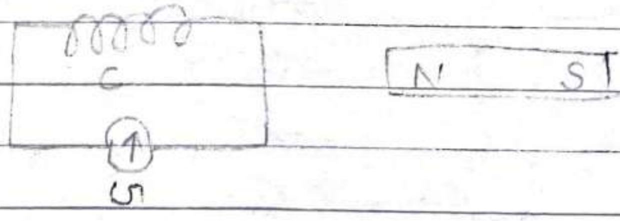
वि. चु. प्रेरण कि खोज वैज्ञानिक माइकल फैराडे ने की थी

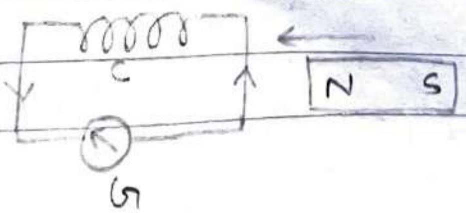
* वि. चु. प्रेरण के लिए वैज्ञानिक हेनरी तथा फेराडे के प्रयोग -

प्रयोग - I -
इस प्रयोग में वैज्ञानिक हेनरी तथा फैराडे ने एक कुण्डली के श्रेणीक्रम में धारामापी को जोड़कर इसके समीप एक छड़ चुम्बक को रखा तथा निम्न प्रेक्षण किए गए।

प्रेक्षण I -
जब कुण्डली तथा छड़ चुम्बक दोनों को स्थिर अवस्था में रखा जाता है तो इस स्थिती में धारामापी में कोई विक्षेप प्राप्त नही होता जैसा कि चित्र से स्पष्ट है।

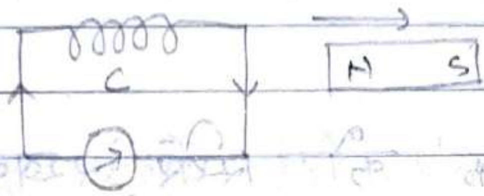


प्रेक्षण - 2 -
जब छड़ चुम्बक के N ध्रुव को को कुण्डली के समीप लाया जाता हैं तो इस स्थिती में धारामापी में बांयी ओर विक्षेप प्राप्त होता हैं जैसा कि चित्र से स्पष्ट हैं।

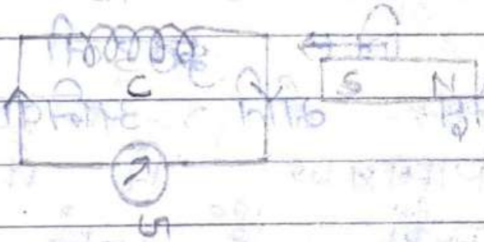


Date
Page

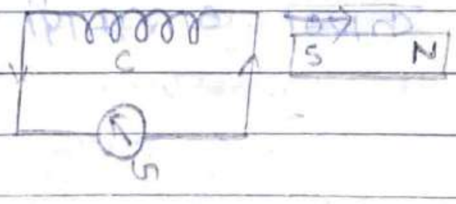
प्रेक्षण - 3 -
जब छड़ चुम्बक के N ध्रुव को कुण्डली से दूर ले जाया जाता हैं तो धारामापी में पहले के विपरित दिशा अर्थात दांयी ओर विक्षेप प्राप्त होता हैं जैसा कि चित्र से स्पष्ट है।



प्रेक्षण-4 -
जब छड़ चुम्बक के S ध्रुव को कुण्डली के समीप लाया जाता हैं तो इस स्थिती में धारामापी में दांयी ओर विक्षेप प्राप्त होता हैं जैसा कि चित्र से स्पष्ट हैं।



प्रेक्षण - 5 -
जब छड़ चुम्बक के S ध्रुव को कुण्डली से दूर ले जाया जाता है तो धारामापी में पहले के विपरित दिशा अर्थात बांयी ओर विक्षेप प्राप्त होता है जैसा कि चित्र से स्पष्ट हैं।



प्रेक्षण - 6 -
जब छड़ चुम्बक को कुण्डली के समीप या कुण्डली से दुर तेजी से लाया जाता हैं अथवा ले जाया जाता है तो इस स्थिती में धारामापी में विक्षेप पहले कि तुलना मे अधिक प्राप्त होता है।

प्रेक्षण - 7 -
जब छड़ चुम्बक को स्थिर रखकर कुण्डली को इसके समीप लाया जाता है अथवा दुर ले जाया जाता है तो इस स्थिती में भी धारामापी में विक्षेप प्राप्त होते हैं।

निष्कर्ष -
इस प्रयोग से स्पष्ट होता हैं कि धारामापी में विक्षेप प्राप्त करने के लिए कुण्डली तथा छड़ चुम्बक के मध्य सापेक्ष गति अनिवार्य हैं

व्याख्या -
जब छड़ चुम्बक को कुण्डली के समीप लाया जाता हैं या दूर ले जाया जाता हैं तो इस स्थिति में कुण्डली के चु० फ्लक्स में लगातार परिवर्तन होता हैं जिसके कारण इसमे प्रेरित emf उत्पन्न होता हैं तथा परिपथ बंद होने के कारण इसमे प्रेरित धारा भी उत्पन्न होती हैं इस कारण धारामापी में विक्षेप प्राप्त होता हैं।

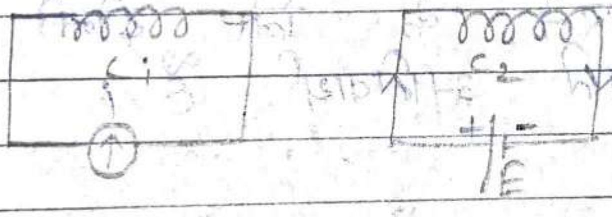
Date
Page

प्रयोग-II

इस प्रयोग मे वैज्ञानीक हेनरी तथा फैराडे मे एक कुण्डली के श्रेणी क्रम में धारामापी को जोड़ा तथा इसके समीप एक अन्य कुण्डली को रखा गया जिसके श्रेणी क्रम मे बैटरी को जोड़ा गया तथा निम्न प्रेक्षण किये गए।

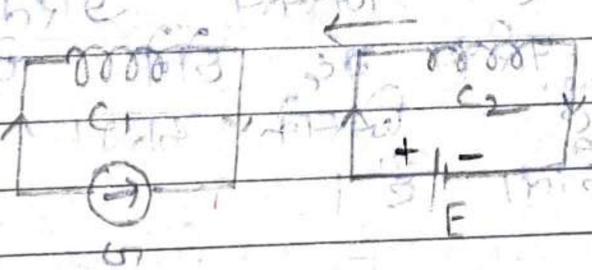
प्रेक्षण-1-

जब दोनो कुण्डलीयों को स्थिर अवस्था में रखा जाता हैं तो इस स्थिती में धारामापी मे कोई विक्षेप प्राप्त नही होता जैसा कि चित्र से स्पष्ट हैं।



प्रेक्षण-2-

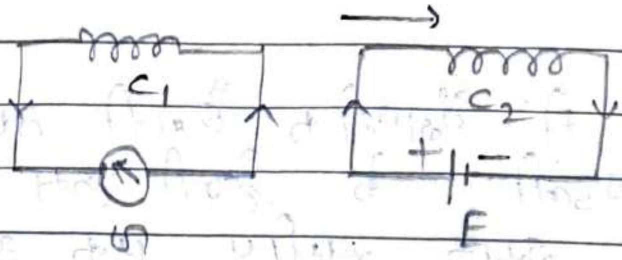
जब कुण्डली C_2 को C_1 के समीप लाया जाता हैं तो इस स्थिती मे धारामापी मे दायी ओर विक्षेप प्राप्त होता हैं जैसा कि चित्र से स्पष्ट हैं।



प्रेक्षण-3

जब कुण्डली C_2 को C_1 से दुर ले जाया जाता हैं तो इस स्थिती मे धारामापी में पहले के विपरित दिशा अर्थात बायीं ओर विक्षेप प्राप्त होता हैं जैसा कि चित्र से स्पष्ट हैं।

Date ______
Page ______



प्रयोग -4-
जब कुण्डली C_2 को स्थिर रखकर कुण्डली C_1 को इसके समीप लाया जाता है अथवा दूर ले जाया जाता है तो दोनो ही स्थितीयो मे धारामापी मे विक्षेप प्राप्त होता है।

निष्कर्ष -
इस प्रयोग से स्पष्ट होता है कि धारामापी में विक्षेप प्राप्त करने के लिए दोनो कुण्डलियो के मध्य सापेक्ष गति अनिवार्य है।

व्याख्या -
जब कुण्डली C_1 अथवा C_2 को एक दूसरे के समीप लाया जाता है अथवा दूर ले जाया जाता है तो इसके चुं० फ्लक्स के मान में लगातार परिवर्तन होता है जिससे प्रेरित emf उत्पन्न होता है तथा परिपथ बंद होने पर प्रेरित धारा उत्पन्न होती है जिसके कारण धारामापी मे विक्षेप प्राप्त होता है।

प्रयोग - III -
इस प्रयोग मे वैज्ञानिक हेनरी तथा फैराडे ने एक कुण्डली के श्रेणी क्रम मे धारामापी को जोड़ा तथा इसके समीप एक अन्य कुण्डली को रखा गया जिसके श्रेणी क्रम मे बैटरी व

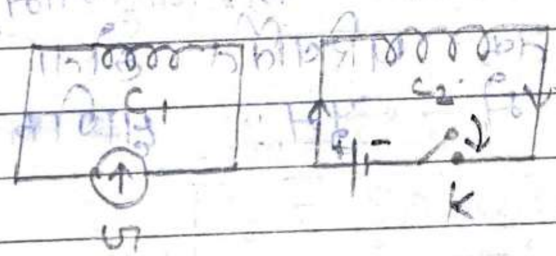
दाब कुंजी K को जोड़ा गया। तथा निम्न प्रेक्षण किए गए।

प्रेक्षण - 1 -

जब कुण्डली C_2 में लगी दाब कुंजी K को नही दबाया जाता है तो कुण्डली C_1 मे लगी धारामापी में कोई विक्षेप प्राप्त नही होता जैसा कि चित्र से स्पष्ट है।

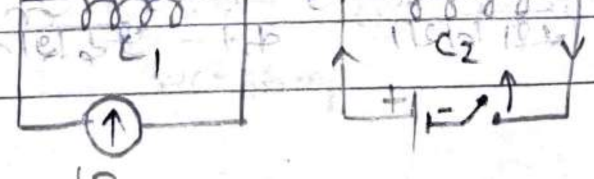
प्रेक्षण - 2 -

जब दाब कुंजी K को दबाया जाता है तो कुण्डली C_1 मे लगी धारामापी मे क्षणिक विक्षेप प्राप्त होता है। जैसा कि चित्र से स्पष्ट है।



प्रेक्षण - 3 -

जब ~~दाब~~ कुंडली C_2 मे लगी दाब कुंजी K को छोड़ा जाता है तो इस स्थिती मे कुण्डली C_1 मे लगी धारामापी मे पुनः क्षणिक विक्षेप प्राप्त होता है जैसा कि चित्र से स्पष्ट है।

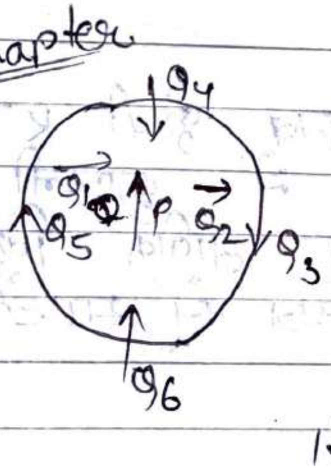


Date
Page

निष्कर्ष –
इस प्रयोग से स्पष्ट होता हैं कि धारामापी मे विक्षेप उत्पन्न करने के लिए कुण्डलियों के मध्य सापेक्ष गति अनिवार्य नही है बिना सापेक्ष गति के भी विक्षेप उत्पन्न किया जा सकता है।

व्याख्या –
इस प्रयोग में जब दाब कुंजी K को दबाया जाता है तो धारा का मान शुन्य से अधिकतम तक परिवर्तित होता है जिसके कारण कुण्डली C₁ के चु० फ्लक्स में परिवर्तन होता है जिससे प्रेरित emf व प्रेरित धारा उत्पन्न होती है लेकिन यह प्रक्रिया अल्प समय के लिए होती है इस कारण धारामापी मे विक्षेप भी अल्प समय के लिए प्राप्त होता है तथा जब दाब कुंजी K को छोड़ा जाता है तो धारा का मान अधिकतम से शून्य तक परिवर्तित होता हैं जिसके कारण धारमापी मे पुन: क्षणिक विक्षेप प्राप्त होता है।

Q. 8.chapter



प्रदर्शित चित्र में बिंदु O पर एक चु० सुई P को रखा गया है तीर इसके चु० आघुर्ण कि दिशा को बताता है अन्य तीर दुसरी चु० सुई q की विभिन्न स्थितियो को प्रदर्शित करते है–

Date ____
Page ____

→ किस विन्यासों मे निकाय

→ किस विन्यास में निकाय स्थायी व अस्थायी संतुलन कि अवस्था मे होगा।

→ सभी विन्यासो में से किसमे स्थितिज ऊर्जा का मान न्यूनतम होगा।

* चुं० फ्लक्स –

भौतिकी के अनुसार –
इसके अनुसार चुं० क्षेत्र मे स्थित किसी बंद काल्पनिक पृष्ठ से लम्बवत गुजरने वाली कुल चुं० क्षेत्र रेखाओ कि संख्या को ही चुं० फ्लक्स कहा जाता है।

गणितीय दृष्टि से –
इसके अनुसार चुं० क्षेत्र तथा क्षेत्रफल सदिश के अदिश गुणनफल को ही चुं० फ्लक्स कहा जाता है।

इसका मान – $\phi_B = \vec{B}\cdot\vec{A}$

$$\boxed{\phi_B = BA\cos\theta} \quad -(1)$$

ϕ_B कि विमा व मात्रक –

$$\phi_B = [M^1L^0T^{-2}A^{-1}][L^2]$$

$$\phi_B = [M^1L^2T^{-2}A^{-1}]$$

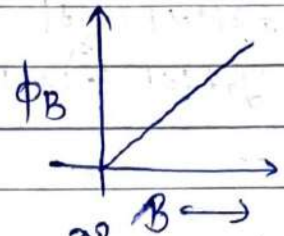
मात्रक $= \dfrac{kg \times m^2}{sec^2 \times Amp}$ or $Tesla \times m^2$ or wb (वेबर)

Date
Page

* ϕ_B कि निर्भरता –

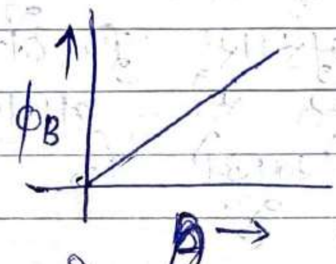
1. चुं॰ फ्लक्स का मान चुं॰ क्षैत्र पर निर्भर करता है।

$\boxed{\phi_B \propto B}$



2. चुं॰ फ्लक्स का मान क्षैत्रफल पर निर्भर करता है।

$\boxed{\phi_B \propto A}$



3. चुं॰ क्षैत्र तथा क्षैत्रफल सदिश के मध्य बने कोण की कोज्या के समानुपाती होता है।

$\boxed{\phi_B \propto \cos\theta}$

* वि॰ चुं॰ प्रेरण –

जब किसी कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती है तो इस कुण्डली से संबंधित चुं॰ फ्लक्स के मान में लगातार परिवर्तन होने लगता है जिसके कारण कुण्डली में प्रेरित emf उत्पन्न होता है तथा परिपथ बंद होने पर प्रेरित धारा भी उत्पन्न हो जाती है इस घटना को ही वि॰ चुं॰ प्रेरण कहा जाता है।

Note:- प्रेरित धारा केवल तभी उत्पन्न होती हैं जब परिपथ बंद हो।

* वि॰ चु॰ प्रेरण के फैराडे के नियम -
वैज्ञानिक माइकल फैराडे ने वि॰ चु॰ प्रेरण कि घटना के आधार पर दो नियमों का प्रतिपादन किया। जिन्हे फैराडे के वि॰ चु॰ प्रेरण के नियमों के नाम से जाना जाता है।

1. फैराडे का प्रथम नियम -
जब किसी कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती हैं तो इस कुण्डली से संबंधित चु॰ फलक्स के मान में लगातार परिवर्तन होने लगता हैं जिसके कारण कुण्डली में प्रेरित emf उत्पन्न होता हैं तथा परिपथ बंद होने पर प्रेरित धारा भी उत्पन्न हो जाती हैं यही फैराडे का प्रथम नियम है।

2. फैराडे का द्वितीय नियम -
इस नियम के अनुसार किसी कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित emf का मान कुण्डली से संबंधित चु॰ फलक्स में परिवर्तन कि दर में होने वाली कमी के बराबर होता है। अर्थात -

$$e = \frac{-d\phi}{dt} \quad \text{—— (1)}$$

यहाँ पर ऋणात्मक चिन्ह लेन्ज के नियम को प्रदर्शित करता हैं।

Date
Page

यदि कुण्डली में घेरो की संख्या N हो तथा प्रारंभिक चु॰ फ्लक्स ϕ_1 व अंतिम ϕ_2 हो तो फैराडे के द्वितीय नियम से.

$$e = -N \cdot \frac{(\phi_2 - \phi_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$e = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

limit लगाने पर

$$e = \lim_{\Delta t \to 0} (-N) \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$e = -N \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad \text{---} (2).$$

प्रेरित धारा

$$I = \frac{e}{R} \text{ से}$$

समी॰ (2) में —

$$\boxed{I = \frac{-N}{R} \cdot \frac{d\phi}{dt}} \quad \text{---} (3)$$

प्रेरित आवेश

$$I = \frac{dq}{dt} \text{ से}$$

$$dq = I \cdot dt$$

समी॰ (3) से

$$dq = \frac{-N}{R} \cdot \frac{d\phi}{\cancel{dt}} \cdot \cancel{dt}$$

$$dq = \frac{-N}{R} \cdot d\phi$$

अतः कुल प्रेरित आवेश

$$\int dq = -\int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{N}{R} \cdot d\phi$$

$$q = \frac{-N}{R}[\phi]_{\phi_1}^{\phi_2}$$

$$\boxed{q = \frac{-N}{R}[\phi_2 - \phi_1]} \quad (4)$$

* लैन्ज का नियम –

उपयोग –

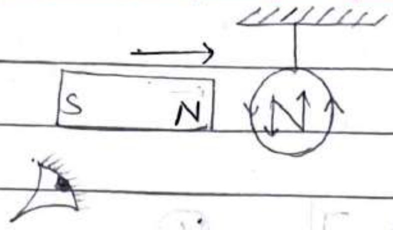
इस नियम कि सहायता से कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित emf कि ध्रुवता तथा प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात कि जाती है

नियम –

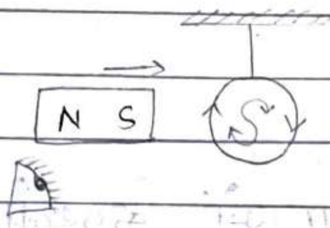
इस नियम के अनुसार कुण्डली मे उत्पन्न प्रेरित धारा कि दिशा इस प्रकार की होनी चाहिए कि यह कुण्डली मे उत्पन्न चुं॰ फलक्स का मे परिवर्तन का विरोध कर सके।

यदि कुण्डली के चुं॰ फलक्स में वृद्धि हो रही है तो लैन्ज के नियमानुसार प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा के विपरित होनी चाहिए लेकिन यदि कुण्डली के चुं॰ फलक्स में कमी हो रही है तो प्रेरित धारा कि दिशा लैन्ज के नियमानुसार मुख्य धारा कि दिशा में होनी चाहिए

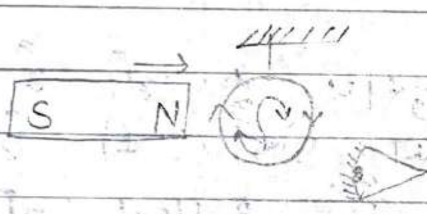
Case I: जब किसी छड़ चुम्बक के N ध्रुव को कुण्डली के समीप लाया जाए तथा प्रेक्षक छड़ चुम्बक कि ओर स्थित हो तो –



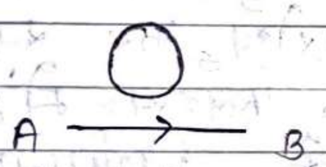
Case II. जब किसी छड़ चुम्बक के S ध्रुव को कुण्डली के समीप लाया जाए तथा प्रेक्षक छड़ चुम्बक की ओर स्थित हो तो –



Case III. जब छड़ चुम्बक के N ध्रुव को कुण्डली के समीप लाया जाए तथा प्रेक्षक कुण्डली कि ओर स्थित हो तो –

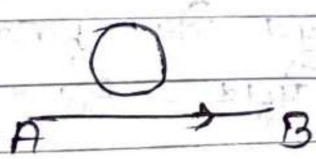


Q. प्रदर्शित चित्र में यदि धारावाही चालक तार AB में नियत मान कि धारा प्रवाहित हो रही है तो कुण्डली में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो ?



Ans. इस स्थिति में कुण्डली में कोई धारा प्रेरित नही होगी क्योंकि धारावाही चालक तार में नियत मान कि धारा प्रवाहित हो रही है।

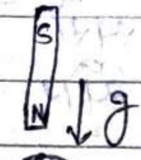
Q. प्रदर्शित चित्र में यदि धारावाही चालक तार AB में A से B कि ओर घटते मान कि धारा प्रवाहित



हो रही हैं तो कुण्डली में प्रेरित धारा की दिशा ज्ञात करो ?

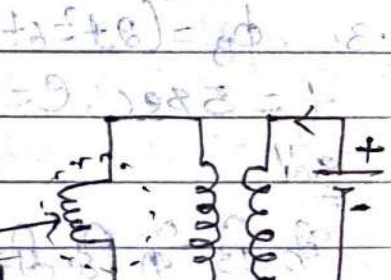
Q.2 

प्रदर्शित चित्र में यदि B से A कि ओर बढते मान कि धारा प्रवाहित हो रही हैं तो कुण्डली में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो ?

Q.3 

प्रदर्शित चित्र में यदि छड़ चुम्बक को कुण्डली के ऊपर स्वतंत्रता पूर्वक गिराया जाता है तो छड़ चुम्बक कि गति पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

Q.4



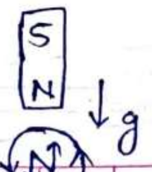
प्रदर्शित चित्र में ~~बल्ब~~ जलेगा या नहीं ~~क्यो~~ कारण सहित बताइए।

Ans.1. 

इस स्थिती मे घटते मान कि धारा के कारण कुण्डली मे प्रेरित धारा कि दिशा वामावर्त होगी क्योकि दायिने हाथ के नियम से कुण्डली में चु० क्षेत्र बाहर कि ओर होगा।

Ans.2. 

प्रदर्शित चित्र में कुण्डली मे बढते मान कि धारा के कारण प्रेरित धारा कि दिशा दक्षिणावर्त होगी। क्योकि दायिने हाथ के नियम के अनुसार कुण्डली मे उत्पन्न चु० क्षेत्र बाहर कि ओर होगी।



Ans. 3. इस स्थिती मे लैन्ज के नियमानुसार कुण्डली मे वामावर्त दिशा में धारा प्रवाहित होगी जिससे छड़ चुम्बक के N ध्रुव का प्रतिकर्षण होगा जिसके कारण छड़ के वेग में कमी होगी।

Ans. 4. इस स्थिती में बल्ब नही जलेगा क्योकि बेट्री के कारण ~~ब~~ नियत मान कि धारा प्रवाहित होती है जिसके कारण इसके समीप स्थित कुण्डली के चुं० फ्लक्स में कोई परिवर्तन नही होता जिससे कोई प्रेरित धारा भी उत्पन्न नही होती और इस कारण बल्ब नही जलेगा।

Eg. 1. $A = (3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}) \times 10^{-2}\, m^2$

$B = (2\hat{i} - 2\hat{k}) \times 10^{-4}\, T$

$\phi_B = ?$

Sol" $\phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$ से

$\phi_B = [(3\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k})10^{-2}] \cdot [(2\hat{i} - 2\hat{k}) \times 10^{-4}]$

$\phi_B = (6 - 4) \times 10^{-6}$

$$\boxed{\phi_B = 2 \times 10^{-6}\, wb}$$

Eg. 2. $B = 5 \times 10^{-3}\, T$

$A = 4 m^2,\ \theta = 90° - 60° = 30°$

Sol" $\phi_B = BA\cos\theta$

$\phi_B = 5 \times 10^{-3} \times 4 \times \cos 30°$

$\phi_B = \cancel{20}^{10} \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}$

$$\boxed{\phi_B = \sqrt{3} \times 10^{-2}\, wb}$$

Eg. 3. $\phi_B = (2t^2 - 6t + 9)\, m\, wb$

$t = 5\, sec,\ e = ?$

Sol" फैराडे के द्वितीय नियम से:-

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

$e = -\frac{d}{dt}(2t^2 - 6t + 9) \times 10^{-3}$

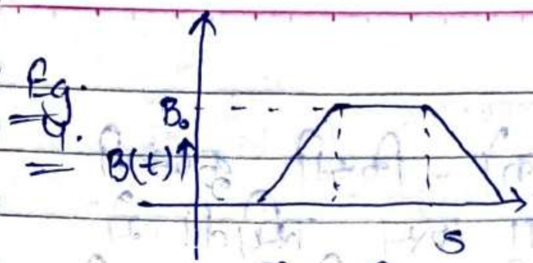
$e = -[4t - 6] \times 10^{-2}$

$t = 5\, sec$ पर

$e = -[4 \times 5 - 6] \times 10^{-3}$

$e = -14 \times 10^{-3}$ वोल्ट

Eg. 4.



भाग (a) के लिए -

$\because \phi = 0$

$$e_a = \frac{-d\phi}{dt} = 0$$

भाग -(b) के लिए

$\phi = (+)ive$

$\frac{d\phi}{dt} = (+)ive$

$$e_b = \frac{-d\phi}{dt} = (-)ive$$

भाग -(c) के लिए

$\phi =$ constant.

$\frac{d\phi}{dt} = 0$

$e_c = 0$

भाग -(d) के लिए

$\frac{d\phi}{dt} = (-)ive$

$$e_d = \frac{-d\phi}{dt} = (+)ive$$

$e_d > \cancel{e_a} = e_a$

$$\boxed{e_d > e_a = e_c > e_b}$$

मोड़ लेने पर

$$\boxed{e_b > e_a = e_c > e_d}$$

Eg. 5. $A = 1.6 cm^2 = 1.6 \times 10^{-4} m^2$

$N = 50, t = 0.3 sec, B = 1.8T$

$R = 10\Omega, q = ?$

Solu.

$$e = \frac{-N d\phi}{dt} \text{ से}$$

$$e = \frac{-50(BA)}{t}$$

$$e = \frac{-50[1.8 \times 1.6 \times 10^{-4}]}{0.3}$$

$$e = -50[9.6 \times 10^{-4}]$$

$$e = -4.8 \times 10^{-2} \text{ volt}$$

$$\because I = \frac{e}{R} \text{ से}$$

$$I = \frac{-4.8 \times 10^{-2}}{10}$$

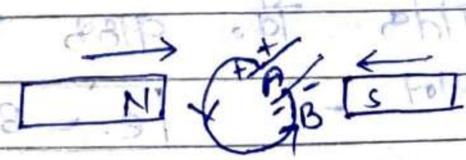
$$I = -4.8 \times 10^{-3} \text{ Amp}$$

$\because q = It$ से

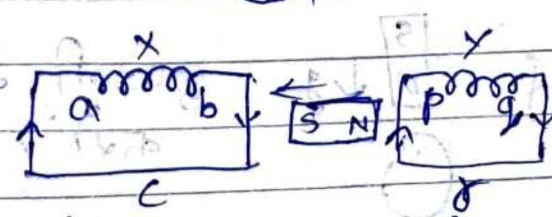
$$q = -4.8 \times 10^{-3} \times 0.3$$

$$\boxed{q = -1.44 \times 10^{-3}}$$

Eg. 6. i)



v)



abc

pqr के अनुदिश

Date
Page

* लैन्ज के नियम में ऊर्जा संरक्षण -

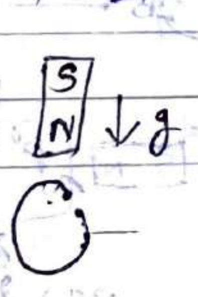
जब किसी छड़ चुम्बक को किसी कुण्डली के समीप लाया जाता है तथा इस स्थिती में यदि छड़ चुम्बक का N ध्रुव कुण्डली के समीप लाया जाता है तो लैन्ज के नियम अनुसार कुण्डली में प्रेरित धारा कि दिशा वामावर्त होती है जिसके कारण इस स्थिती में छड़ चुम्बक को पास लाने पर प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है लेकिन जब छड़ चुम्बक के N ध्रुव को कुण्डली से दूर ले जाया जाता है तो इस स्थिती मे कुण्डली मे प्रेरित धारा कि दिशा दक्षिणावर्त होती है जिसके कारण इस स्थिती में आकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है।

अतः इससे स्पष्ट होता है कि दोनो ही स्थितियो में किया गया कार्य (यांत्रिक ऊर्जा) कुण्डली में प्रेरित धारा (वि० ऊर्जा) के रूप में परिवर्तित हो जाती है अर्थात लैन्ज के नियम में ऊर्जा संरक्षण के नियम कि पालना होती है।

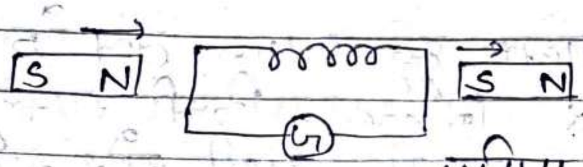
* गतिक वि० वाहक बल -

जब किसी चालक को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में नियत वेग से गति कराई जाती है तो इसकी गति के कारण उत्पन्न प्रेरित emf को ही गतिक वि० वाहक बल कहा जाता है इसका मान -

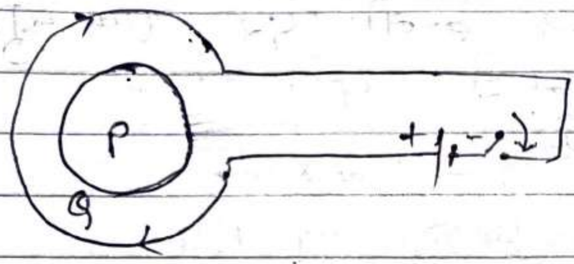
$$\boxed{e = Blv}$$

Q. 

कुण्डली में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो?

Q. 

प्रदर्शित चित्र में यदि दोनो छड़ चुम्बक नियत वेग से गतिमान है तो कुण्डली में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो ?

Q. 

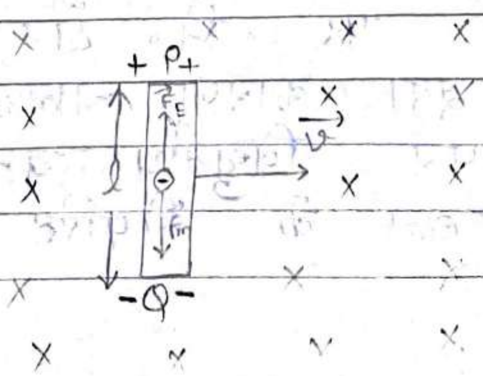
कुण्डली P में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो ?

Ans1. इस स्थिती में कुण्डली के टुटी हुई होने के कारण इसमे कोई धारा प्रेरित नही होती ।

Ans 2:

Ans3. इस स्थिती में कुंजी को दबाने पर धारा का मान शुन्य से अधिकतम होता हैं जिसके कारण लैंज के नियमानुसार कुण्डली P में प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा के विपरित अर्थात वामावर्त होती है ।

* गतिक वि. वाहक बल के सुत्र की व्युत्पत्ति अथवा लोरेन्ज चु. बल कि सहायता से गतिक वि. वाहक बल कि व्युत्पत्ति –



Date
Page

माना कोई l लम्बाई कि चालक छड़ कागज तल के लम्बवत् अंदर कि ओर निर्दिष्ट किसी समरूप चु० क्षैत्र में नियत वेग v से दाँयी ओर गतिमान है तो इस स्थिती में चालक छड़ में उपस्थित मुक्त e^- भी दाँयी ओर गति करने लगते हैं। तो इस स्थिती में इन मुक्त e^-नो पर, एक चु० बल कार्यरत होता है जिसका मान - से

$$F_m = qvB\sin\theta$$

$$\because \theta = 90^\circ$$

$$\sin 90^\circ = 1$$

$$F_m = qvB \text{ से}$$

अत: e^- पर कार्यरत चु० बल -

$$\vec{F}_m = -e[v\hat{i} \times B(-\hat{k})]$$

$$\vec{F}_m = +evB[\hat{i} \times \hat{k}]$$

$$\vec{F}_m = evB(-\hat{j}) \quad \text{--- (1)}$$

समी० (1) से स्पष्ट होता है कि e^-नो पर कार्यरत चु० बल $-y$ अक्ष कि दिशा में कार्यरत होता है जिसके कारण e^- P बिंदु से Q बिंदु कि ओर गमन करने लगते हैं जिसके कारण P सिरे पर e^-नो कि कमी होने से ये सिरा धनावेशित जबकि Q सिरे पर e^-नो कि अधिकता होने के कारण ये सिरा ऋणावेशित हो जाता है जिसके कारण चालक छड़ पर वि० क्षैत्र कार्य करने लगता है और इस कारण चालक छड़ मे उपस्थित मुक्त e^-नो पर विद्युतीय बल कार्यरत होता है जो कि चु० बल के विपरित दिशा में कार्यरत

होता है तो इस स्थिती में e^- पर कार्यरत विद्युतीय बल का मान –

$$F_E = qE \text{ से}$$

$$\vec{F_E} = -eE(\hat{j}) \quad \text{—(2)}$$

अत: संतुलन कि अवस्था में –

$$|\vec{Fm}| = |\vec{F_E}|$$

समी॰ (1) व (2) से –

$$\cancel{e}vB = \cancel{e}E$$

$$vB = E$$

$$E = \cancel{vB} \; vB \quad \text{—(3)}$$

$$\because V = E \times r \text{ से}$$

$$V = E \times l$$

$$\because V = e \text{ (प्रेरित emf)}$$

$$e = El$$

समी॰ (3) से

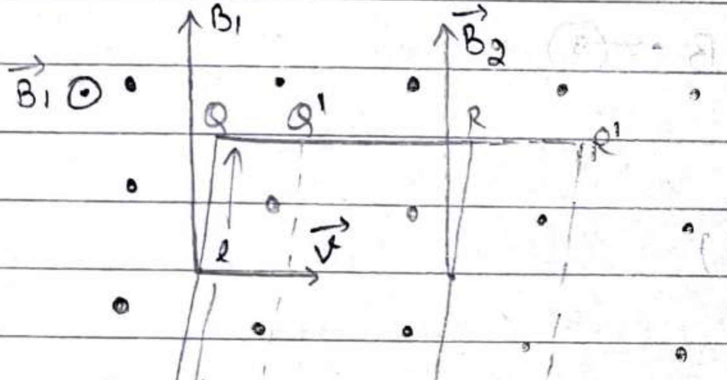
$$\boxed{e = Bvl} \quad \text{—(4)}$$

Note:– 1. जब B, v तथा l तीनों एक दूसरे के लम्बवत होते हैं तो इस स्थिती में ही केवल गतिक वि॰ वाहक बल कार्यरत होता है।

2. यदि $\vec{v} \parallel \vec{B}$, $\vec{l} \parallel \vec{B}$ या $\vec{l} \parallel \vec{v}$ हो तो इस स्थिती में चालक छड़ पर कोई गतिक वि॰ वाहक बल कार्यरत नहीं होता। अर्थात $\boxed{e = 0}$

* फ्लेमिंग के दाँए हाथ का नियम -
इस नियम के अनुसार यदि दायिने हाथ ~~कि~~ तर्जनी, मद्दयमा अँगुली तथा अगुठाँ परस्पर एक-दुसरे के लम्बवत हो तो तर्जनी अँगुली चु॰ क्षैत्र कि दिशा को, मद्दयमा अँगुली प्रेरित धारा कि दिशा को प्रदर्शित करे तो अगुठाँ चालक कि गति कि दिशा को प्रभा प्रदर्शित करता है।

* असमान चु॰ क्षैत्र में रखे आयताकार लूप या कुण्डली पर कार्यरत ~~प्रेरित~~ emf -



माना कोई एक आयताकार लूप PQRS है जो कागज तल के लम्बवत बाहर कि ओर निर्दिष्ट किसी असमान चु॰ क्षैत्र में नियत वेग ~~v~~ से दांयी ओर गतिमान है तो इस स्थिती में लूप कि भुजा PQ पर कार्यरत चु॰ क्षैत्र B_1 तथा भुजा RS पर कार्यरत चु॰ क्षैत्र B_2 है तो इस स्थिती में भुजा PQ Δt समय में Δx दुरी तय करती है तो इस स्थिती में ये भुजा चु॰ क्षैत्र से बाहर निकलती है जिसके कारण इसके चु॰ फ्लक्स के मान में कमी ~~होती~~ होती है जिसका मान -

$$\phi = B \cdot A \text{ से}$$

$$\phi_1 = B_1(l \times \Delta x)$$

$$\phi_1 = B_1 l \Delta x$$

$$\because \Delta x = v\Delta t$$

$$\phi_1 = B_1 l v \Delta t \quad —(1)$$

इसी प्रकार भुजा RS चु० क्षेत्र में प्रवेश करती हैं जिसके कारण इसके चु० फ्लक्स के मान में वृद्धि होतीहैं, जिसका मान-

$$\phi_2 = B_2 \times l \times \Delta x$$

$$\phi_2 = B_2 l v \Delta t \quad —(2)$$

अतः कुल चु० फ्लक्स में परिवर्तन –

$$\Delta\phi = B_2 l v \Delta t - B_1 l v \Delta t$$

$$\Delta\phi = (B_2 - B_1) l v \Delta t \quad —(3)$$

फैराडे के द्वितीय नियम से-

$$e = -\frac{d\phi}{dt} \text{ से-}$$

अतः प्रेरित emf -

$$e = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$e = -\frac{(B_2 - B_1) l v \cancel{\Delta t}}{\cancel{\Delta t}}$$

$$\boxed{e = (B_1 - B_2) l v} \quad —(4)$$

प्रेरित धारा $I = \frac{e}{R}$ से

समी० (4) से-

$$\boxed{I = \frac{(B_1 - B_2) l v}{R}} \quad —(5)$$

A. Q. 1, 3,

Q.1. एक आयताकार लूप जिसका क्षेत्रफल $20\times30\ cm^2$ है। इसे 0.3 T के समचु० क्षेत्र में रखा गया है

i) इस चु० क्षेत्र के लम्बवत रखा गया है।

ii) चु० क्षेत्र के समान्तर रखा गया है।

iii) चु० क्षेत्र से 30° के कोण पर रखा गया है तो प्रत्येक स्थिती में चु० फ्लक्स कि गणना करो?

Q.2 एक वर्गाकार लूप जिसकी भुजा 10 cm तथा प्रतिरोध 0.7Ω है। इसे पुर्व-पश्चिम दिशा में स्थित तल के लम्बवत रखा गया है तथा इस पर एक समचु० क्षेत्र 0.10 T का उत्तर-पुर्व दिशा में कार्यरत है। यदि चु० क्षेत्र का मान 0.70 sec में घटकर 0 हो जाता है तो प्रेरित emf व धारा कि गणना करो?

Ans. 1. $A = 20\times30\ cm^2$

$A = 600\ cm^2 = 600\times10^{-4}\ m^2$

$B = 0.3T$

Sol^n

Case I. लम्बवत रखने पर

$\theta = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$

$\phi = BA\cos\theta$ से

$\phi = BA\cos 0^\circ$

$\phi = 0.3\times600\times10^{-4}$

$\boxed{\phi = 1.8\times10^{-2}\ wb}$

Case II समांतर रखने पर

$\theta = 90^\circ - 0^\circ = 90^\circ$

$\cos 90^\circ = 0$

$\boxed{\phi_B = 0\ wb}$

Case III. $\theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

$\phi_B = BA\cos60^\circ$

$\phi_B = 0.3\times\overset{300}{\cancel{600}}\times10^{-4}\times\frac{1}{\cancel{2}}$

$\phi_B = 0.9\times10^{-2}\ wb$

Ans. 2. भुजा = 10 cm

$R = 0.7\Omega$, $B_1 = 0.10T$

$dt = 0.70 sec$, $B_2 = 0T$

Sol^n फैराडे के द्वितिय नियम से –

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

$$e = \frac{-d(B\cdot A)}{dt}$$

Date ____ Page ____

$$e = -A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$e = -(10 \times 10^{-2})^2 \cdot \frac{(0 - 0.10)}{0.70}$$

$$e = -100 \times 10^{-4} \times \frac{-0.10}{0.70}$$

$$e = \frac{10^{-1}}{70} = \frac{1}{700} \text{ Volt}$$

$\because I = \frac{e}{R}$ से

$$I = \frac{1}{700} \times \frac{10}{0.7}$$

$$I = \frac{1}{490}$$

$$\boxed{q = 21.6 \times 10^{-4} \, C}$$

Q3. $N = 50$, $B = 0.6T$,
$A = 0.2 m^2$
$R = 10 \Omega$, $q = ?$

Solu. Case-I.

$$q = \frac{-N}{R}(\phi_2 - \phi_1)$$

180° पर घुमाने पर

$$q = \frac{-N}{R}[BA\cos 180^\circ - BA\cos 0^\circ]$$

$$q = \frac{-N}{R}[-BA - BA]$$

$$q = \frac{2NBA}{R} = \frac{2 \times 50 \times 0.6 \times 0.2}{10}$$

$$\boxed{q = 1.2C}$$

A.Q.1. $A = 120 \times 50 cm^2$
$A = 6000 cm^2 = 6000 \times 10^{-4} m^2$
$R = 0.01 \Omega$, $B_H = 0.36 G$
$B_H = 0.36 \times 10^{-4} T$

Solu. $q = \frac{-N}{R}(\phi_2 - \phi_1)$ से

$$q = \frac{-N}{R}[BA\cos 90^\circ - BA\cos 0^\circ]$$

$$q = \frac{-N}{R}[-BA]$$

$$q = \frac{NBA}{R} = \frac{1 \times 0.36 \times 10^{-4} \times 0.6}{0.01}$$

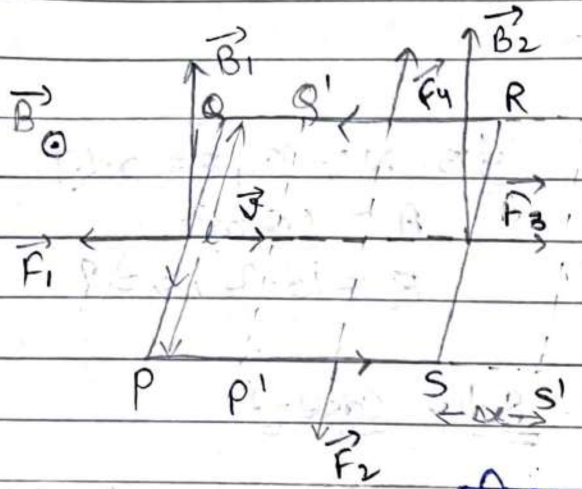
Case I:

$$q = \frac{-N}{R}[0 - BA\cos 0^\circ]$$

$$q = \frac{N}{R} BA = \boxed{0.60 \, C}$$

Date
Page

* असमान चु॰ क्षेत्र में गतिमान आयताकार लूप या कुण्डली पर कार्यरत में ऊर्जा संरक्षण –



जब किसी आयताकार लूप को किसी असमान चु॰ क्षेत्र में रखा जाता है। तो इसके प्रत्येक भुजा एक चालक तार कि तरह व्यवहार करती है तथा इस आयताकार लूप में प्रेरित धारा कि दिशा PSRQP के अनुदिश होती है तो इस स्थिती में इसकी प्रत्येक भुजा पर एक चु॰ बल कार्यरत होता है तो इस स्थिती में भुजा PQ पर कार्यरत चु॰ बल –

$B_1 > B_2$

भुजा $F_m = IlB\sin\theta$ से –

$\theta = 90°$

$\sin 90° = 1$ से

$F_m = IlB$

$\vec{F_1} = IlB_1$ —① (बाँयी ओर)

इसी प्रकार भुजा RS पर कार्यरत चु॰ बल –

$\vec{F_3} = IlB_2$ —② (दाँयी ओर)

भुजा PS तथा भुजा QR पर कार्यरत चु॰ बल परिमाण में समान व दिशा में विपरित होते हैं जिसके कारण एक दुसरे के प्रभाव को निरस्त कर देते हैं इस कारण परिणामी

चु० बल का मान -

$$\vec{F} = \vec{F_1} - \vec{F_3}$$

$$\vec{F} = I l B_1 - I l B_2$$

$$\vec{F} = I l (B_1 - B_2) \quad \text{(बाँयी ओर)} \quad \text{--- (3)}$$

इस स्थिती में परिणामी चु० बल बाँयी ओर लगता है तथा आयताकार लूप को दाँयी ओर v वेग से गतिमान कराया जाता है तो इसे इसी वेग से गतिमान बनाए रखने के लिए बाह्य कार्य करना पड़ता है क्योंकि चु० बल इसकी गति के विपरित दिशा में कार्यरत है अत: इसे Δx दुरी तक विस्थापित करने मे किया गया कार्य -

$W = F \cdot S$ से

$$W = F \cdot \Delta x$$

समी० (3) से -

$$W = [I l (B_1 - B_2)] \cdot \Delta x$$

$$\because \Delta x = v \Delta t$$

$$W = [I l (B_1 - B_2)] \cdot v \Delta t$$

$$W = I l v \Delta t (B_1 - B_2)$$

$\because I = \dfrac{(B_1 - B_2) l v}{R}$ से

$$W = \frac{(B_1 - B_2)^2 l^2 v^2 \Delta t}{R} \quad \text{--- (4)}$$

इस स्थिती में लूप पर किया गया यह कार्य लूप में वि० ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है तथा इसके पश्चात यह ऊष्मीय ऊर्जा के रूप मे कुण्डली से बाहर निकलता है तो

ऊष्मीय ऊर्जा का मान -

$H = I^2 R t$ से

$$H = \frac{(B_1-B_2)^2 l^2 v^2}{R^{\cancel{2}}} \times \cancel{R} \Delta t$$

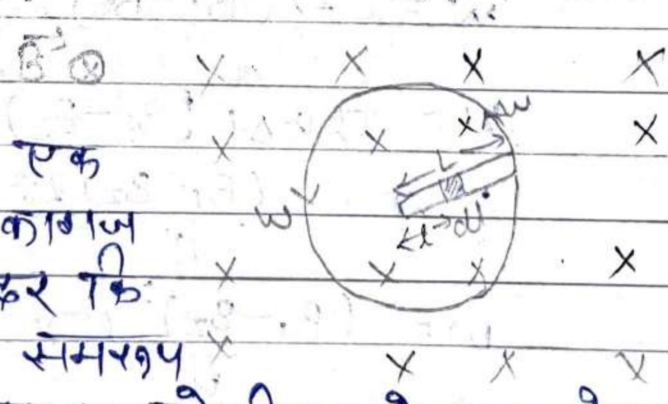
$$H = \frac{(B_1-B_2)^2 l^2 v^2 \Delta t}{R} \quad \text{—} (5)$$

समी॰ (4) व (5) से -

$$\boxed{W = H}$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि यांत्रिक ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा के रूप में परिवर्तित हो जाती है अतः इसमे ऊर्जा संरक्षण के नियम कि पालना होती है।

* समचु॰ क्षेत्र में एक समान कोणीय वेग ω से घूर्णन गति करती हुई चालक छड़ में उत्पन्न प्रेरित emf -



माना कोई L लम्बाई कि एक चालक छड़ है जो कागज तल के लम्बवत अंदर कि ओर निर्दिष्ट किसी समरूप चु॰ क्षेत्र में एक समान कोणीय वेग ω से वामावर्त दिशा में गतिमान है तो चालक छड़ कि गति के कारण उत्पन्न प्रेरित emf कि गणना करने के लिए इस छड़ को कई छोटे-2 अल्पांशो से मिलकर बना माना जाता है।

माना इनमे से कोई एक अल्पांश इसके केंद्र O से l दूरी पर स्थित है जिसके कारण उत्पन्न प्रेरित emf का मान -

गतिक emf की परिभाषा से -

$$e = Bvl$$

$$de = Bv \cdot dl \quad \text{---} (1)$$

$$\because v = r\omega \text{ से}$$

$$\therefore v = \omega l$$

समी. (1) से -

$$de = B\omega l \cdot dl \quad \text{---} (2)$$

अतः कुल प्रेरित emf -

$$\int de = \int_0^L B\omega l \cdot dl$$

$$e = B\omega \left[\frac{l^2}{2}\right]_0^L$$

$$e = B\omega \left[\frac{L^2}{2} - \frac{0^2}{2}\right]$$

$$e = \frac{B\omega L^2}{2}$$

$$\boxed{e = \frac{1}{2} B\omega L^2} \quad \text{---} (3)$$

Note:-

$$\because \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

समी. (3) से -

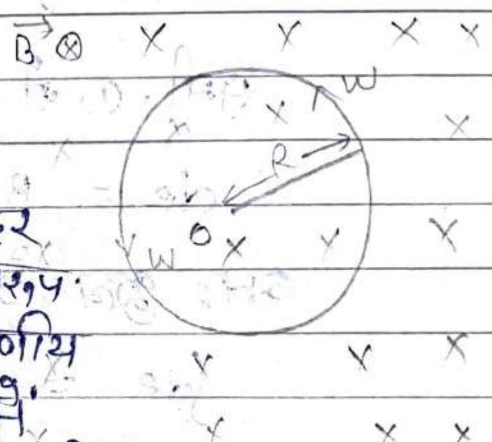
$$e = \frac{1}{2} B(2\pi f) L^2$$

$$e = B(\pi L^2) f$$

$$\because \pi L^2 = A$$

$$\boxed{e = BAf} \quad \text{— (1)}$$

* समरूप क्षेत्र में एकसमान कोणीय वेग से गतिमान चकती या वलय के कारण उत्पन्न प्रेरित emf



माना कोई R त्रिज्या कि एक चकती या वलय है जो कागज तल के लम्बवत अंदर कि ओर निर्दिष्ट किसी समरूप क्षेत्र में एक समान कोणीय वेग ω से वामावर्त दिशा में गतिमान है तो इस स्थिती मे इसके कारण प्रेरित emf का मान ज्ञात करने के लिए इसे कई चालक छड़ो से मिलकर बना माना जा सकता है तो इस स्थिती मे चालक छड़ कि लम्बाई चकती कि त्रिज्या के बराबर होती है अर्थात $L = R$

चालक छड़ कि गति के कारण प्रेरित emf -

$$e = \frac{1}{2} B\omega L^2 \quad \text{— (1)}$$

$\because L = R$ (चकती कि त्रिज्या)

$$\boxed{e = \frac{1}{2} B\omega R^2} \quad \text{— (2)}$$

Note:- $\because$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ से

समी. (2) से

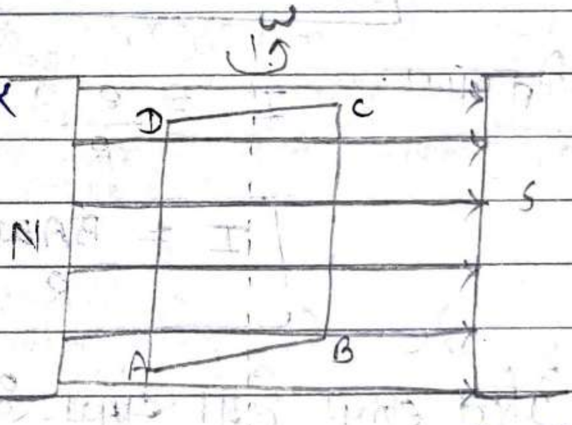
$$e = \frac{1}{\cancel{2}} B(\cancel{2}\pi f) R^2$$

$$e = B(\pi R^2) f$$

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

$$\boxed{e = BAf}$$

* समचु॰ क्षेत्र में एक समान कोणीय वेग से घुर्णन गति करती आयताकार कुण्डली पर कार्यरत प्रेरित emf -



माना कोई एक आयताकार कुण्डली ABCD किसी समचु॰ क्षेत्र B में एक समान कोणीय वेग ω से घुर्णन गति करती है तो इसके घुर्णन के कारण कुण्डली के चु॰ फ्लक्स के मान में लगातार परिवर्तन होता है जिससे प्रेरित emf उत्पन्न होता है जिसका मान -

कुण्डली के चु॰ फ्लक्स का मान -

$$\phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$$ से

$$\phi_B = BA\cos\theta$$

$\because$ $\omega = \frac{\theta}{t}$ से

$$\therefore \theta = \omega t$$

समी॰ ① से –

$$\phi_B = BA\cos\omega t \quad \text{—②}$$

फैराडे के द्वितीय नियम–

$$e = \frac{-d\phi_B}{dt} \text{ से –}$$

समी॰ ② से –

$$e = \frac{-d}{dt}(BA\cos\omega t)$$

$$e = -BA(-\sin\omega t)\cdot\omega$$

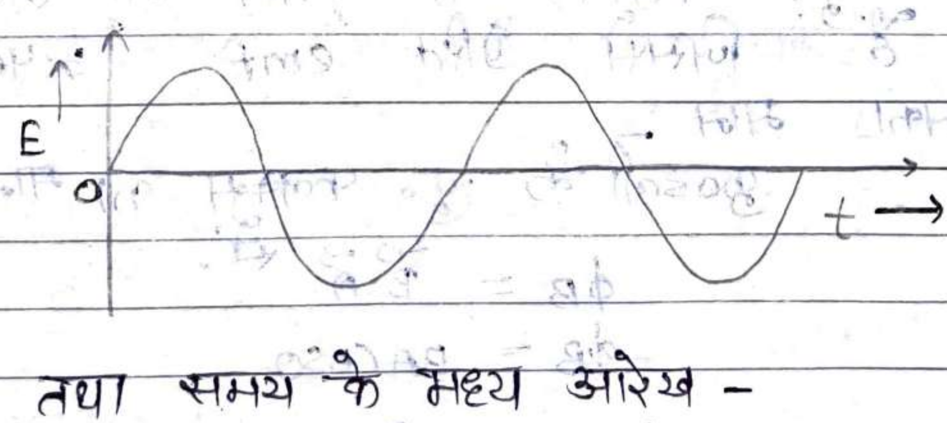
$$\boxed{e = BA\omega\sin\omega t} \quad \text{—③}$$

प्रेरित धारा –

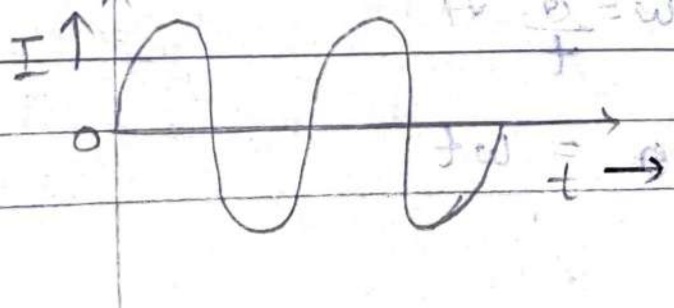
$$I = \frac{e}{R}$$

$$\boxed{I = \frac{BA\omega}{R}\sin\omega t} \quad \text{—④}$$

* प्रेरित emf तथा समय के मध्य आरेख–



* प्रेरित धारा तथा समय के मध्य आरेख –



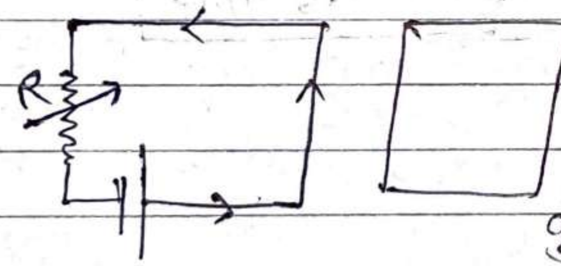
Eg. 7,8

Date
Page

* Note:- 1. यदि किसी छड़ चुम्बक को किसी कुण्डली के समीप समान वेग से तथा एक ही दिशा में लाया जाए तो कुण्डली में कोई प्रेरित emf उत्पन्न नही होता हैं।

2. यदि किसी कुण्डली कि स्थिती में परिवर्तन किए बिना छड़ चुम्बक को घुर्णन गति कराई जाए तो भी कुण्डली के चु० फलक्स के मान में कोई परिवर्तन नही होता।

Q. एक वायु यान पश्चिम दिशा में 450 m/sec के के वेग से गतिमान हैं यदि इस स्थान पर पृथ्वी के चु० क्षेत्र का क्षैतिज घटक 4×10^{-4} T है तथा नतिकोण का मान 30° है तो वायुयान के पंखो के सिरो के मध्य प्रेरित emf कि गणना करो? जबकि इनकी लम्बाई 30m हैं।

Q. 
प्रदर्शित चित्र मे यदि कुण्डली के प्रतिरोध को कम कर दिया जाए तो इसके समीप वाली कुण्डली में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो?

Ans:- $v = 450\,m/s$

$B_H = 4\times10^{-4}\,T$

$\theta = 30°,\ l = 30m$

$e = ?$

Solu. $B_H = B\cos\theta$

$B = \frac{B_H}{\cos\theta} = \frac{4\times10^{-4}\times 2}{\sqrt{3}}$

$B = \frac{4\times10^{-4}}{\sqrt{3}}\,T$

$\because B_V = B\sin\theta$ से -

$B_V = \frac{8}{\sqrt{3}}\times10^{-4}\times\frac{1}{2}$

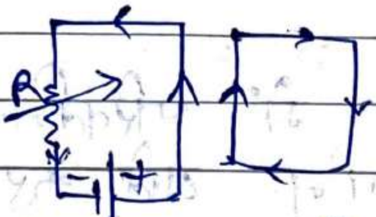
$B_V = \frac{4}{\sqrt{3}}\times10^{-4}\,T$

$\therefore$ प्रेरित emf →

$e = B_V v l$ से

$$e = \frac{4}{\sqrt{3}} \times 10^{-2} \times 45 \times \cancel{3}^{\sqrt{3}} = 180\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ volt}$$

Ans 2.



कुण्डली के प्रतिरोध को कम करने पर धारा के मान में वृद्धि होने से चुं. फ्लक्स के मान में भी वृद्धि होती है जिसके कारण लेन्ज के नियमानुसार प्रेरित धारा कि दिशा दक्षिणावर्त होती है।

Eg 7. भुजा = 5 cm

$B = 0.05T$, $v = 5 m/s$

Solu.

Case-I समान्तर गति करने पर

$e = Blv$

$\vec{B} \parallel \vec{v}$

$\boxed{e = 0}$

Case II. लम्बवत् गति करने पर से

$e = Bvl$

$e = \frac{0.05}{100} \times 5 \times 5 \times 10^{-2}$

$e = 125 \times 10^{-4}$ volt

Eg 8. $l = 40 cm$

$B = 0.5T, \theta = 30°$

$v = 15 m/s$, $e = ?$

Solu. $e = Bvl$

$e = (B\sin\theta) vl$

$e = 0.5 \times \sin 30° \times 15 \times 40 \times 10^{-2}$

$e = 0.5 \times \frac{1}{\cancel{2}} \times \cancel{600}^{300} \times 10^{-2}$

$e = 0.5 \times 3$

$\boxed{e = 1.5 \text{ वोल्ट}}$

* भँवर धारायें (EDDY current) – जब किसी ठोस चालक पिण्ड के सम्पुर्ण आयतन से संबंधित चु॰ फ्लक्स के मान में लगातार परिवर्तन होता हैं। तो इसमे जल में उत्पन्न भँवर के समान धाराये प्रेरित होने लगती हैं इन धाराओ को ही भँवर धाराये कहा जाता हैं। तथा इन धाराओ कि खोज फोको नामक वैज्ञानिक ने कि थी। इस कारण इन्हे फोको धाराओ के नाम से भी जाना जाता हैं।

* भँवर धाराओ कि दिशा –

भँवर धाराओ कि दिशा लेन्ज के नियमानुसार इस प्रकार कि होनी चाहिए कि ये चु॰ फ्लक्स मे परिवर्तन का विरोध कर सकें। जैसे – यदि किसी कुण्डली को चु॰ क्षेत्र के भीतर प्रवेश कराया जाता हैं। तो कुण्डली के चु॰ फ्लक्स के मान में वृद्धि होती हैं इस स्थिती में प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा के विपरित होनी चाहिए। लेकिन यदि किसी कुण्डली को चु॰ क्षेत्र से बाहर निकाला जाता है तो कुण्डली के चु॰ फ्लक्स में कमी होने के कारण भँवर धाराओ कि दिशा मुख्य धारा कि दिशा में होनी चाहिए।

Note:– 1. भँवर धाराये इतनी अधिक प्रबल होती हैं कि कुछ ही समय में ठोस पिण्ड को रक्त तप्त गर्म कर देती हैं।

2. भँवर धाराओ का मान निम्न समी. के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

$$\boxed{I = \frac{-N}{R} \cdot \frac{d\phi}{dt}}$$

* भँवर धाराओ कि निर्भरता -
भँवर धाराये कुण्डली के प्रतिरोध पर निर्भर करती हैं तथा यह धाराये कुण्डली के प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात प्रतिरोध का मान बढने पर भँवर धाराओं कि उत्पत्ति घट जाती हैं

जैसे - जब किसी कुण्डली को चु. क्षैत्र में घुर्णन गति कराई जाती है। तो ये कुण्डली घुर्णन करके तुरंत विरामावस्था को प्राप्त कर लेती हैं। क्योकि इन कुण्डली में भँवर धाराऐ उत्पन्न हो जाती हैं। जो कि इसकी गति का विरोध करती हैं इस स्थिती में यदि कुण्डली में छोटे - छोटे खाँचे बनाकर इस कुण्डली को घुर्णन गति कराई जाए। $R \propto \frac{1}{A}$ होने से प्रतिरोध का मान बढ जाता है। जिसके कारण भँवर धाराओ कि उत्पत्ति घट जाती हैं और इस स्थिती में कुण्डली लम्बे समय तक दोलन गति करती हैं।

* भँवर धाराओ के उपयोग। -
1. वि. चु. अवमंदन में। -
स्थाई दोल धारामापी में जब

धारा प्रवाहित कि जाती हैं तो इसमे लगी कुण्डली घुर्णन गति करने लगती है तथा भँवर धाराओ कि उत्पत्ति के कारण ये कुण्डली घुर्णन गति करके तुरंत विरामावस्था को प्राप्त कर लेतीहै इसे ही वि. चु० अवमंदन कहा जाता हैं।

Note:- जब धारामापी में लगी कुण्डली के ऊपर चालक तार को लपेटा जाता है। तो इस प्रकार के धारामापी को रुद्धदोल धारामापी कहा जाता हैं। लेकिन यदि चालक कुण्डली के ऊपर किसी कुचालक तार को लपेटा जाता हैं तो इस प्रकार के धारामापी को प्रेक्षप ~~धार~~ ~~धार~~ धारामापी कहा जाताहैं।

2. वि० रेलगाड़ी में—

वि० रेलगाड़ी में पहियो की धूरी पर एक ड्रम लगा होता हैं जब वि० रेलगाड़ी को रोकना होता हैं। तो इस ड्रम पर परिवर्तित वि० चुम्बक आरोपित कर दिया जाता हैं। जिससे इसमें भँवर धाराये उत्पन्न होती हैं और यह कुछ ही समय में रेलगाड़ी को विरामावस्था में ला देती हैं।

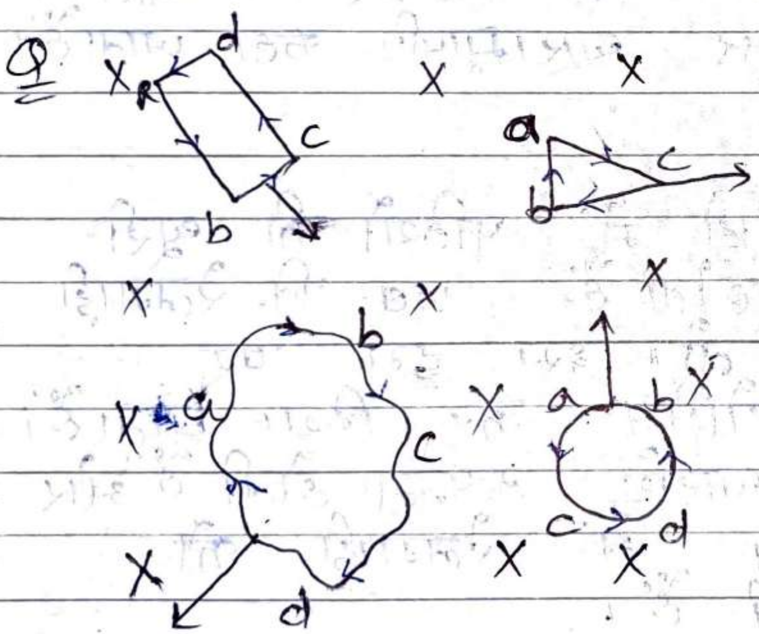
3. वि० मीटर में:—

जब वि० मीटर में धारा प्रवाहित कि जातीहैं तो इसमे लगी चकती घुर्णन गति करने लगती हैं जिसके कारण इसमे भँवर धाराये उत्पन्न ~~हो~~ हो जाती है जो चकती कि गति का विरोध करती हैं।

Page

4. प्रेरण भट्टी में:-
इस भट्टी का उपयोग धातु को पिघलाने में किया जाता है इसमे एक कुण्डली लगी होती है जिस धातु को पिघलाना होता है उसे इस कुण्डली मे रख दिया जाता है तथा इसपर उच्च आवृत्ति का प्रत्यावर्ती विभव आरोपित कर दिया जाता है। जिसके कारण इसमे प्रबल भँवर धारायें उत्पन्न हो जाती है जो कुछ ही समय में ठोस पिण्ड को रक्त तप्त गर्म करके पिघला देती है।

Q. प्रदर्शित चित्र मे प्रत्येक भुज में प्रेरित धारा कि दिशा ज्ञात करो?



Q. एक पहिया जिसमे दस धात्विक स्पोक (ताड़ीयाँ) जुड़े होते हैं प्रत्येक स्पोक की लम्बाई 0.5 m है तथा यह 120 चक्कर प्रति मिनट कि दर से किसी अभिलम्बवत तल मे घुर्णन गति करते हैं। तथा इस स्थान पर पृथ्वी के चु० क्षेत्र का क्षैतिज घटक 0.4G है। तो

A.Q. 2, 4.

Date
Page

पहिये कि रिम में उत्पन्न प्रेरित emf कि गणना करो ?

Ans.1. ⇒ आयताकार लूप में प्रेरित धारा कि दिशा लेन्ज के नियमानुसार वामावर्त अर्थात bcdab के अनुदिशा होगी।

⇒ त्रिभुजाकार आकृति में प्रेरित धारा कि दिशा दक्षिणावर्त acba के अनुदिशा होगी।

⇒ अनियमित आकृति के लूप में प्रेरित धारा कि दिशा दक्षिणावर्त abcd होगी।

⇒ वृत्ताकार लूप में प्रेरित धारा कि दिशा acdb वामावर्त होगी।

Ans. 2 $N=10$, $\omega=120$ चक्कर/min

$l=0.5m$, $\omega=\frac{120}{60}$ rad/sec

$B_H = 0.4G = 0.4\times10^{-4}T$

Solu: $e = Bvl$

$e = \frac{1}{2}B\omega l^2$

$e = \frac{1}{2}\times0.4\times10^{-4}\times\frac{120}{60}\times0.5\times0.5$

$e = 0.1\times10^{-4}$ Volt

$e = 10\times0.1\times10^{-4}$ Volt

$e = 0.1\times10^{-3}$ Volt

Q.2 $N=50$, $\phi_B = 0.02\cos100\pi t$ वेबर

Solu. प्रेरित emf से

$e = -N\frac{d\phi}{dt}$

$e = -50\cdot\frac{d(0.02\cos100\pi t)}{dt}$

$e = -50\times\frac{0.02}{100}(-\sin100\pi t)\cdot100\pi$

$e = 100\pi\sin100\pi t$

i) अधिकतम प्रेरित emf.

$e = 100\pi = 3.14\times100 = \boxed{314V}$

ii) $t = 0.01$ sec पर प्रेरित emf.

$e = 100\pi\sin100\pi\times\frac{0.01}{100}$

$e = 100\pi\sin\pi$

$\boxed{e = 0\,Volt}$

iii) $R = 100\Omega$, $I = ?$

$t = 0.005$ sec

Date
Page

$e = 100\pi \sin \cancel{100}\pi \times \frac{0.005}{\cancel{1000}}$

$e = 100\pi \sin \frac{\pi}{2}$

$e = 100\pi$

$\because I = \frac{e}{R}$ से

$I = \frac{100\pi}{100}$

$I = \pi$ Amp

$\boxed{I = 3.14 \text{ Amp}}$

A.Q.

4. $l = -3\hat{k}, v = \hat{i}+3\hat{j}+3\hat{k}$ m/s

$B = \hat{i}+3\hat{j}+\hat{k}$ Tesla

$e = ?$

$e = Bvl$

$e = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot l$

$e =$

5. ऊष्मापार्थ चिकित्सा or डायाथर्मी चिकित्सा -

शरीर के कुछ भागो में रोगग्रस्त ऊतक उपस्थित होते हैं जब इन रोग ग्रस्त ~~ऊत~~ ऊतको को शरीर में से नष्ट करना होता है तो शरीर के जिस भाग में ये रोग ग्रस्त ऊतक उपस्थित होते है उस भाग पर चालक कुण्डली को लपेटकर उच्च आवृत्ति की प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित कि जाती हैं जिसके कारण भंवर धारायें उत्पन्न हो जाती हैं और कुछ ही समय में रोगग्रस्त ऊतक जलकर नष्ट हो जाते हैं इसे ऊष्मा पार्थ या डायाथर्मी ~~चिकित्सा~~ चिकित्सा के नाम से जाता है।

6. स्पीडोमीटर में।

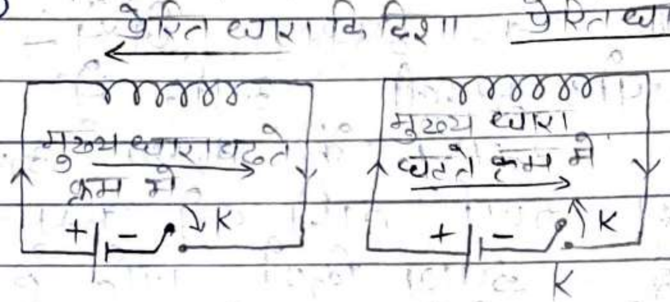
* भँवर धाराओ के कारण होने वाली ऊर्जा हानि- कई प्रकार के वि० उपकरण जैसे- ट्रांसफार्मर टी-वी० चोक कुण्डली आदि में भँवर धाराओ कि उत्पत्ति के कारण ऊर्जा हानि होती है। इस ऊर्जा हानि को कम करने के लिए कई उपाय किये जाते हैं। जैसे ट्राँसफार्मर में होने वाली ऊर्जाहानि को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर कि क्रोड को पटलीत बनाया जाता है। लेकिन उच्च वोल्टता वाले ट्रांसफार्मरो में ऊर्जा हानि को कम करने के लिए फेराइट नामक चु० पदार्थों का उपयोग किया जाता है।

* स्वप्रेरण Self-Induction-

जब किसी कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती है तो कुण्डली से संबधित चु० फ्लक्स के मान में लगातार परिवर्तन होता है जिसके कारण कुण्डली में प्रेरित emf उत्पन्न होता है। इस प्रकार स्वत: ही प्रेरित emf उत्पन्न होने कि घटना को ही स्वप्रेरण कहा जाता है।

स्वप्रेरण कि घटना में प्रेरित धारा कि दिशा इस प्रकार की होनी चाहिए की यह चु० फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध कर सके। यदि चु० फ्लक्स में वृद्धि हो रही है तो प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा के विपरित

होनी चाहिए। लेकिन यदि चु० फ्लक्स के मान में कमी हो रही है तो प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा कि दिशा में होनी चाहिए)



* स्वप्रेरण गुणांक –

स्वप्रेरण कि घटना में कुण्डली से संबंधित चु० फ्लक्स कुण्डली में प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है। अर्थात –

$$\phi \propto I$$

$$\phi = LI \quad \text{—} (1)$$

जहाँ पर

L = कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक

जिसका मान

यदि $L = \frac{\phi}{I}$

यदि $I = 1\,\text{Amp}$ हो तो

$$\boxed{L = \phi}$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि यदि किसी कुण्डली में एकांक मान कि धारा प्रवाहित कि जाए तो कुण्डली से संबंधित चु० फ्लक्स को ही कुण्डली का स्वप्रेरक गुणांक कहा जाता है।

Eg. 9, 10, 11, 12, 13, 14,

विमा व मात्रक -

$$= \frac{[M^1 L^0 T^{-2} A^{-1}][L^2]}{[A^1]}$$

$$= [M^1 L^2 T^{-2} A^{-2}]$$

मात्रक = $\frac{T \times m^2}{Amp}$ or $\frac{Kg \times m^2}{sec^2 \times Amp^2}$ or हेनरी (H)

Eg. 9. $v = 180 km/h$, $e = ?$
$l = 1m$, $B_V = 0.2 \times 10^{-4} T$

Sol^n $e = B_V v l$ से

$e = 0.2 \times 10^{-4} \times \cancel{180}^{10} \times \frac{5}{\cancel{18}} \times 1$

$e = 0.2 \times 10^{-3} \times 5$

~~$e = 1 \times 10^{-3} \times 5$~~

$e = 1 \times 10^{-3}$ Volt

9.10. $l = 1.5m$, $B_1 = 2.5T$
$v = 7.2 km/h$, $B_2 = 1T$
$v = \frac{\cancel{72}^{2} \times \cancel{5}}{\cancel{10} \cancel{18}} = 2 m/s$

$e = ?$

sol^n $e = (B_1 - B_2) l v$ से -

$e = (2.5 - 1) \times 1.5 \times 2$

$e = 1.5 \times 1.5 \times 2 = 3 \times 1.5$

$e = 4.5$ Volt

9.11 $l = 2m$, $B = 1T$
$v = 0.6 m/s$, $R = 12 \Omega$

$F = ?$, $P = ?$, $\frac{H}{t} = ?$

Sol^n $e = Bvl$ से

$I = \frac{e}{R} = \frac{Bvl}{R}$

$I = \frac{1 \times 0.6 \times 2}{12}$

$I = \frac{\cancel{1.2}}{\cancel{12} \times 10} = 0.1 A$

$\because F_m = I l B$

$F_m = 0.1 \times 2 \times 1$

$F_m = 0.2 N$

(ii) $P = Fv$

$P = 0.2 \times 0.6$

$P = 0.12$ Watt

$\because H = I^2 R t$

$\frac{H}{t} = I^2 R$

$\frac{H}{t} = (0.1)^2 \times 12$

$\frac{H}{t} = 0.01 \times 12 = 0.12 J/s$ or watt

Q.12. $l = 0.5\,m, B = 0.04\,T$
$f = 40\,rad/sec, l = ?$

Sol'' $e = BAf$
$e = B(\pi l^2)f$
$e = 0.04 \times 3.14 \times (0.5)^2 \times 40$
$e = 1.6 \times 3.14 \times .25$
$e =$

Q.19. $r = 0.15\,m, N = 3000$
$B_H = 4 \times 10^{-5}\,T, f = 250\,rad/sec$
$e = ?$

Sol'' $e = BA\omega \sin\omega t$ से
$\because \sin\omega t = 1$
$e = B\omega A \times N$
$e = 3000 \times (\pi r^2) \times (2\pi f) \times 4 \times 10^{-5}$
$e = 3000 \times 3.14 \times (0.15)^2 \times 2 \times 3.14 \times 250 \times 4 \times 10^{-5}$
$e =$

Q.13. $r = 0.10\,m, f = 40\,rad/min$
$B_V = 0.01\,T, f = \frac{40}{60}\,rad/sec$

Sol'' $e = ?$
$e = BAf$
$e = B(\pi r^2)f$
$e = 0.01 \times 3.14 \times (0.10)^2 \times \frac{40}{60}$

$e =$

Notes:- फैराडे के नियम से -
$e = \frac{-d\phi}{dt}$ से -
स्वप्रेरण की परिभाषा से
$\phi = LI$ से
$e = \frac{-d}{dt}(LI)$
$e = -L\frac{dI}{dt}$

$$L = \frac{-e}{\frac{dI}{dt}}$$

यदि $\frac{dI}{dt} = 1\ Amp/sec$ हो तो -

$$\boxed{L = -e}$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि यदि किसी कुण्डली में धारा में परिवर्तन कि दर एकांक हो तो कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित emf को ही कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक कहा जाता है।

* कुण्डली कि चु० स्थितिज ऊर्जा अथवा कुण्डली पर किया गया कार्य -

जब किसी कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती है तो कुण्डली के चु० फ्लक्स में लगातार परिवर्तन होता है जिसके कारण कुण्डली में प्रेरित emf उत्पन्न होता है जो कि लेन्ज के नियमानुसार कुण्डली में प्रवाहित धारा का विरोध करता है इस कारण कुण्डली में निश्चित मान कि धारा प्रवाहित करने के लिए अतिरिक्त कार्य करना पड़ता है इस किए गए कार्य को ही कुण्डली कि चु० स्थितिज ऊर्जा कहा जाता है।

$P = VI$ से

$P = EI$ —— (1)

$\because P = \frac{W}{t}$ से

$$\frac{dW}{dt} = eI \quad \text{—— (2)}$$

Date ______
Page ______

स्वप्रेरण गुणांक कि परिभाषा से –

$$e = -L\cdot\frac{dI}{dt}$$ से –

समी० ② से

$$\frac{dw}{\cancel{dt}} = -L\cdot\frac{dI}{\cancel{dt}}\cdot I$$

$$dw = -LI\cdot dI \longrightarrow ③$$

अतः कुल किया गया कार्य –

$$\int dw = -\int_0^{I_0} LI\cdot dI$$

$$w = -L\left[\frac{I^2}{2}\right]_0^{I_0}$$

$$w = U = -L\left[\frac{I_0^2}{2} - \frac{0^2}{2}\right]$$

$$\boxed{U = -\frac{1}{2}LI_0^2} \longrightarrow ④$$

Note:– यदि $I_0 = 1$ Amp होतो –

$$U = -\frac{L}{2}$$

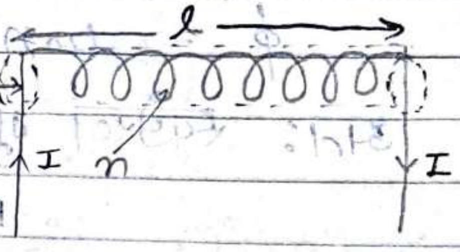
$$\boxed{L = -2U}$$

अतः इससे स्पष्ट होता हैं कि यदि किसी कुण्डली में एकांक मान कि धारा प्रवाहित कि जाए तो कुण्डली कि चुं० स्थितिज ऊर्जा का दुगना ही कुण्डली का स्वप्रेरण गुणांक कहलाता है।

Date
Page

* किसी धारावाही परिनलिका के लिए स्वप्रेरण गुणांक कि गणना -

माना कोई l लम्बाई की एक धारावाही परिनलिका है जिसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A तथा प्रति एकांक लम्बाई घेरो कि संख्या n है व परिनलिका में प्रवाहित धारा का मान I है। तो परिनलिका में धारा प्रवाहित करने पर इसके भीतर एक चु० क्षेत्र उत्पन्न होता है जिसका मान -



$$B = \mu_0 n I \quad \text{--- (1)}$$

अतः परिनलिका के प्रत्येक घेरे से संबधित चु० फ्लक्स का मान -

चु० फ्लक्स कि परिभाषा से -

$$\phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} \text{ से}$$

$$\phi_B = (\mu_0 n I) A$$

$$\phi_B = \mu_0 n I A \quad \text{--- (2)}$$

अत : सम्पुर्ण परिनलिका से संबंधित चु० फ्लक्स -

$$\phi = N \times \phi_B$$

समी० (2) से -

$$\phi = N \times \mu_0 n I A \quad \text{--- (3)}$$

$$n = \frac{N}{l} \text{ से -}$$

$$\therefore N = nl$$

Date
Page

समी॰ ③ से

$$\phi = (nl)(\mu_0 n I A)$$

$$\phi = \mu_0 n^2 I A l \quad \text{—④}$$

अतः स्वप्रेरण गुणांक की परिभाषा से :-

$$L = \frac{\phi}{I} \text{ से}$$

समी॰ ④ से :-

$$\cancel{L = \mu_0 n}$$

$$L = \frac{\mu_0 n^2 \cancel{I} A l}{\cancel{I}}$$

$$\boxed{L = \mu_0 n^2 A l} \quad \text{—⑤}$$

$$\because n = \frac{N}{l} \text{ से}$$

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

$$\boxed{L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}} \quad \text{—⑥}$$

* परिनालिका के स्वप्रेरण गुणांक कि निर्भरता-

1. फेरो कि संख्या पर ।
2. अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर ।
3. परिनालिका कि लम्बाई पर ।
4. माध्यम कि प्रकृति पर ।

* धारावाही वृत्ताकार कुण्डली के स्वप्रेरण गुणांक कि गणना-
माना कोई r त्रिज्या कि एक धारावाही वृत्ताकार कुण्डली हैं जिसमे I धारा प्रवाहित हो रही हैं।

A.Q. 5, 7, 8।

तो इसके केन्द्र पर चु० क्षेत्र उत्पन्न होता है जिसका मान -

$$B = \frac{\mu_0 n I}{2r} \quad \text{--- (1)}$$

अतः इस स्थिती मे कुण्डली के प्रत्येक घेरे से संबंधित चु० फ्लक्स का मान

$$\because \phi = B \cdot A \text{ से}$$

$$\phi_B = \frac{\mu_0 n I \cdot A}{2r} \quad \text{--- (2)}$$

अतः सम्पुर्ण कुण्डली से संबधित चु० फ्लक्स

$$\phi = n \times \phi_B$$

समी० (2) से

$$\phi = n \times \frac{\mu_0 n I}{2r} \times A$$

$$\phi = \frac{\mu_0 n^2 I A}{2r}$$

$$\because A = \pi r^2$$

$$\phi = \frac{\mu_0 n^2 I \pi r^{\cancel{2}}}{2\cancel{r}}$$

$$\phi = \frac{\mu_0 n^2 I \pi r}{2}$$

स्वप्रेरण गुणांक कि ~~प्र~~ परिभाषा से -

$$L = \frac{\phi}{I}$$

$$L = \frac{\mu_0 n^2 \cancel{I} \pi r}{2} \times \frac{1}{\cancel{I}}$$

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

Date
Page

A.Q.
5 $N = 1000$, $A = 0.2 \times 0.1 m^2$
$B = 0.2 T$, $f = 4200$ rad/min
$f = \frac{4200}{60}$ rad/min

Solu. $e = NBA\omega \sin\omega t$

अधिकतम emf.

$e = NAB\omega$

$e = 1000 \times 0.2 \times 0.2 \times 0.1 \times 2\pi f$

$e = \cancel{1000} \times \frac{0.2}{\cancel{10}} \times \frac{0.1}{\cancel{10}} \times \frac{0.2}{\cancel{10}} \times \cancel{2} \times \frac{3.14}{\cancel{100}_{5}} \times \frac{\cancel{4200}^{7}}{6\cancel{0}}$

$e = \frac{314 \times 28}{5} = \frac{8792}{5}$

$\boxed{e = 1758.4 V}$

A.Q.6. $l = 1 m$, $B = 0.001 T$
$f = 50$ rad/sec, $e = ?$
$e = BAf$ से
$e = B(\pi l^2) f$
$e = \frac{0.001}{1000} \times \frac{\cancel{3.14}^{.157}}{\cancel{100}_{2}} \times 1 \times 50$

$\boxed{e = 0.157 \text{ Volt}}$

A. Q.7. $D = 0.05 m$, $n = 500$ फेरे/cm
$r = \frac{D}{2} = \frac{0.05 m}{2}$, $l = 1 m$

Solu. $\phi = \mu_0 n I A$ से
$\phi = \mu_0 n I \pi r^2$
$\phi = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{500}{10^{-2}} \times 3 \times 3.14 \times \frac{0.05}{2} \times \frac{0.05}{2}$

$\phi =$

$$\frac{4\times3.14\times10^{-7}\times\cancel{100}\times\cancel{100}\times3.14\times2\times10^{-2}\times2\times10^{-2}}{\cancel{100}\times\cancel{50}_{25}\times10^{-2}\times\cancel{100}}$$

$$\frac{3.14\times3.14\times8\times10^{-9}}{25}=\frac{9.8596\times8\times10^{-9}}{25}=\frac{78.8768}{25}\times10^{-9}$$

$= 3.155072\times10^{-9}$

$= 31.5\times10^{-4}$

A. Q. 6.

$r = 2cm = 2\times10^{-2}m, N=100, l=50\times10^{-2}m$

$L = ?$

Solu.

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times\cancel{100}^{2}\times100\times\pi r^2}{\cancel{50}\times10^{-2}}$$

$$L = 4\pi\times10^{-3}\times2\times3.14\times4\times10^{-4} = \frac{\cancel{4}\times3.14\times10^{-3}\times\cancel{8}^{2}\times3.14\times10^{-4}}{\cancel{100}_{25}\times\cancel{100}_{25}}$$

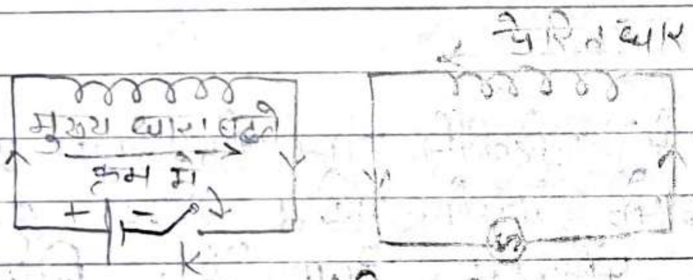
* अन्योन्य प्रेरण -

जब किसी कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती हैं तो इसके समीप स्थित अन्य कुण्डली के चु० फ्लक्स में परिवर्तन होता हैं। जिसके कारण इसमें प्रेरित emf उत्पन्न होता है तथा emf परिपथ बंद होने पर प्रेरित धारा भी उत्पन्न होती है। इस प्रकार प्रेरित emf उत्पन्न होने कि घटना को ही अन्योन्य प्रेरण कहते हैं।

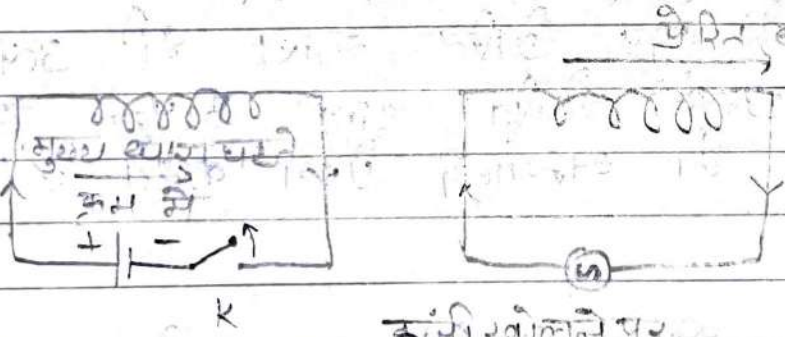
Note:- जिस कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती हैं। उसे प्राथमिक कुण्डली कहा जाता है। तथा इस कु० जिस कुण्डली मे प्रेरित emf उत्पन्न होता है उसे द्वितीय कुण्डली कहा जाता हैं।

* अन्योन्य प्रेरण कि घटना में प्रेरित धारा कि दिशा–

अन्योन्य प्रेरण की घटना में प्रेरित धारा कि दिशा लेन्ज के नियमानुसार इस प्रकार कि होनी चाहिए कि यह चु० फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध कर सके यदि चु० फ्लक्स के मान में वृद्धि हो रही हैं तो प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा के विपरित होनी चाहिए। लेकिन यदि चु० फ्लक्स के मान में कमी हो रही हैं तो प्रेरित धारा कि दिशा मुख्य धारा कि दिशा में होनी चाहिए।



कुंजी दबाने पर



कुंजी खोलने पर

* अन्योन्य प्रेरण गुणांक –

अन्योन्य प्रेरण कि घटना में द्वितीयक कुण्डली में उत्पन्न चु० फ्लक्स प्राथमिक कुण्डली में प्रवाहित धारा के समानुपाती होता हैं।

अर्थात $\phi_2 \propto I_1$

$$\phi_2 = M_{21} I_1 \quad \text{——} \quad (1)$$

जहाँ पर

M_{21} = अन्योन्य प्रेरण गुणांक

जिसका मान समी० (1) से:-

$$M_{21} = \frac{\phi_2}{I_1}$$

यदि $I_1 = 1 Amp$ हो तो

$$\boxed{M_{21} = \phi_2}$$

अतः इससे स्पष्ट होता हैं यदि प्राथमिक कुण्डली में एकांक मान कि धारा प्रवाहित कि जाए तो द्वितीय कुण्डली से सम्बांधित चु० फ्लक्स को ही द्वितीय कुण्डली का अन्योन्य प्रेरण गुणांक कहा जाता हैं।

Note:- फैराडे के द्वितीय नियम से:-

$$e = \frac{-d\phi}{dt} \text{ से}$$

$$\because \phi_2 = M_{21} I_1 \text{ से}$$

$$e = \frac{-d(M_{21} I_1)}{dt}$$

$$e = -M_{21} \cdot \frac{dI_1}{dt}$$

$$M_{21} = \frac{-e}{dI_1/dt}$$

यदि $\frac{dI_1}{dt} = 1 Amp/sec$ हो तो

$\boxed{M_{21} = -e}$

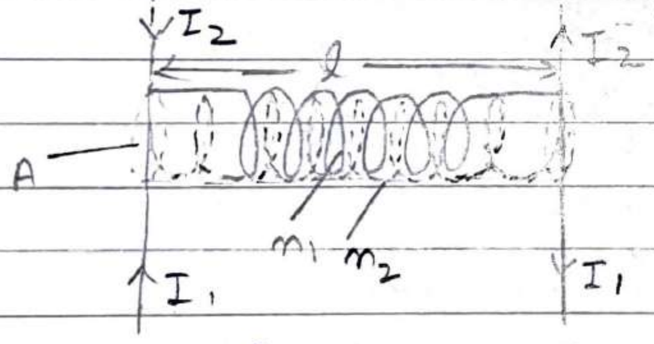
अतः इससे स्पष्ट होता है कि यदि प्राथमिक कुण्डली में धारा में कि परिवर्तन कि दर एकांक हो तो द्वितीय कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित emf को ही द्वितीय कुण्डली का अन्योन्य प्रेरण गुणांक कहा जाता है।

* अन्योन्य प्रेरण गुणांक कि विमा व मात्रक –

विमा = $[M^1 L^2 T^{-2} A^{-2}]$

मात्रक = $\frac{T \times m^2}{Amp}$ or हेनरी (H)

* दो समाक्षीय धारावाही परिनलिकाओ के लिए अन्योन्य प्रेरण गुणांक कि गणना –



माना कोई दो समाक्षीय धारावाही परिनालिकाये जिनकी लम्बाई l तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है तथा प्रत इनकी प्रति एकांक लम्बाई में फेरो कि संख्या क्रमशः n_1 व n_2 है व इनमे प्रवाहित धाराओं के मान क्रमशः I_1 व I_2 है तो यदि प्राथमिक परिनलिका में I_1 धारा प्रवाहित कि जाती है तो इसके भीतर एक समरूप क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है जिसका मान –

$$B_1 = \mu_0 n_1 I_1 \quad \text{---} (1)$$

Date
Page

अतः प्राथमिक परिनलिका से संबंधित चु० फ्लक्स -

$$\phi = B \cdot A$$ से -

$$\phi_1' = (\mu_0 n_1 I_1) A$$

$$\phi_1' = \mu_0 n_1 I_1 A \text{ --- } (2)$$

अतः द्वितीयक परिनलिका से संबंधित कुल चु० फ्लक्स -

$$\phi_2 = N_2 \times \phi_1'$$

समी० (2) से -

$$\phi_2 = N_2 \times \mu_0 n_1 I_1 A$$

$\because N_2 = n_2 l$ से

$$\phi_2 = (n_2 l)(\mu_0 n_1 I_1 A)$$

$$\phi_2 = \mu_0 n_1 n_2 I_1 A l \text{ --- } (3)$$

अन्योन्य प्रेरण गुणांक कि परिभाषा से -

$$M_{21} = \frac{\phi_2}{I_1}$$

समी० (3) से

$$M_{21} = \frac{\mu_0 n_1 n_2 \cancel{I_1} A l}{\cancel{I_1}}$$

$$\boxed{M_{21} = \mu_0 n_1 n_2 A l} \text{ --- } (4)$$

or $\because n = \frac{N}{l}$ से

$$M_{21} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A \cancel{l}}{l^{\cancel{2}}}$$

$$\boxed{M_{21} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}} \text{ --- } (5)$$

Date
Page

जब द्वितीयक कुण्डली में I_2 धारा प्रवाहित होती है तो इसके भीतर एक सम्चु० क्षेत्र उत्पन्न होता है। जिसका मान -

$$B_2 = \mu_0 n_2 I_2 \text{ --- (6)}$$

अतः द्वितीयक परिनालिका के प्रत्येक घेरे से संबंधित चु० फ्लक्स

$$\phi_2' = B_2 A$$

समी. (6) से

$$\phi_2' = \mu_0 n_2 I_2 A \text{ --- (7)}$$

अत: प्राराम्भिक परिनलिका से संबंधित कुल चु० फ्लक्स

$$\phi_1 = N_1 \times \phi_2'$$

समी. (7) से

$$\phi_1 = N_1 \times \mu_0 n_2 I_2 A$$

$$\because N_1 = n_1 l \text{ से}$$

$$\phi_1 = (n_1 l)(\mu_0 n_2 I_2 A)$$

$$\phi_1 = \mu_0 n_1 n_2 I_2 A l \text{ --- (8)}$$

अन्योन्य प्रेरण गुणांक की परिभाषा से -

$$M_{12} = \frac{\phi_1}{I_2} \text{ से}$$

समी. (8) से

$$M_{12} = \frac{\mu_0 n_1 n_2 \cancel{I_2} A l}{\cancel{I_2}}$$

$$M_{12} = \mu_0 n_1 n_2 A l \text{ --- (9)}$$

$\because n_1 = \frac{N_1}{l}, \quad n_2 = \frac{N_2}{l}$

$$M_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A l}{l^2}$$

$$\boxed{M_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}} \quad \text{——} (10)$$

अतः समी॰ (5) व (10) से यह स्पष्ट होता है कि दोनों परिनलिकाओं के अन्योन्य प्रेरण गुणांक का मान एक-दूसरे के सापेक्ष समान प्राप्त होते हैं।

Note:- यदि दोनों धारावाही परिनालिकाओं कि लम्बाईयाँ व अनुप्रस्थ काट का क्षेत्र भिन्न -2 हो तो जिस परिनलिका कि लम्बाई अधिक होती है उसे काम में लिया जाता है तथा अनुप्रस्थकाट का क्षेत्रफल जिस परिनलिका का कम होता है अर्थात आंतरिक परिनलिका का काम में लिया जाता है।

9.16. $L = 20H, e = 100\,Volt$

$t = 1\,sec, I = 10A$

$\because e = -\frac{L\,dI}{dt}$ से

$$e = \frac{-L(I_2 - I_1)}{(t_2 - t_1)}$$

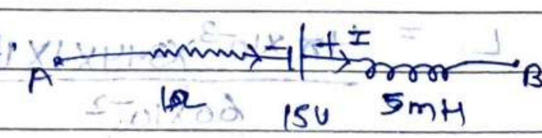
$$\overset{5}{\cancel{100}} = -\cancel{20}\left(\frac{I_2 - 10}{1}\right)$$

$5 = -I_2 + 10$

$I_2 = 10 - 5$

$I_2 = 5A$

9.17.



$I = 5A, \frac{dI}{dt} = -10^3 A/s$

$V_B - V_A = ?$

Date
Page

प्रतिरोध सिरे पर वोल्टता -

$V = IR$

$V = 5 \times 1 = 5V$

प्रेरक कुण्डली के सिरे पर वोल्टता

$e = -L \frac{dI}{dt}$ से -

$e = +5 \times 10^{-3} \cdot 10^{3}$

$e = 5V$

बैट्री के सिरे पर वोल्टता

$e = 15V$

$V_B - V_A = 15 + \cancel{5} - \cancel{5}$

$V_B - V_A = 15V$

Q.18. $N = 100, r = 1cm$

$l = 60cm, L = ?$

Solu. $L = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$ से

$L = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10^{4} \times \pi r^2}{60 \times 10^{-2}}$

$L = \frac{4\pi \times 10^{-3} \times 3.14 \times 1 \times 10^{-4}}{60 \times 10^{-2}}$

$L = \frac{4\pi \times 3.14 \times 10^{-5}}{60 \, 15}$

$= \frac{9.8596 \times 10^{-5}}{15}$

A.Q.9. $m = 0.5H, dt = 10^{-2} sec$

$dI = 3 - 2 = 1A$

$e = ?$

Sol^n $\because e = -m \cdot \frac{dI}{dt}$

$= -0.5 \cdot \frac{1}{10^{-2}}$

$= -0.5 \times 10^{2}$ volt

$\boxed{e = -50 volt}$

A.Q.10. $l = 0.1m, r = 0.01m$

$\mu_r = 1200, N = ?, L = 0.25H$

Sol^n

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

$L = \frac{\mu N^2 \pi r^2}{l}$

$\because \mu = \mu_0 \mu_r$ से

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

$0.25 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1200 \times N^2 \times 3.14 \times 0.01 \times 0.01}{0.1}$

$N = \sqrt{\frac{0.25 \times 0.1}{4\pi \times 10^{-7} \times 1200 \times 3.14 \times 0.01 \times 0.01}}$

$N = \frac{0.5}{2\pi \times 10 \times 0.01} \sqrt{\frac{0.1}{10^{-6} \times 12}}$

$$N = \frac{0.5}{20\pi \times 0.01} \times \frac{1}{10^{-3}} \sqrt{\frac{1}{12}}$$

$N =$

$$e = \frac{100 \times 10^{-4} \times 0.25 \times 10^{-2}}{100}$$

$$\boxed{e = 25 \times 10^{-6}\ \text{Volt}}$$

A.Q.11.

$D = 15\text{cm}$, $r = \frac{15}{2} = 7.5\text{cm}$

$f = \frac{100}{3}\text{rad/min}$, $f = \frac{100}{3 \times 60}\text{rad/sec}$

$B_v = 0.01\ \text{wb/m}^2$, $e = ?$

$e = BAf$

$e = B\pi r^2 f$

$$e = 0.01 \times 3.14 \times (7.5 \times 10^{-2})^2 \times \frac{\cancel{100}^{5}}{\cancel{180}_{9}}$$

$e =$

A.Q.12.

$l = 20\text{cm}$, $B = 5 \times 10^{-4}\ \text{wb/m}^2$

$v = \frac{1}{4} = 0.25\ \text{m/sec}$

$e = ?$

Sol^n $e = Bvl$

$e = 5 \times 10^{-4} \times 0.25 \times 20 \times 10^{-2}$

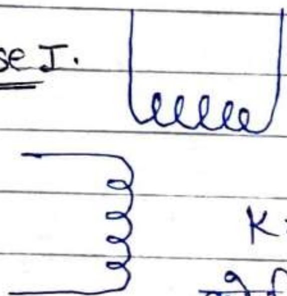
Date ____
Page ____

Note:- युग्मन गुणांक –

धारावाही कुण्डलीयो के अन्योन्य प्रेरण गुणांक तथा दोनो कुण्डलीयो के स्वप्रेरण गुणांक के गुणनफल के वर्गमूल के अनुपात को ही युग्मन गुणांक कहा जाता है।

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} \quad \text{—— (1)}$$

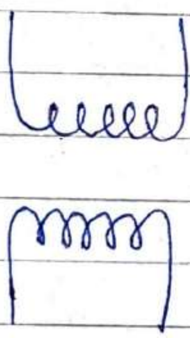
Case I.



$K=0$

कोई युग्मन नही

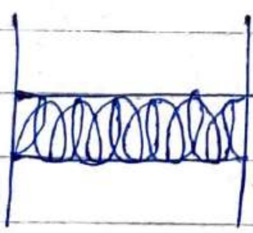
Case II.



$0 < K < 1$

अल्प युग्मन

Case III.



$K=1$

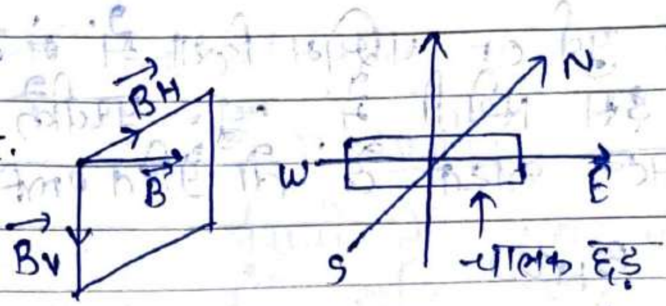
गाढ़ (प्रबल) युग्मन

* किसी चालक छड़ कि पृथ्वी के चु० क्षेत्र में गति –

1. जब किसी छड़ को क्षैतिज रखकर गति कराई जाए

तो –

Case I.



Case I: जब चालक छड़ को पूर्व या पश्चिम दिशा में गति कराई जाती है तो प्रेरित emf का मान –
इस स्थिती में चालक छड़ लम्बाई के अनुदिश गति करती है इस कारण इसमे कोई प्रेरित emf उत्पन्न नही होता –

$$\boxed{e = 0}$$

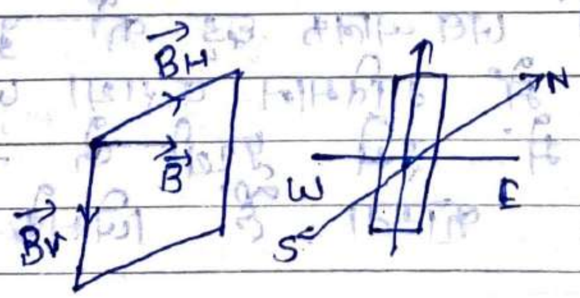
Case II जब चालक छड़ को उत्तर – दक्षिण दिशा में गति कराई जाती है तो इस स्थिती में पृथ्वी के चु॰ क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक इस चालक छड़ को काटता है जिससे प्रेरित emf का मान –

$$\boxed{e = B_V v l}$$

Case III. जब चालक छड़ को ऊर्ध्वाधर ऊपर या नीचे कि ओर गति कराई जाती है तो इस स्थिती में इसे पृथ्वी के चु॰ क्षेत्र का क्षैतिज घटक काटता है जिसके कारण उत्पन्न प्रेरित emf –

$$\boxed{e = B_H v l}$$

२. जब चालक छड़ को ऊर्ध्वाधर रखकर गति कराई जाए तो –



Date
Page

Case I. जब चालक छड़ को पूर्व or पश्चिम दिशा में में गति कराई जाती हैं तो इस स्थिती में पृथ्वी के चु॰क्षेत्र का क्षैतिज घटक काटता है तो प्रेरित emf -

$$e = B_H v l$$

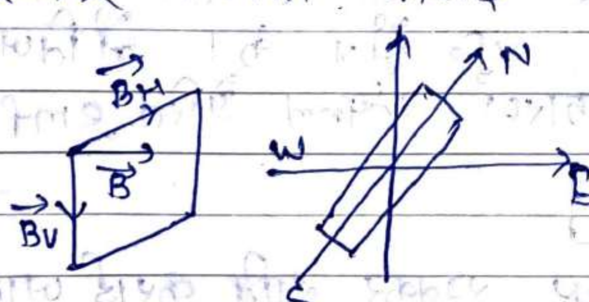
Case II. जब चालक छड़ को उत्तर or दक्षिण दिशा में गति कराई जाती हैं तो इस स्थिती में पृथ्वी के चु॰क्षे का ऊर्ध्वाधर घटक इस चालक छड़ तो काटता हैं तो प्रेरित emf -

$$e = B_V V l$$

Case III. जब चालक छड़ को ऊपर or नीचे की ओर गति कराई जाती हैं तो इस स्थिती में चालक छड़ लम्बाई के अनुदिश गति करती हैं

$$e = 0$$

3. जब चालक छड़ को उत्तर-दक्षिण दिशा में क्षैतिज रखकर गति कराई जाए तो प्रेरित emf -



Case I. इस स्थिती में जब चालक छड़ को पूर्व या पश्चिम दिशा में गतिमान कराया जाता है तो इस स्थिती में इसे पृथ्वी के चु॰ क्षेत्र का ऊर्ध्वाधर घटक काटता है जिसके कारण

प्रेरित emf का मान –

$$\boxed{e = Bvl}$$

Case II. इस स्थिती में जब चालक छड़ को उत्तर-दक्षिण दिशा में गति कराई जाती है तो ये लम्बाई के अनुदिश गतिशील होने के कारण इसमे कोई प्रेरित emf उत्पन्न नही होता।

$$\boxed{e = 0}$$

Case III. जब चालक छड़ को उर्ध्वाधर ऊपर या नीचे कि ओर गति कराई जाए तो इस स्थिती में यह चुं. याम्योत्तर में गतिमान होने के कारण कोई घटक इसे नही काटता जिसके कारण कोई प्रेरित emf उत्पन्न नही होता –

$$\boxed{e = 0}$$

अ, ब, स, द,

2. $\phi = B \cdot A$

$\phi = NBA\cos\theta$

$\because \theta = \omega t$

$\phi = NBA\cos\omega t$

3. $\dfrac{\phi}{R} = \dfrac{[M^1L^2T^{-2}A^{-1}]}{[M^1L^2T^{-3}A^{-1}]}$

$\dfrac{\phi}{R} = [M^0L^0T^1A^1]$

आवेश

8.

13. $L = 2\times10^{-3}H$

$dt = 0.1 sec$

$dI = 1A$

$e = -L\dfrac{dI}{dt}$

$e = \dfrac{-2\times10^{-3}\times 10}{0.1} = -20\times10^{-3}$

$= -0.02$

14. $N = 100$, $L = ?$

$I = 5A$, $\phi = 5\times10^{-3}$ max

Solu. $L = \dfrac{N\phi}{I}$

15. $\phi = (10t^2 + 5t + 1)\, mwb$

$t = 5\,sec, e = ?$

Solu.

$e = -\frac{d\phi}{dt}$ से -

$e = -(20t + 5) \times 10^{-3}$

$t = 5\,sec.$

$e = -(20 \times 5 + 5) \times 10^{-3}$

$e = -105 \times 10^{-3}\, volt$

अति॰

1. $U = \frac{1}{2} L I^2$

$U' = 4U$

3. $m = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{l}$

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

$L \propto A$

A.Q.13. $l = 2\,cm, v = 15\,km/h$

$B_H = 0.5 \times 10^{-5}\, wb/m^2$

$e = ?$

Solu. i) उद्‌र्ध्वाधर गति कराने पर

$e = B_H v l$

$e = 0.5 \times 10^{-5} \times \cancel{15} \times \frac{5}{18} \times 2$

$e = \frac{12.5}{3} \times 10^{-5}\, volt$

$e = 4.166 \times 10^{-5} V$

ii) क्षैतिज गति कराने पर

$e = 0$

A.Q.14. $I_1 = 5A, dt = 2ms$

$I_2 = 0, e = 25\,KV$

$m = ?$

Solu. $e = -M \cdot \frac{dI}{dt}$ से

$e = -m \cdot \frac{(I_2 - I_1)}{dt}$

$25 \times 10^3 = -m \cdot \frac{(0-5)}{2 \times 10^{-3}}$

$M = \frac{25 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3}}{5}$

$M = 10H$

A.Q.15. $L = 2H$

Sol" $e = -L \frac{dI}{dt}$ से

0 - 2 sec तक -

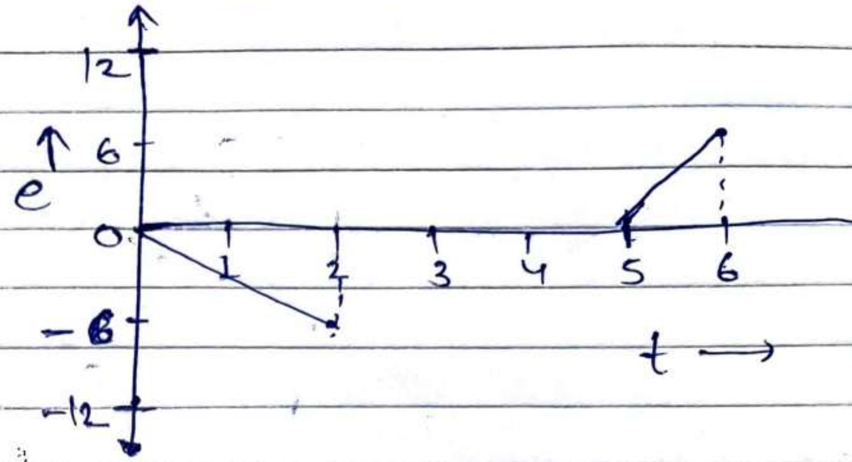
$e = -2 \times \frac{3}{2} = -6\, Volt$

2-5 sec तक -

$$e = -L\frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt} = 0$$

$e = 0$ volt



5-6 sec तक

$$e = -L\frac{dI}{dt}$$

$$e = -\frac{2(0-6)}{1} = 12 \text{ volt}$$

Q. परिनलिका में संचित चु. ऊर्जा का व्यंजक परिनलिका के चु. क्षेत्र B क्षेत्रफल A तथा लम्बाई L के पदो में ज्ञात कीजिए तथा यह चु. ऊर्जा संधारित्र में संचित स्थिर वै. ऊर्जा ~~के~~ किस रूप में तुलनीय हैं।

Q. एक आयताकार लूप जिसकी भुजाएँ 8cm व 2cm हैं एक स्थान पर थोड़ा कटा हुआ हैं यह लूप अपने तल के अभिलम्बवत् 0.3 T के एकसमान चु. क्षेत्र से बाहर कि ओर निकल रहा हैं यदि लूप के बाहर निकलने का वेग 1 cm/sec हैं तो कटे भाग के सिरो पर उत्पन्न emf का मान कितना होगा जब लूप कि गति अभिलम्बवत् हो -

i) लम्बी भुजा के

ii) छोटी भुजा के तथा प्रत्येक स्थिती में उत्पन्न प्रेरित वोल्टता कितने समय तक रहेगी।