_0$, स्पष्ट है कि परिनालिका में नर्म लोहे का क्रोड रखने पर स्वप्रेरण गुणांक बढ़ जाता है।

(iv) परिनालिका की लम्बाई पर :- $L \propto \frac{1}{l}$, स्पष्ट है कि परिनालिका की लम्बाई अधिक होने पर स्वप्रेरकत्व का मान कम हो जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

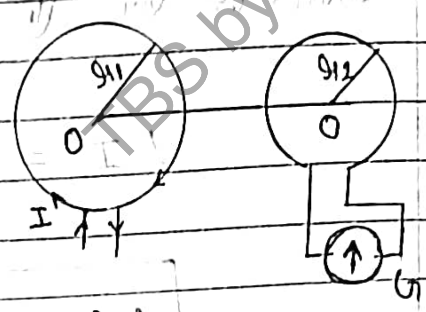
Q.15 दो समतल वृत्ताकार कुण्डलियों के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक का व्यंजक ज्ञात करो।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



उत्तर :- दो समतल वृत्ताकार कुण्डलियों का अन्योन्य प्रेरण गुणांक

चित्रानुसार दो वृत्ताकार कुण्डलियाँ प्रदर्शित है माना कि इनकी क्रमशः त्रिज्याएं $r_1$ तथा $r_2$ है एवं इनमें फेरो की संख्याए $N_1$ तथा $N_2$ है। प्राथमिक कुण्डली में धारा I के कारण




चित्र :- दो समतल वृत्ताकार कुण्डलियों के मध्य स्वप्रेरकत्व

इसके केन्द्र पर उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N_1 I}{r_1} \quad \text{---(1)}$$

इस चुम्बकीय क्षेत्र के कारण द्वितीयक कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = BAN_2 \quad \text{---(2)}$$

समी० (1) से B का मान रखने पर

$$\phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N_1 I}{r_1} A N_2$$

$$\therefore \phi = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N_1 N_2 I A}{r_1} \quad \text{---(3)}$$

यदि कुण्डलियों के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक 'M' हो तो

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\phi = MI \quad \text{---(4)}$$

समी० (3) एवं (4) की तुलना करने पर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



$$M I = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi N_1 N_2 I A}{r_1}$$

$$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{2 r_1} \qquad [\because A = \pi r_2^2]$$

$$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi r_2^2}{2 r_1} \text{ हेनरी}$$

यही अभीष्ट व्यंजक है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

निर्भरता :-

(i) दोनों कुण्डलियों में फेरों की संख्या पर :- $M \propto N_1 N_2$
स्पष्ट है कि दोनों कुण्डलियों में फेरों की संख्या अधिक होने पर अन्योन्य प्रेरण गुणांक का मान बढ़ जाता है।

(ii) द्वितीय कुण्डली की त्रिज्या पर :- $M \propto r_2^2$
स्पष्ट है कि द्वितीयक कुण्डली का क्षेत्रफल अधिक होने पर, अन्योन्य प्रेरकत्व का मान बढ़ जाता है।

(iii) क्रोड की चुम्बकशीलता पर :- $M \propto \mu_0$, अतः कुण्डलियों के मध्य नर्म लोहे का क्रोड रख देने पर उनका अन्योन्य प्रेरकत्व भी बढ़ जाता है।

(iv) प्राथमिक कुण्डली की त्रिज्या पर : $M \propto \frac{1}{r_1}$
अतः प्राथमिक कुण्डली की त्रिज्या अधिक होने पर उसके अन्योन्य प्रेरकत्व का मान घट जाता है।

Q.16:- दो लम्बी परिनालिकाओं के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक का व्यंजक ज्ञात करो एवं उसकी निर्भरता लिखो।

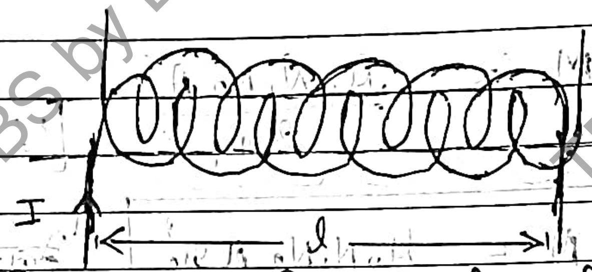
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

TBS by Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Date: / / Page no: 219

उत्तर :- दो लम्बी परिनालिकाओं के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक :-




चित्रानुसार दो लम्बी परिनालिकाएं प्रदर्शित है माना कि उनकी लम्बाई l है और अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है। इनमें कुल फेरे की संख्या $N_1$ तथा $N_2$ है। प्राथमिक परिनालिका से बहने वाली धारा I के कारण उसमें उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \mu_0 n_1 I \quad \left[ \because N_1 = n_1 l, \quad \frac{N_1}{l} = n_1 \right]$$

$$B = \frac{\mu_0 N_1 I}{l} \quad \text{---} (1)$$

इस चुम्बकीय क्षेत्र के कारण द्वितीयक परिनालिका से संबद्ध चुम्बकीय फ्लक्स -

$$\phi = BAN_2 \quad \text{---} (2)$$

समी. (1) से मान समी. (2) में रखने पर

$$\phi = \frac{\mu_0 N_1 I}{l} \cdot A N_2$$

$$\phi = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I A}{l} \quad \text{---} (3)$$

यदि परिनालिकाओं के मध्य अन्योन्य प्रेरण गुणांक M हो तो

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$\phi = MI$ —— (4)

समी (3) से (4) में मान रखने पर Date: Page no: 220

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$MI = \frac{\mu_0 N_1 N_2 I A}{l}$$

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

यही आवश्यक सूत्र है।

निर्भरता :- (1) दोनो परिनालिकाओं में फेरो की संख्या पर :- $M \propto N_1 N_2$

स्पष्ट है कि दोनो कुण्डलियों में फेरो की संख्या अधिक होने पर अन्योन्य प्रेरण गुणांक का मान बढ़ जाता है।

(2) परिनालिकाओं के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर :-

$M \propto A$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

परिनालिकाओं का क्षेत्रफल अधिक होने पर अन्योन्य प्रेरण गुणांक का मान बढ़ जाता है

(3) दोनो परिनालिकाओं की लम्बाई पर :- $M \propto \frac{1}{l}$

परिनालिकाओं की लम्बाई कम होने पर अन्योन्य प्रेरण गुणांक का मान बढ़ जाता है।

Q.17 दो परिनालिकाओं के मध्य स्वप्रेरण गुणांक एवं अन्योन्य प्रेरण गुणांक में सम्बन्ध स्थापित कीजिए [2013, 15, 18].

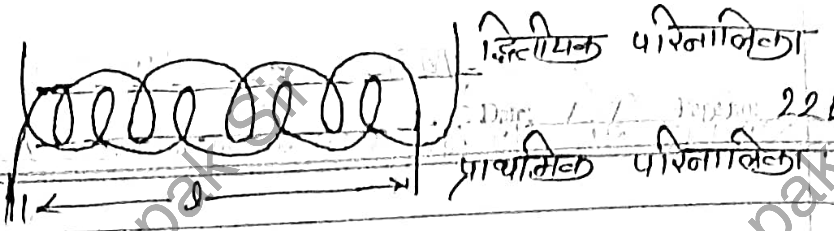
या

सिद्ध करो कि $M = \sqrt{L_1 L_2}$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उत्तर :-




चित्रानुसार दो लम्बी परिनालिकाएं प्रदर्शित है जिनके स्व-प्रेरण गुणांक $L_1$ तथा $L_2$ है एवं इनका अन्योन्य प्रेरण गुणांक $M$ है तब

पहली परिनालिका के लिये :-

$$L_1 = \frac{\mu_0 N_1^2 A}{l} \quad \text{---(1)}$$

दूसरी परिनालिका के लिये :

$$L_2 = \frac{\mu_0 N_2^2 A}{l} \quad \text{---(2)}$$

अन्योन्य प्रेरण गुणांक -

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l} \quad \text{---(3)}$$

समी (1) और (2) का गुणा करने पर

$$L_1 L_2 = \frac{\mu_0 N_1^2 A}{l} \times \frac{\mu_0 N_2^2 A}{l}$$

$$L_1 L_2 = \frac{\mu_0^2 N_1^2 N_2^2 A^2}{l^2}$$

$$= \left[\frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}\right]^2$$

समी. (3) से

$$L_1 L_2 = M^2$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

TBS by Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286
Date: / / Page no: 222

या $\sqrt{L_1 L_2} = M$

या $M = \sqrt{L_1 L_2}$

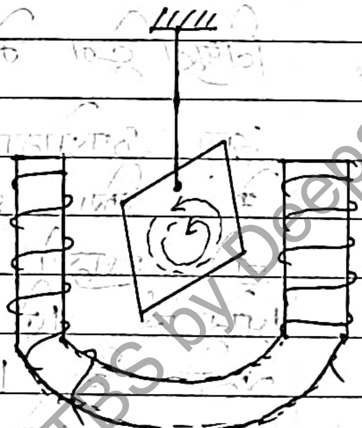
यही आवश्यक प्रतिबन्ध है

**Q.18:-** भँवर धाराओं की परिभाषा लिखते हुए उन्हें समझाने हेतु एक प्रयोग का वर्णन कीजिए।

उत्तर:- भँवर धारायें :- जब किसी चालक (किसी भी आकार या आकृति की धातु की प्लेट) को परिवर्तित चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो प्लेट से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है जिसके फलस्वरूप चालक प्लेट पर जल में उत्पन्न भँवर के समान चक्करदार प्रेरित विद्युत धारा उत्पन्न हो जाती है जिन्हें भँवर धाराएं कहते हैं। इन्हें फोको नामक वैज्ञानिक ने खोजा था अतः इन्हें फोको धाराएं भी कहते हैं।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

प्रायोगिक प्रदर्शन हेतु प्रयोग :- चित्रानुसार ताँबे की एक प्लेट को दृढ़ आधार में बाँध कर लटका दिया जाता है। ताँबे की प्लेट को विद्युत चुम्बक के मध्य स्वतंत्रता पूर्वक लटका दिया जाता है। जब प्लेट को मध्य स्थिति से एक ओर ले जाकर छोड़ देते हैं तो प्लेट दोलन करती रहती है



चित्र :- भँवर धाराओं का प्रायोगिक प्रदर्शन

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

और वायु के प्रतिरोध के कारण कुछ समय पश्चात रुक जाती है। यदि प्लेट दोलन करती रहे और विद्युत चुम्बक में धारा प्रवाहित कर दी जाए तो धातु की प्लेट तुरंत रुक जाती है। ऐसा भंवर धाराओं के कारण होता है। 223

व्याख्या :- जब कुंजी K को दबाकर धारा प्रवाहित की जाती है तो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। फलस्वरूप ताँबे की प्लेट से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स बदलता है जिसके कारण इसमें भंवर धाराएं उत्पन्न हो जाती है। जो उसी कारण का विरोध करती है जिसके कारण वह उत्पन्न हुई है अतः प्लेट अपनी गति का विरोध करती है एवं रुक जाती है।

Q.19:- भंवर धाराओं से लाभ एवं हानियां लिखिए।

उत्तर:- भंवर धाराओं से लाभ :- भंवर धाराओं से निम्नलिखित लाभ हैं :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

1. विद्युत ट्रेन में ब्रेक के रूप में :- भंवर धाराओं का उपयोग विद्युत ट्रेन में ब्रेक के रूप में किया जाता है। इसके लिये पहियों की धुरी पर धातु के ड्रम लगा दिए जाते हैं जो कि पहियों के साथ-साथ घूमते रहते हैं। जब ट्रेन को रोकना होता है तो इन ड्रमों के ऊपर अत्यधिक परिवर्तनशील चुम्बकीय क्षेत्र आरोपित किया जाता है जिससे फलस्वरूप ड्रम में भंवर धाराएं उत्पन्न हो जाती हैं जो कि उसी कारण का विरोध करती है जिसके कारण वह उत्पन्न हुई हैं

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

अत: पहिया धीरे - धीरे रुक जाता है।

THE BOARD STUDY 224
By : Deepak Sir
Date: / Mo.No : 7509916286

2. विद्युत भट्टी (प्रेरण भट्टी) के रूप में :- विद्युत भट्टी के अन्दर परिवर्तनशील चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न किया जाता है जिसके फलस्वरूप भट्टी में रखी धातु की प्लेट में भँवर धाराएं उत्पन्न हो जाती है जिसके कारण धातु गर्म हो जाती है एवं पिघल जाती है।

3. धारामापी को रुद्धदोल बनाने में :- चल कुण्डल धारामापी को रुद्धदोल बनाने के लिये उसकी कुण्डली को एल्युमिनियम की फ्रेम के ऊपर लपेट कर बनाया जाता है। चुम्बकीय क्षेत्र मे विक्षेपित होने से धातु की फ्रेम में भँवर धाराएं उत्पन्न हो जाती है जो कुण्डली की गति का विरोध करती है और शीघ्र ही कुण्डली को साम्य स्थिति मे ला देती है। फलस्वरूप धारामापी का संकेतक स्थिर हो जाता है और दोलन नही करता।

4. धार दार हथियारो का पता लगाने में :- बड़े-बड़े मन्दिरो, शॉपिंग मॉल, दुकानों आदि में प्रवेश करने से पूर्व, गेट पर उपकरण लगे होते है। जिसकी सहायता से चाकू, छुरे, तलवार आदि का भँवर धाराओं की सहायता से पता लगाया जा सकता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

# भँवर धाराओं से हानियाँ :-

1. इनके कारण अवांछनीय शोर उत्पन्न होता है
2. इनके कारण मोटर, डायनमो, ट्रांसफार्मर आदि में लगे नर्म लोहे के क्रोड विद्युत ऊर्जा का कुछ भाग ऊष्मीय ऊर्जा में बदल देते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



**Q.20:-** भंवर धाराओं को कम करने के उपाय लिखिए।

अथवा

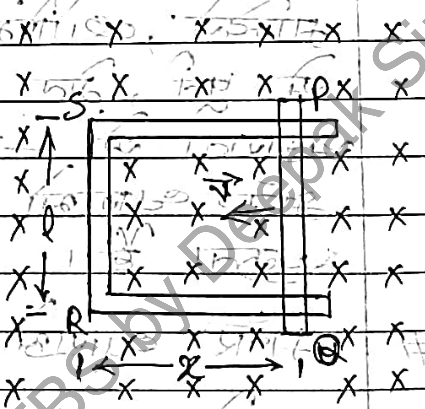
ट्रांसफार्मर का क्रोड पटलित प्रकार का उपयोग किया जाता है क्यों?

**उत्तर:-** भंवर धाराओं को कम करने के लिये क्रोड को पटलित प्रकार का बनाया जाता है इसके लिये नर्म लोहे की पतली-पतली पत्तियों को एक-दूसरे के ऊपर रखा जाता है। इनमें खांचे बना दिये जाते हैं क्रोड के मध्य वार्निश लगा दिया जाता है जिससे वे एक दूसरे से पृथक रहते हैं। ऐसे क्रोड को पटलित क्रोड कहते हैं।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

**Q.21:-** एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में गतिशील किसी चालक छड़ के सिरों में उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल का व्यंजक ज्ञात करो।

**उत्तर:-** चित्रानुसार एक चालक छड़ PQ जिसकी लम्बाई $l$ है, एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B में $v$ वेग से गतिशील है, किसी क्षण $t$ पर बन्द लूप PQRS बनता है




तब इस लूप से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = B l x$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

जहाँ क्षेत्रफल $A = l \times x$

यदि प्रेरित वि॰वा॰ब॰ E हो तो 226

$$E = -\frac{d\phi}{dt}$$



$\phi$ का मान समी॰ (1) से रखने पर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

$$= -Bl\frac{dx}{dt}$$

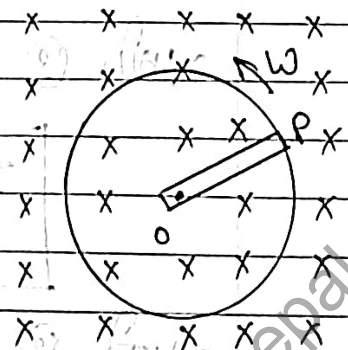
$$= -Bl(-v) \quad \left[\because v = -\frac{dx}{dt}\right]$$

$$\boxed{E = Blv}$$

यही प्रेरित वि॰वा॰ब॰ का व्यंजक है।

Q.22:- एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन गति कर रही छड़ के सिरों पर प्रेरित वि॰वा॰ब॰ और प्रेरित धारा का व्यंजक ज्ञात करो।

उत्तर:- चित्रानुसार OP एक छड़ है जिसकी लम्बाई l है। यह छड़ बिन्दु O के परितः कोणीय वेग ω से घूर्णन गति कर रही है। छड़ के द्वारा θ कोण घुमाने में तय किया गया क्षेत्रफल




$$A = \frac{\theta}{360^\circ} \times \pi l^2$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

या $A = \frac{\theta}{2\pi} \times \pi l^2$ —— (1)

एवं चुम्बकीय फ्लक्स $\phi = BA$

समी॰ (1) से A का मान रखने पर :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



$$\phi = B.\frac{\theta}{2\pi}.\pi l^2$$

यदि कुण्डली में प्रेरित वि०वा०ब० E है तो

तब

$$E = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$= -\frac{d}{dt}\left(B\frac{\theta}{2\pi}.\pi l^2\right)$$

$$= -\frac{Bl^2}{2}.\frac{d\theta}{dt}$$

$$= -\frac{Bl^2}{2}(-\omega) \quad \left[\because \frac{d\theta}{dt} = (-\omega)\right]$$

$$\boxed{E = \frac{Bl^2}{2}.\omega} \quad \text{--- (2)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

यदि छड़ का प्रतिरोध R हो तब

$$I = \frac{E}{R}$$

समी० (2) से मान रखने पर

$$\boxed{I = \frac{Bl^2\omega}{2R}} \quad \text{--- (3)}$$

समी (2) प्रेरित वि०वा०ब० तथा समी (3) प्रेरित धारा को प्रदर्शित करता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286