RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

12TH PHYSICS

ई-पाठशाला

वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण

ONESHOT

पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...

LIVE | 03 OCT | 5:00 PM



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

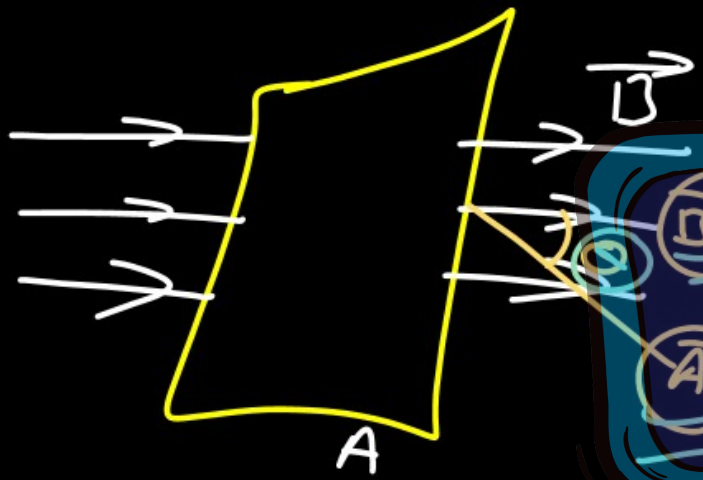
प्रस्तावना

माइकल फैराडे व हेनरी ने पाया कि जब किसी कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है तब कुण्डली में धारा का प्रवाह होता है। यह घटना विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहलाती है। इसका उपयोग विद्युत जनित्र, प्रेरक कुण्डली, ट्रांसफॉर्मर आदि में किया जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय फ्लक्स (ϕ_B)



चुम्बकीय क्षेत्र में रखी सतह से अभिलम्बवत गुजरने वाली चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की संख्या को चुम्बकीय फ्लक्स कहते हैं।

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

$\phi = BA\cos\theta$ जहाँ $\theta = \vec{B}$ व $\vec{A}$ के मध्य का कोण है।

$\theta = 0^\circ$

$\phi = BA$

राशि → अदिश राशि

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

- यह अदिश राशि है।
- S.I. मात्रक :

  वेबर (Wb) = टेसला (T) . मीटर^2 (m^2)
- C.G.S. मात्रक :

  मैक्सवेल (Mx) = गाउस (G) . सेमी^{2} (cm^2)
- विमीय सूत्र : $[M^1L^2T^{-2}A^{-1}]$
- अन्य मात्रक : $\frac{N \times M}{Amp}$ या $\frac{Joule}{Amp}$ या volt.second
- बड़े क्षेत्रीय खण्ड के लिए चुम्बकीय फ्लक्स

  $\phi = \int \vec{B}.\overrightarrow{dA}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष स्थिति :-

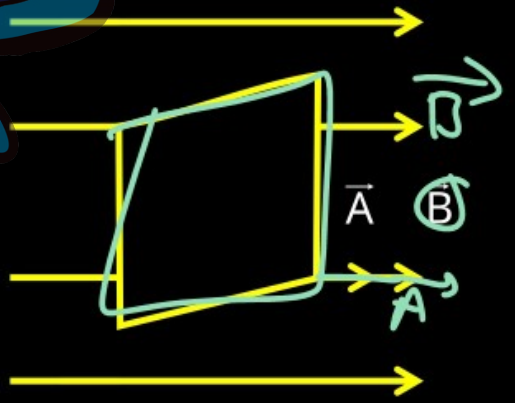
स्थिति–I

$\theta = 0°$

$\phi = BA\cos 0°$

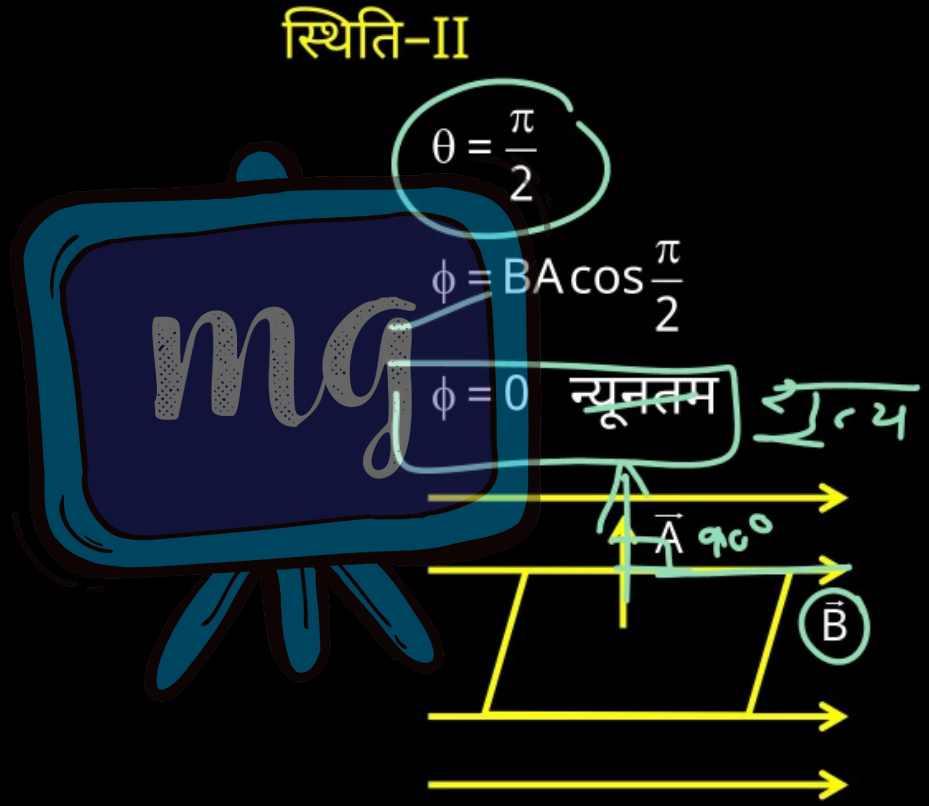
$\phi = BA$ अधिकतम





RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति-III

$\theta = \pi = 180°$

$\phi = BA\cos\pi$

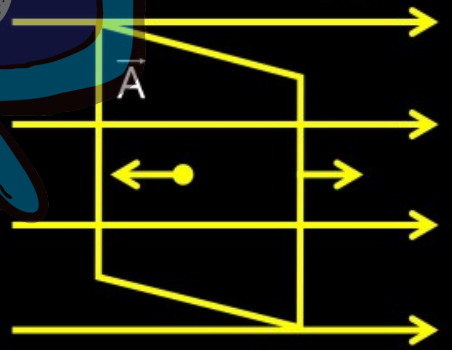
$\phi = -BA$ ऋणात्मक

उत्तम

$\vec{B}$

$\vec{A}$

$\theta = 180°$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

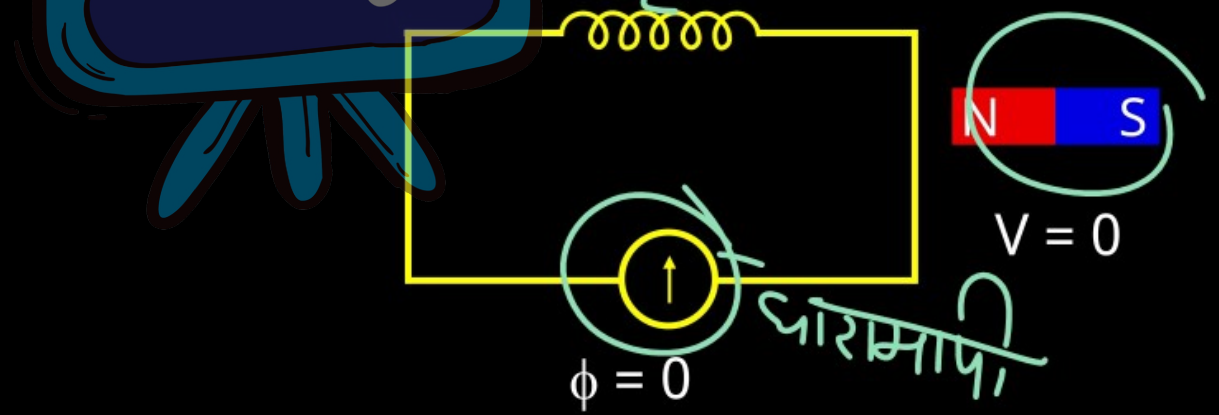
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

6

फैराड़े और हेनरी के प्रयोग

प्रयोग–1

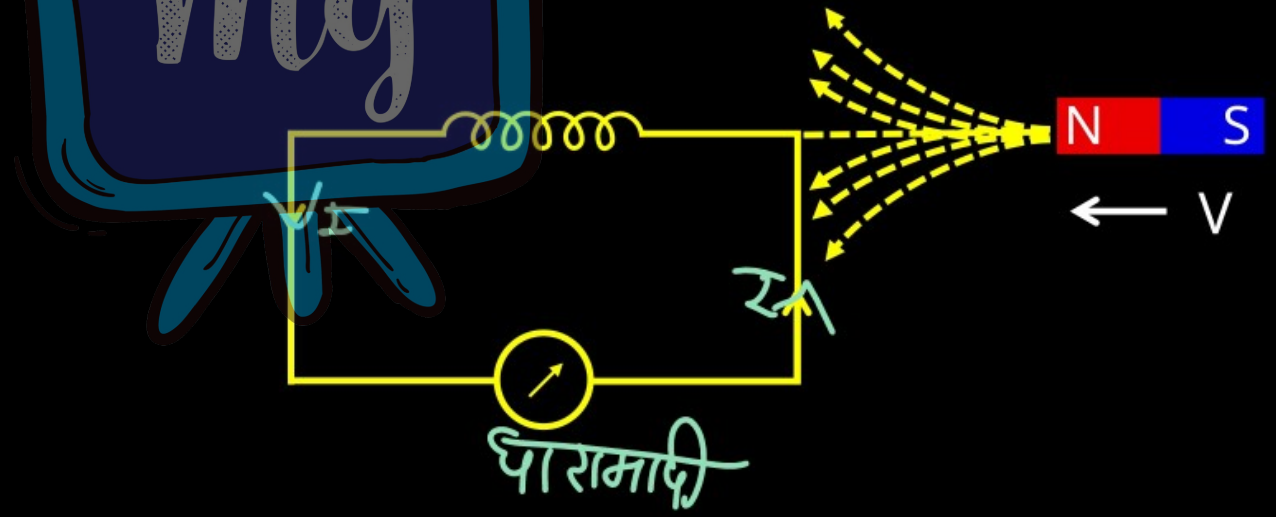
जब दण्ड चुम्बक स्थिर है, तब धारामापी में कोई प्रेक्षण प्राप्त नहीं होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

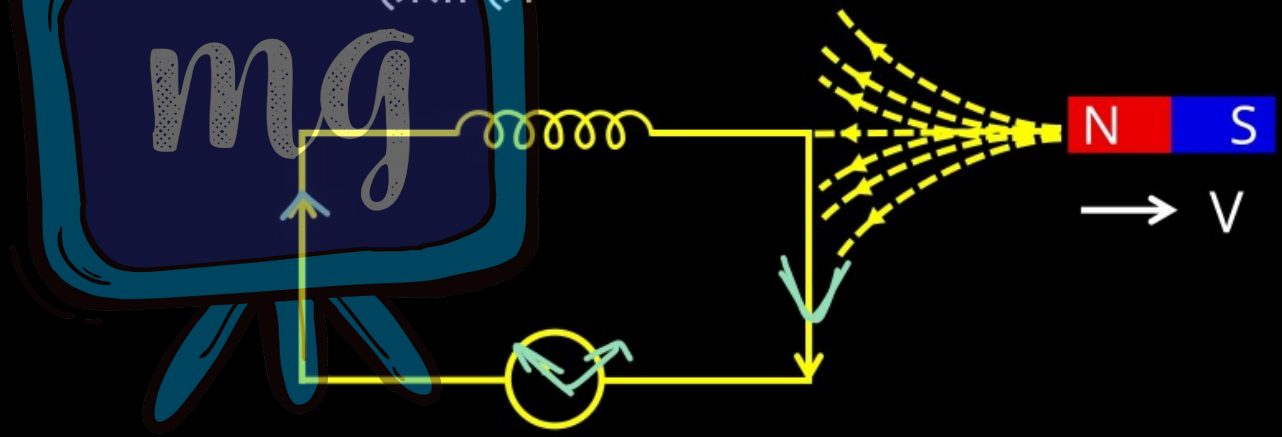
(D) चुम्बक के उत्तरी ध्रुव कुण्डली की ओर गति कर रहा है तब धारामापी में दांये तरफ विक्षेप प्राप्त होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

© चुम्बक के उत्तरी ध्रुव को कुण्डली से दूर ले जाने पर धारामापी में बांयी तरफ विक्षेप प्राप्त होता है।



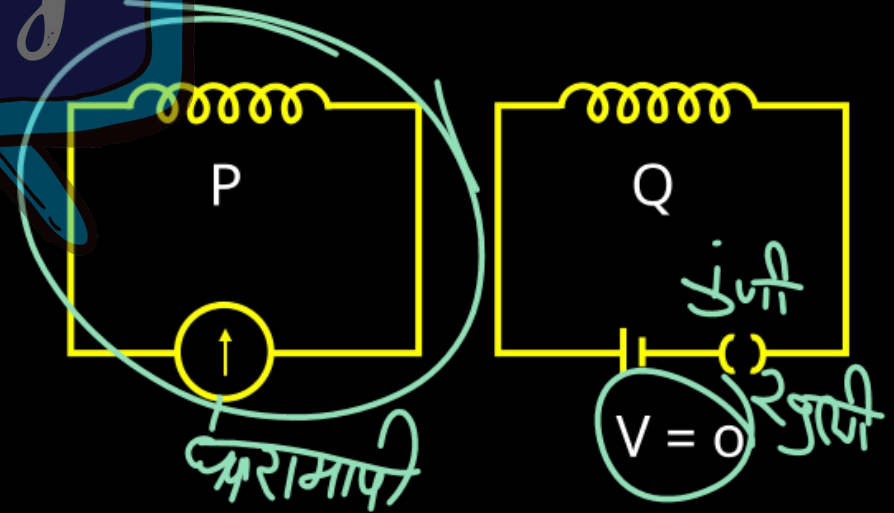
☛ इस प्रकार चुम्बक की गति से कुण्डली में धारा उत्पन्न होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रयोग-II

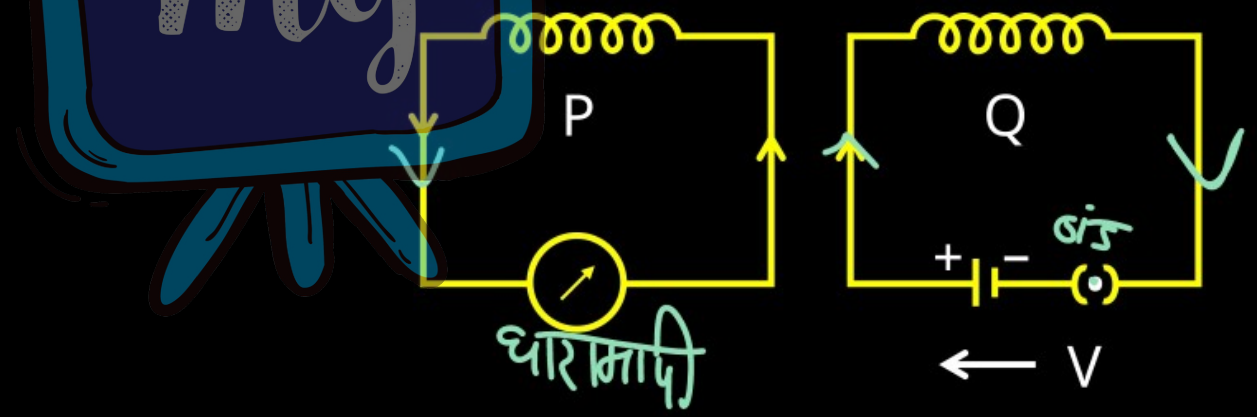
- जब कुंजी off है और द्वितीयक कुण्डली Q स्थिर है तब धारामापी में कोई प्रेक्षण प्राप्त नहीं होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(3) जब कुंजी On है और द्वितीयक कुण्डली Q प्राथमिक कुण्डली P की ओर गति कर रही है तब धारामापी में विक्षेप प्राप्त होता है।

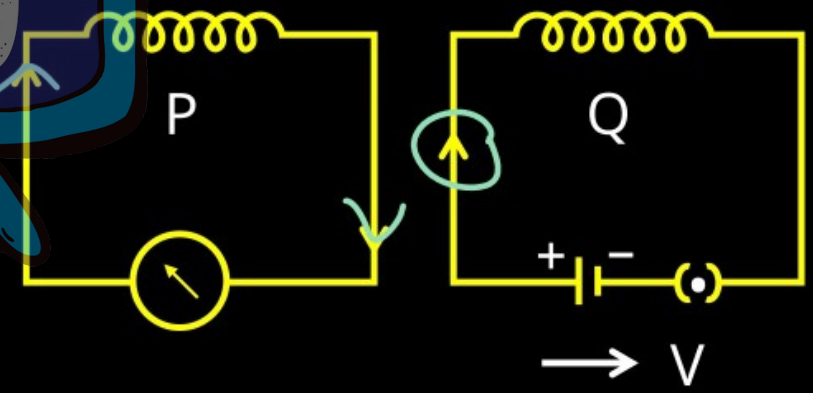


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

(c)

☛ जब कुंजी On है और द्वितीयक कुण्डली Q प्राथमिक कुण्डली P से दूर गति कर रही हैं तब धारामापी में पहले वाली स्थिति से विपरित दिशा में विक्षेप प्राप्त होता है।

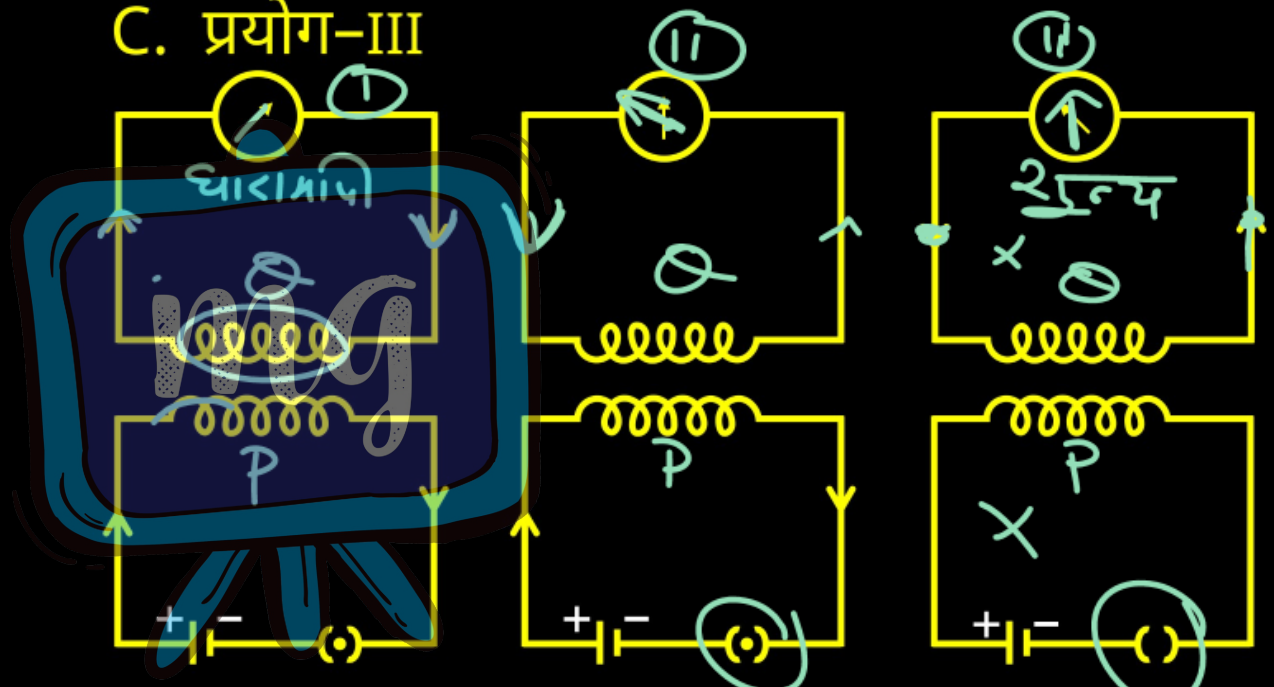


☛ इस प्रकार धारा से प्रेरित धारा उत्पन्न की जा सकती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

C. प्रयोग–III



K → On
तात्क्षणिक विक्षेप
(i)

K → On
~~शून्य विक्षेप~~
(ii)

K → Off
तात्क्षणिक विक्षेप
(iii)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ स्थिति (i) में – जब कुंजी K को On किया जाता है तब धारामापी में क्षणिक विक्षेप प्राप्त होता है जो यह दिखाता है कि धारामापी वाली कुण्डली में धारा प्रवाहित होती है। (चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की संख्या में वृद्धि)

☛ स्थिति (ii) में – जब कुँजी K लगातार On है तब धारामापी में कोई विक्षेप प्राप्त नहीं होता है। (चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की संख्या नियत)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- **स्थिति (iii) में –** जब कुँजी K को Off किया जाता है तब धारामापी में क्षणिक विक्षेप प्राप्त होता है जो स्थिति (i) से विपरित दिशा में प्रेक्षित होता है। (चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं की संख्या में कमी)
- इसलिए धारा में परिवर्तन कर प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

निष्कर्ष :

वैज्ञानिक फैराडे व हेनरी ने पाया कि किसी कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन–

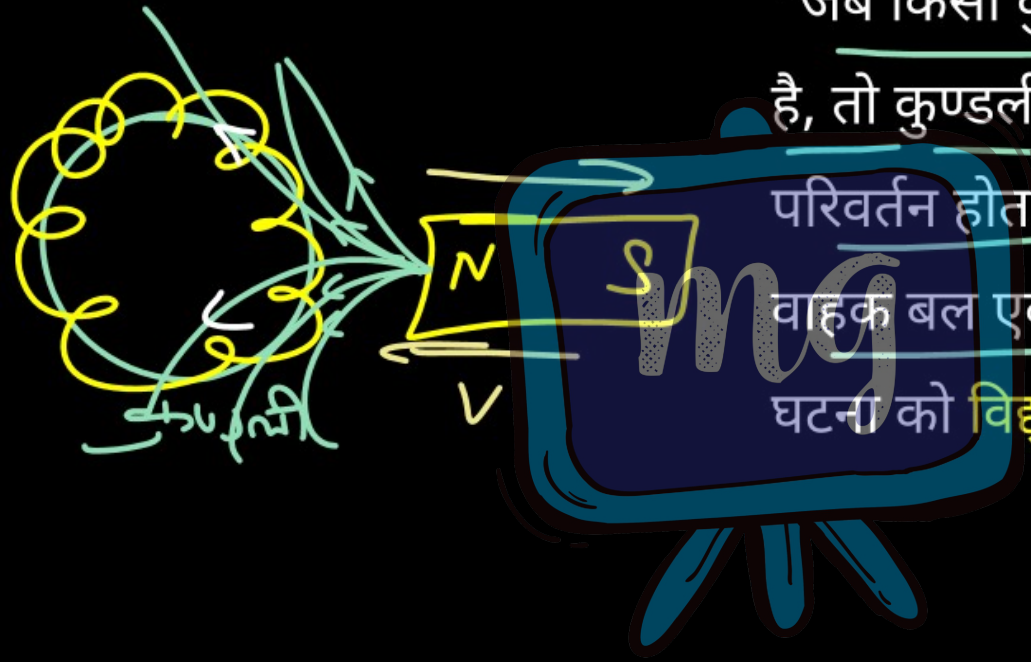
(i) दण्ड चुम्बक की व कुण्डली के मध्य आपेक्षिक गति

(ii) धारा वाली कुण्डली से आपेक्षिक गति या

(iii) परिवर्ती धारा से कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



"जब किसी कुण्डली में धारा प्रवाहित की जाती है, तो कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है तब कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल एवं प्रेरित धारा उत्पन्न होती है। इस घटना को विद्युत चुम्बकीय प्रेरण कहते हैं।"

प्रेरण के फैराडे के नियम

प्रथम नियम :

इस नियम के अनुसार, "जब कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन होता है तब कुण्डली में प्रेरित विद्युत वाहक बल एवं प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$\varepsilon \propto \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$ यदि

$\varepsilon = -K\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$

$K = 1$

$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$

$\Delta t \to 0$

$\Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$ यदि

$\varepsilon = -N\frac{d\phi_B}{dt}$ यदि

द्वितीय नियम :

इस नियम के अनुसार "कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल फ्लक्स में परिवर्तन की दर के समानुपाती होता है।"

प्रेरित विद्युत वाहक बल $\propto$ फ्लक्स में परिवर्तन की दर

N = फेरों की संख्या

$$\varepsilon \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

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

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

जहाँ K एक समानुपाती नियतांक है जिसका मान K = 1 होता है। (–) चिन्ह लेंज के नियम को दर्शाता है।



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

यदि $\lim \Delta t \to 0$

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

N फेरों के लिए

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

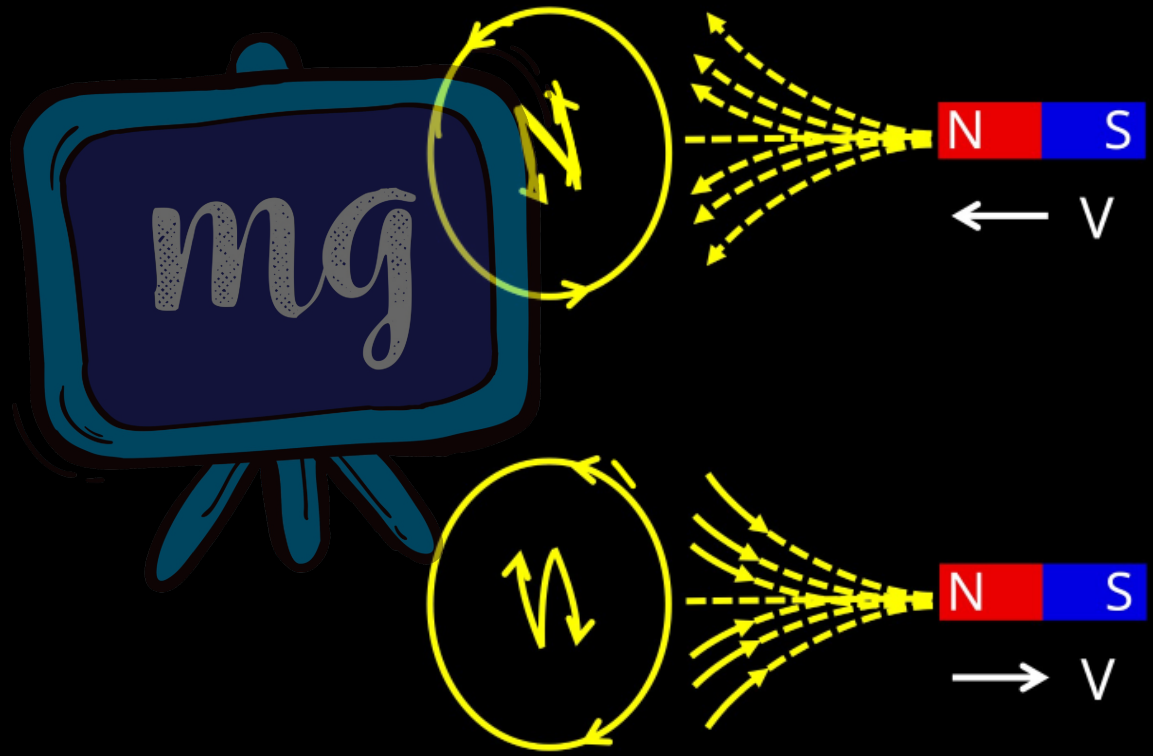
लेन्ज का नियम और ऊर्जा संरक्षण

लेन्ज का नियम :

लेन्ज के नियम के अनुसार, "विद्युत चुम्बकीय प्रेरण में प्रेरित विद्युत वाहक बल एवं प्रेरित विद्युत धारा दोनों की दिशा सदैव इस प्रकार से होती है कि ये उन कारणों का विरोध करते हैं जिसके कारण इनकी उत्पत्ति होती है।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

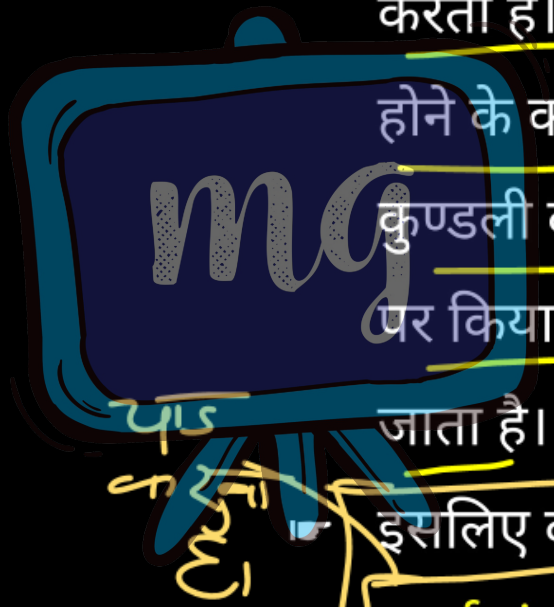
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

लेन्ज के नियम में ऊर्जा संरक्षण नियम

☛ जब दण्ड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव एक कुण्डली के समीप लाया जाता है तब लेंज के नियम के अनुसार उत्तरी ध्रुव कुण्डली के उस भाग पर प्रदर्शित होता है जो दण्ड चुम्बक की तरफ है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



- दोनों उत्तरी ध्रुवों में प्रतिकर्षी बल कार्य करता है। इसलिए चुम्बकीय क्षेत्र संरक्षी क्षेत्र होने के कारण इस प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध कुण्डली के समीप दण्ड चुम्बक को ले जाने पर किया गया कार्य, ऊर्जा में संचित हो जाता है।
- इसलिए कहा जाता है कि लेंज का नियम **ऊर्जा संरक्षण नियम** पर आधारित है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रेरित धारा और प्रेरित आवेश

लेन्ज-फैराडे नियम से,

प्रेरित विद्युत वाहक बल $\varepsilon = -N\frac{d\phi}{dt}$

$\therefore \phi_B = BA$

$\varepsilon = -N\frac{d(BA)}{dt}$

☞ यदि A नियत है और B परिवर्ती है तब

$\varepsilon = -NA\frac{dB}{dt}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ यदि B नियत है और A परिवर्ती है तब

$$\varepsilon = -NB\frac{dA}{dt}$$

ओम के नियम से,

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

$V = IR$

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



$$I = -\frac{N}{R}\frac{d\phi_B}{dt}$$

$\mathcal{E} = -\frac{d\phi_B}{dt}$

$$\therefore \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

इसलिए $\int\frac{dQ}{dt} = -\int\frac{N}{R}\frac{d\phi}{dt}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$$dQ = -\frac{N}{R}d\phi$$

$$\int dQ = \int_{\phi_1}^{\phi_2} -\frac{N}{R}d\phi \Rightarrow Q = -\frac{N}{R}\int_{\phi_1}^{\phi_2} d\phi$$

R = प्रतिरोध

प्रेरित आवेश

$$Q = \frac{N}{R}[\phi_1 - \phi_2]$$

☛ अतः प्रेरित आवेश फ्लक्स में परिवर्तन पर निर्भर करता है न की फ्लक्स में परिवर्तन की दर पर।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

Lecture ROSE 2

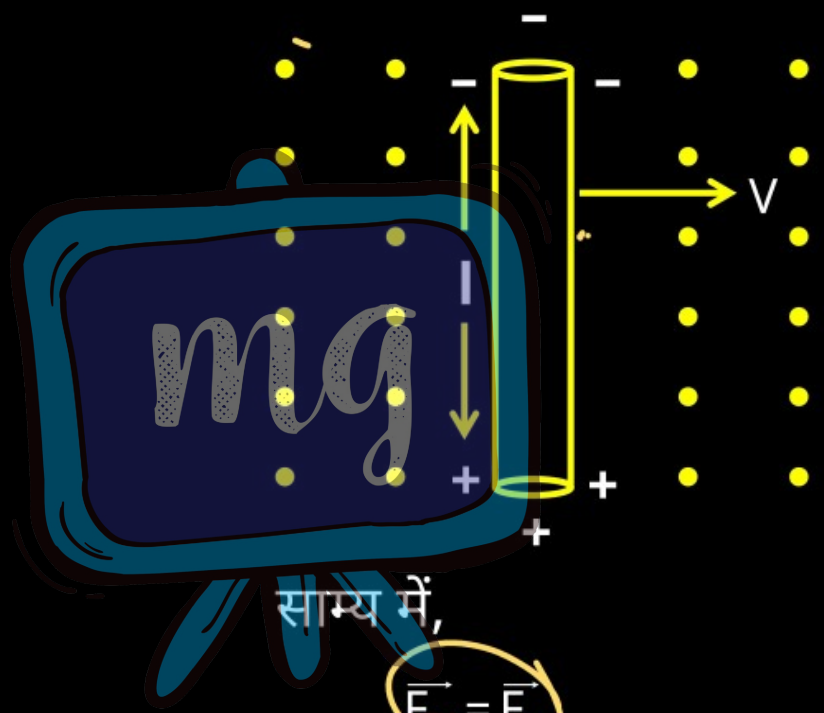
गतिक विद्युत वाहक बल

एक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में चालक छड़ की रैखिक गति के कारण प्रेरित विद्युत वाहक बल :

☛ माना एक चालक छड जिसकी लम्बाई ℓ है, चुम्बकीय क्षेत्र B में लम्बवत दिशा में वेग से गति कर रही है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



चुम्बकीय बल

$\vec{F_m} = Q(\vec{V} \times \vec{B})$

विद्युत बल

$\vec{F_E} = Q\,E$

साम्य में,

$\vec{F_m} = \vec{F_E}$

$Q\vec{E} = Q(\vec{V} \times \vec{B})$

$\vec{E} = (\vec{V} \times \vec{B})$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिमाण में $|E| = VB$

हम जानते हैं कि

$V = EL$ $\quad E = \frac{V}{\ell}$

$\varepsilon = E\ell$

$\varepsilon = VB\ell$ या $\varepsilon = BV\ell$

सदिश संकेतन में

$$\varepsilon = (\vec{V} \times \vec{B})\vec{\ell}$$

$\vec{V} \uparrow\uparrow \vec{B}$ या $\vec{V} \uparrow\uparrow \vec{\ell}$ या $\vec{B} \uparrow\uparrow \vec{\ell}$

तब $\varepsilon = 0$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में चालक छड़ की घूर्णन गति के कारण प्रेरित विद्युत वाहक बल :



- माना एक चालक छड़ जिसकी लम्बाई ℓ है, चुम्बकीय क्षेत्र में वामावर्त ω कोणीय वेग से घूर्णन गति कर रही है।

यदि अल्पांश लम्बाई $d\ell$ का रैखिक वेग V है तब

$$d\varepsilon = BVd\ell$$

$\because V = r\omega$ $\quad (\ell = r)$

$$V = \ell\omega$$

यदि अल्पांश लम्बाई $d\ell$ का रैखिक वेग V है तब

$$d\varepsilon = BVd\ell$$

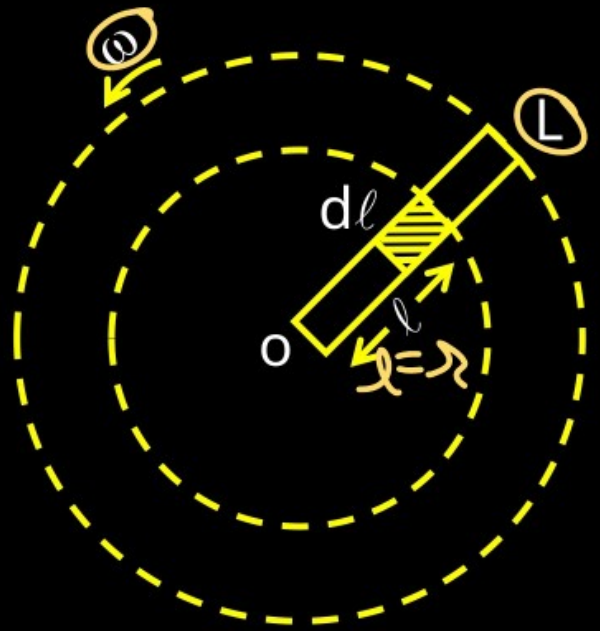
$$d\varepsilon = B\omega\ell\, d\ell$$

$$\varepsilon = \int d\varepsilon = \int_0^L B\omega\ell\, d\ell$$

$$\varepsilon = B\omega \int_0^L \ell.d\ell$$

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

$$\varepsilon = \frac{1}{2}B\omega L^2$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

एक समान चुम्बकीय क्षेत्र में चकती की घूर्णन गति के कारण उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल :

- माना एक धात्विक चकती की त्रिज्या R है तथा यह ω कोणीय वेग से घूर्णन गति कर रही है।
- माना चकती की घूर्णन आवृत्ति f है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

एकसमान

डिस्क का क्षेत्रफल $A = \pi R^2$

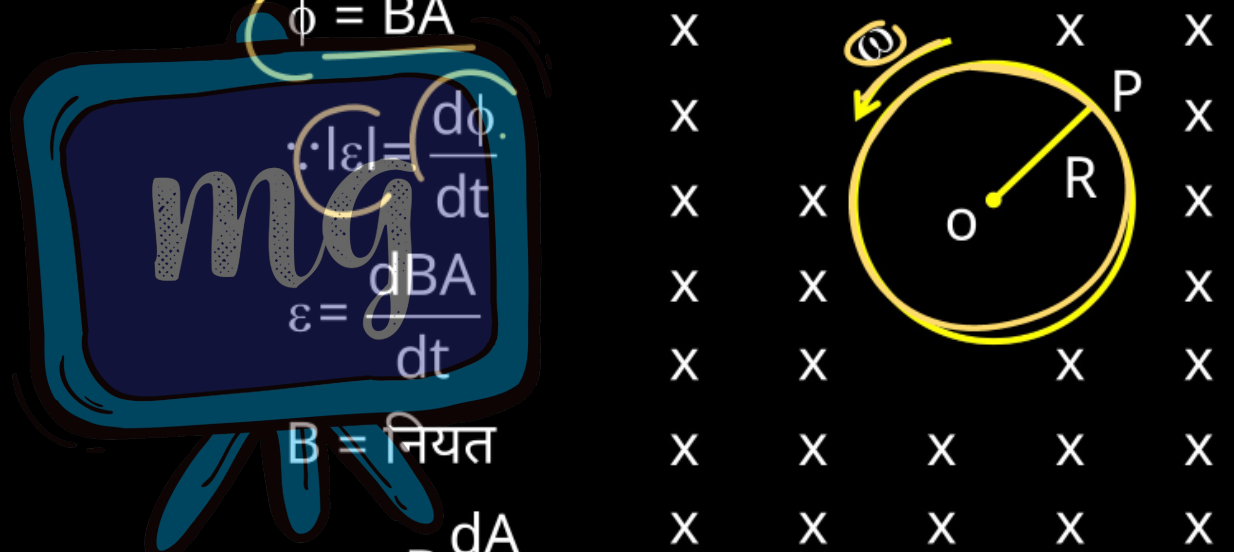
$\phi = BA$

$\because |\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt}$

$\varepsilon = \frac{dBA}{dt}$

B = नियत

$\therefore \varepsilon = B\frac{dA}{dt}$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

कोणीय आवृत्ति $\omega = 2\pi f$

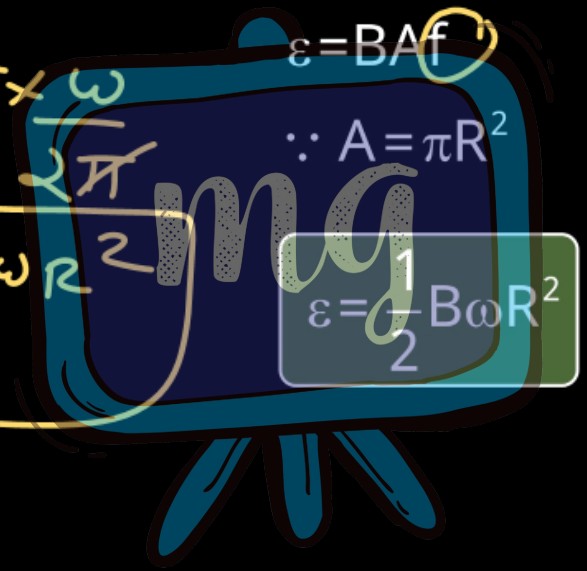
$f = \frac{\omega}{2\pi}$

$\because \frac{dA}{dt}$ = डिस्क का क्षेत्रफल × आवृत्ति

$\varepsilon = BAf$

$B\pi R^2 \times \frac{\omega}{2\pi}$

$\varepsilon = \frac{1}{2} B\omega R^2$



$\because A = \pi R^2$

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

$\varepsilon = \frac{1}{2} B\omega R^2$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

फ्लेमिंग के दांये हाथ का नियम

इस नियम के अनुसार, "यदि हम दांये हाथ की मध्यमा, तर्जनी व अंगूठे को परस्पर इस प्रकार से लम्बवत फैलाये कि अंगूठा चालक की गति की दिशा व तर्जनी चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में है तो मध्यमा प्रेरित धारा की दिशा को व्यक्त करेगी।"

☛ यह नियम 'प्रेरित धारा' के लिए वैद्य है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

महत्वपूर्ण

① स्वप्रेरकत्व

②

② अ-योन्य प्रेरकत्व

M

प्रेरकत्व या प्रेरण गुणांक

- कुण्डली से पारित फ्लक्स, प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।

$$\phi \propto I$$

उपर्युक्त सम्बन्ध में समानुपाती नियतांक, प्रेरकत्व कहलाता है।

- प्रेरकत्व एक अदिश राशि है।
- S.I. मात्रक : हेनरी (H) = $\frac{\text{वेबर}}{\text{एम्पियर}}$
- विमीय सूत्र : $[M^1L^2T^{-2}A^{-2}]$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



प्रेरकत्व दो प्रकार का होता है-

(i) अन्योन्य प्रेरकत्व : (M)

☛ जब किसी एक कुण्डली में धारा प्रवाहित की जाती है तब उसके समीप रखी दूसरी कुण्डली में फलक्स परिवर्तन होने के कारण प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न होता है।

☛ इस घटना को अन्योन्य प्रेरण कहते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ द्वितीयक कुण्डली से सम्बद्ध फलक्स ϕ_2, प्राथमिक कुण्डली में प्रवाहित धारा (I_1) के समानुपाती होता है।

$$\phi_2 \propto I_1$$

$$\phi_2 = MI_1$$

जहाँ M एक नियतांक है जिसे अन्योन्य प्रेरकत्व या अन्योन्य प्रेरण गुणांक कहते हैं।

$$M = \frac{\phi_2}{I_1}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ यदि I_1 = 1 Amp तब M = ϕ_2

"यदि प्राथमिक कुण्डली में प्रवाहित धारा 1 Amp है तो द्वितीयक कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स अन्योन्य प्रेरकत्व कहलाता है।"



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

IInd परिभाषा –

लेन्ज फैराडे नियम से,

$$\varepsilon_2 = \frac{-d\phi_2}{dt}$$

$$\because \phi_2 = MI_1$$

$$\varepsilon_2 = \frac{-d}{dt}[MI_1]$$

$$\varepsilon_2 = -M\frac{dI_1}{dt}$$

$$|\varepsilon_2| = M\left|\frac{dI_1}{dt}\right|$$

☛ यदि $\left|\frac{dI_1}{dt}\right| = \frac{1\,Amp}{sec}$ तब $|\varepsilon_2| = M$

"यदि प्राथमिक कुण्डली में धारा में परिवर्तन की दर इकाई हो तो प्रेरित विद्युत वाहक बल, अन्योन्य प्रेरकत्व कहलाता है।"

☛ अन्योन्य प्रेरण निर्भर करता है -

(i) कुण्डली में फेरों की संख्या पर

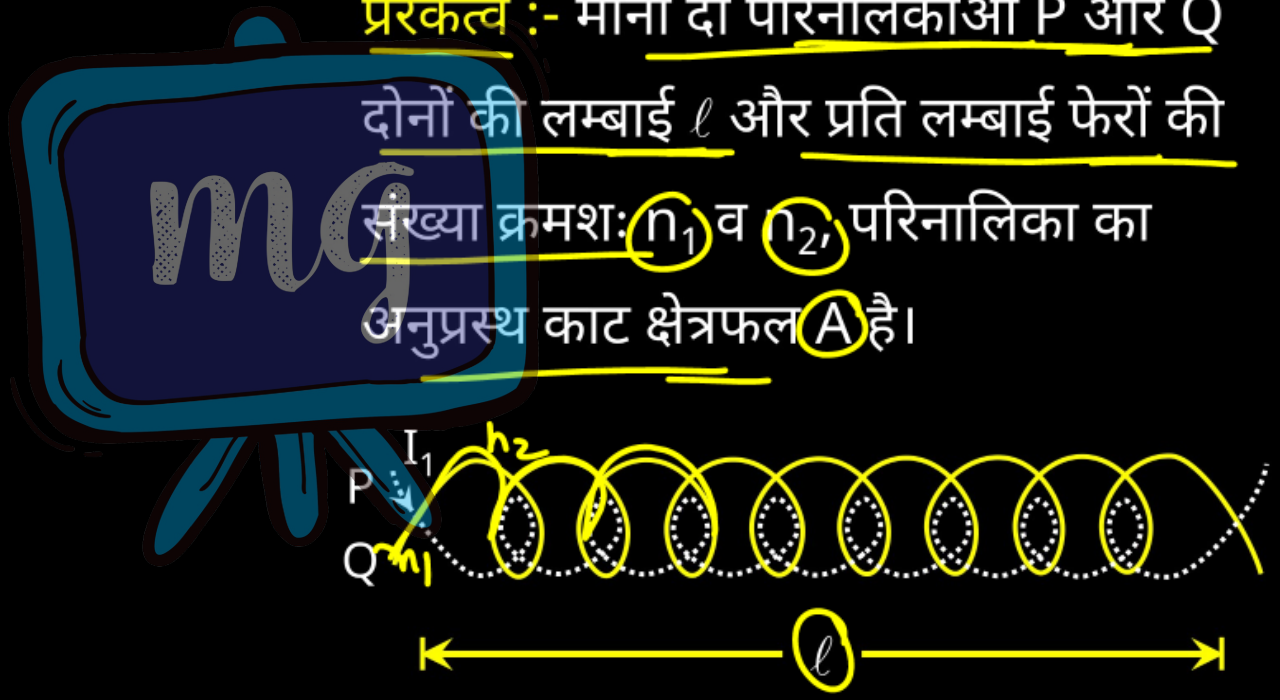
(ii) माध्यम पर

(iii) कुण्डली के क्षेत्रफल पर

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ समाक्षीय परिनालिकाओं के लिए अन्योन्य प्रेरकत्व :- माना दो परिनलिकाओं P और Q दोनों की लम्बाई ℓ और प्रति लम्बाई फेरों की संख्या क्रमश: n_1 व n_2, परिनालिका का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A है।



माना परिनालिका P में I_1 धारा प्रवाहित हो रही है,

तब $\phi_{21} \propto I_1$

$\phi_{21} = M_{21} I_1$

जहाँ M_{21} अन्योन्य प्रेरण गुणांक है।

परिनालिका P में धारा के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

$B_1 = \mu_o n_1 I_1$

परिनालिका Q के प्रत्येक फेरे से सम्बद्ध फ्लक्स

$\phi_{21} = B_1 A$

$\phi_{21} = \mu_o n_1 I_1 A$

N_2 फेरों के लिए,

$$\phi_{21} = \mu_o\, n_1\, N_2\, A\, I_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(i)}$$

हम जानते हैं कि

$$\phi_{21} = M_{21}\, I_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$$

समीकरण (i) व (ii) की तुलना करने पर,

$$M_{21} = \mu_0\, n_1\, N_2\, A$$

$$\because\ n_1 = \frac{N_1}{\ell}$$

$$M_{21} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

इसी प्रकार, $M_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell}$

$\because M_{21} = M_{12} = M$

$M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell}$

माध्यम के लिए,

$M = \frac{\mu_0 \mu_r N_1 N_2 A}{\ell}$

μ_r = सापेक्षिक चुम्बकीय शीलता

μ_0 = निर्वात की चुम्बकीय शीलता

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ दो संकेन्द्रीय वृत्ताकार कुण्डलियाँ, एक कम त्रिज्या r_1 की तथा दूसरी अधिक त्रिज्या r_2 की, ऐसी कि $r_1 << r_2$ समाक्षी रखी है तथा दोनों के केन्द्र संपाती है। इस व्यवस्था के लिए अन्योन्य प्रेरकत्व ज्ञात कीजिए।

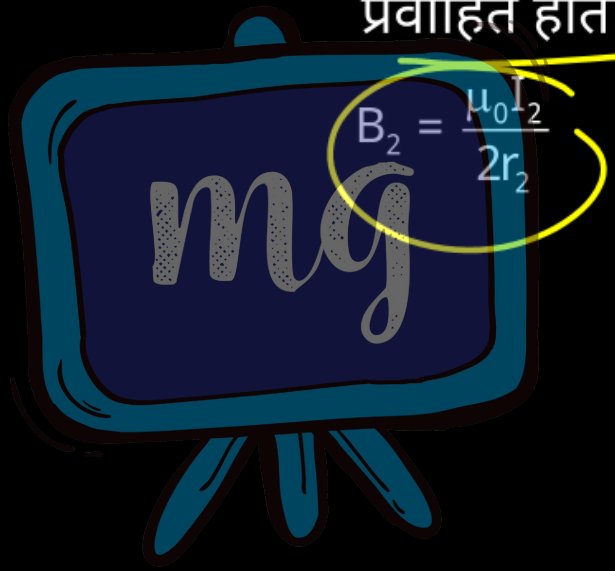


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ माना बाह्य वृत्ताकार कुण्डली में I_2 धारा प्रवाहित होती है तब कुण्डली के केन्द्र पर,

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2r_2}$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$\because \phi_1 = \pi r_1^2 B_2$

$\phi_1 = \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2r_2} I_2$

$\phi_1 = M_{12} I_2$ .....(i)

☛ इसलिए,

$M_{12} = \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2r_2}$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

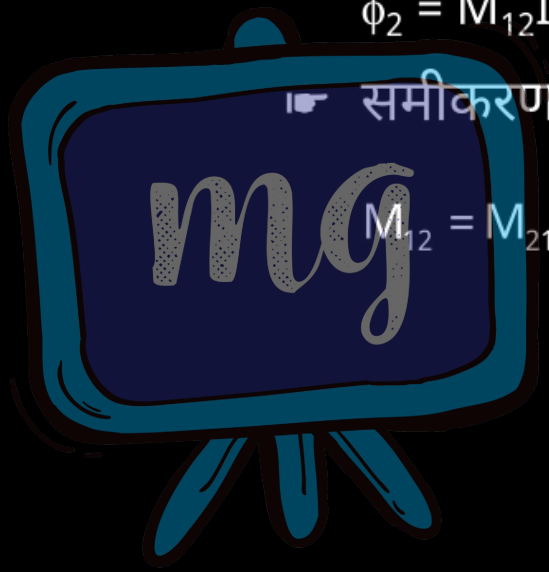
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ इसी प्रकार,

$$\phi_2 = M_{12} I_1 \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$$

☛ समीकरण (i) व (ii) से,

$$M_{12} = M_{21} = \frac{\mu_0 \pi r_1^2}{2r_2} \left(r_1 <<< r_2 \right)$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(ii) स्व-प्रेरकत्व :

L = स्वप्रेरण गुणांक

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

- जब किसी कुण्डली में धारा प्रवाहित की जाती है तब उसी कुण्डली के फ्लक्स में परिवर्तन के कारण प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न होता है।
- इस घटना को स्व-प्रेरण कहते हैं।
- कुण्डली में चुम्बकीय फ्लक्स, उसी कुण्डली में प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।

$$\phi \propto I$$

$$\phi = L I$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

☛ जहाँ L एक नियतांक है जिसे स्वप्रेरकत्व कहते हैं।

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

☛ यदि I = 1 Amp तब $L = \phi$

"यदि कुण्डली में 1 Amp परिमाण की धारा प्रवाहित की जाती है तब कुण्डली में फ्लक्स परिवर्तन स्वप्रेरकत्व कहलाता है।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

IInd परिभाषा–

लेन्ज फैराडे नियम से,

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

$$\because \phi = LI$$

$$\varepsilon = \frac{-d}{dt}(LI)$$

$$\varepsilon = \frac{-LdI}{dt}$$

$$|\varepsilon| = L\left|\frac{dI}{dt}\right|$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

6

☛ यदि $\left|\frac{dI}{dt}\right| = \frac{1\text{Amp}}{\text{sec}}$ तब $|\varepsilon| = L$

"यदि कुण्डली में धारा में परिवर्तन की दर इकाई है तब कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित विद्युत वाहक बल स्वप्रेरकत्व कहलाता है।"

☛ स्वप्रेरकत्व निर्भर करता है

i. कुण्डली के फेरों की संख्या पर।

ii. कुण्डली के क्षेत्रफल पर।

iii. कुण्डली की लम्बाई पर।

iv. माध्यम पर।

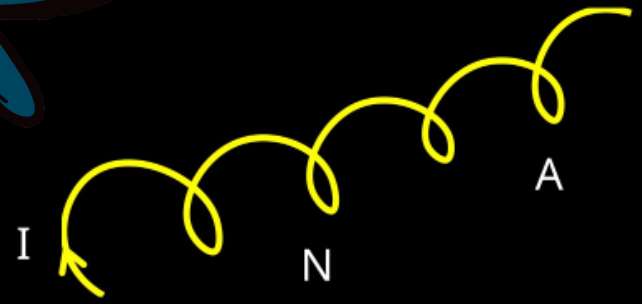
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

धारावाही परिनालिका के कारण स्वप्रेरकत्व :

☛ माना परिनालिका की लम्बाई ℓ व अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल A है व फेरों की संख्या N है।

☛ यदि परिनालिका में I धारा प्रवाहित होती है, तब उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र $B = \mu_o nI$



परिनालिका से पारित फ्लक्स $\phi = B A$

'N' फेरों के लिए $\phi = NBA$

इसलिए,

$\phi = (\mu_o nNA) I$ ..... (i)

स्वप्रेरकत्व से,

$\phi = LI$ ..... (ii)

समीकरण (i) व (ii) की तुलना करने पर,

$L = \mu_0 nNA$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्वप्रेरकत्व में संचित ऊर्जा :

किया गया कार्य $dW = \varepsilon I dt$

$$dW = \frac{LdI}{dt} I\, dt$$

$$\int dW = \int LIdI$$

$$W = \int dW = \int_0^I LIdI$$

$$W = L\int_0^I IdI$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

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

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

$$L = \frac{2W}{I^2}$$

यदि I = 1 Amp तब L = 2W

☞ इस प्रकार, यदि किसी परिपथ में 1 Amp धारा प्रवाहित की जाती है, तब स्वप्रेरकत्व, किये गये कार्य का दुगुना होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

विशेष तथ्य :-

- स्व-प्रेरण किसी कुण्डली का वह गुण है जिसमें फ्लक्स परिवर्तन होता है तब इसके विरोध में प्रेरित धारा उत्पन्न होती है।
- यह यांत्रिकी में जड़त्व के अनुरूप है।
- इसलिए स्वप्रेरण को विद्युत जड़त्व कहते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

चुम्बकीय क्षेत्र में परिनालिका का ऊर्जा घनत्व

$U = \frac{1}{2}LI^2$

$B = \mu_0 nI$

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

$L = \mu_0 nNA$

इसलिए, $\frac{U}{V} = \frac{1}{2}\left(\frac{\mu_0 nNA}{A}\right)\frac{B^2}{\mu_0^2 n^2}$ $\because n = \frac{N}{\ell}$

$$U = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$$

$$U_E = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$$

$$U_m = \frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$$

दोनों स्थितियों में ऊर्जा घनत्व क्षेत्र के सामर्थ्य के वर्ग के समानुपाती होते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

75

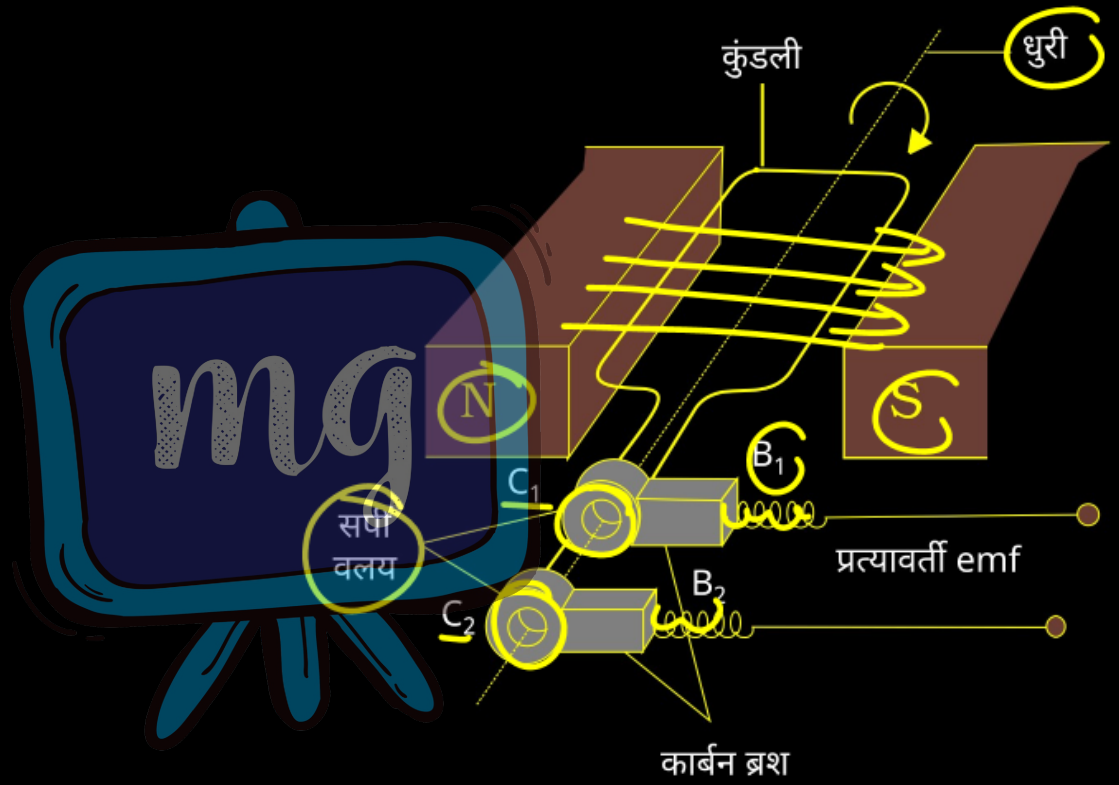
AC जनरेटर (प्रत्यावर्ती धारा जनित्र)

☛ वह उपकरण जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करता है, AC जनरेटर कहलाता है।

☛ सिद्धान्त : किसी लूप में प्रेरित विद्युत वाहक बल या प्रेरित धारा में परिवर्तन कुण्डली के घूर्णन करने से लूप की स्थिति में परिवर्तन से होता है। फलक्स परिवर्तन करने की विधि AC जनरेटर का सिद्धान्त होता है। (विद्युत चुम्बकीय प्रेरण)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



C_1 व C_2 = सर्पी वलय B_1 व B_2 = कार्बन के ब्रुश

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

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

$\theta = \omega t$

☛ AC जनरेटर के मूल भागों को चित्र में दर्शाया गया है। इसमें चार मुख्य भाग एक चुम्बक, सर्पी वलय, आर्मेचर व कार्बन के ब्रुश होते हैं।

☛ **कार्यविधि :** जब कुण्डली N फेरों के लिए नियत कोणीय वेग ω से घूर्णन करती है तब किसी क्षण t पर

☛ क्षेत्रफल सदिश $\vec{A}$ और चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ के मध्य कोण $\theta = \omega t$ है।

(t = 0 पर $\theta = 0°$ है।)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



- परिणामस्वरूप, कुण्डली के प्रभावित भाग के क्षेत्रफल चुम्बकीय क्षेत्र रेखाओं के सम्पर्क में आने पर समय के साथ परिवर्तित होता है।
- किसी क्षण t पर कुण्डली से सम्बद्ध फ्लक्स

$$\phi_B = NBA\cos\theta$$

$$\phi_B = NBA\cos\omega t$$

$V = V_0 \sin \omega t$

$E = E_0 \sin \omega t$

$\omega = 2\pi f$

$E = E_0 \sin 2\pi f t$

लेन्ज फैराडे नियम से,

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

$$\varepsilon = \frac{-d}{dt} NBA \cos\omega t$$

$$\varepsilon = NBA\ \omega \sin\omega t$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin\omega t$$

जहाँ $\varepsilon_0 = NBA\omega$ अधिकतम प्रेरित विद्युत वाहक बल का मान है।

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin 2\pi f t$$

जहाँ f जनरेटर कुण्डली की परिक्रमण की आवृत्ति है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

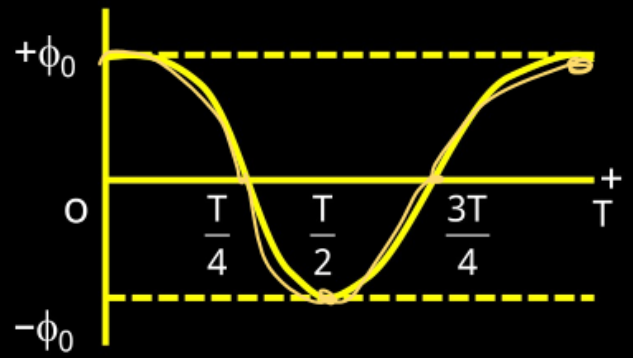
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - I :

$\phi = BNA\cos\omega t$

$\phi = \phi_0 \cos\omega t$

$\phi = \phi_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}\right)t$



t	0°	T/4	T/2	3T/4	T
ϕ	$+\phi_0$	0	$-\phi_0$	0	$+\phi_0$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

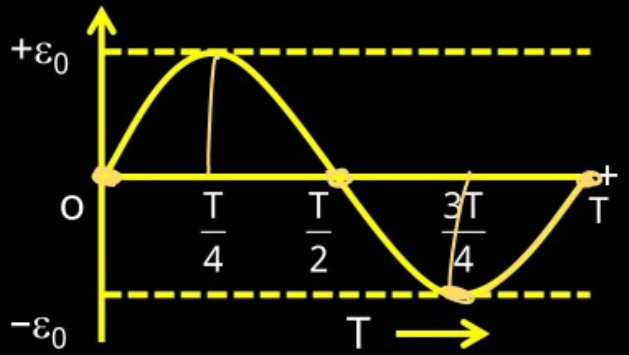
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - II :

$\varepsilon = NBA\omega \sin\omega t$

$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin\omega t$

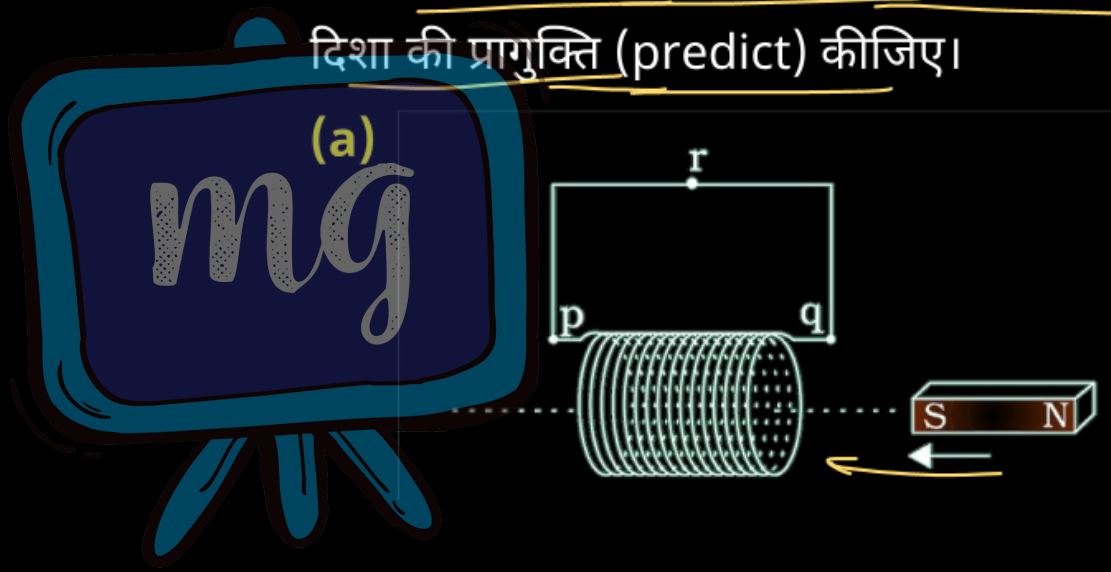
$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T}\right)t$



t	0	T/4	T/2	3T/4	T
ε	0	ε_0	0	$-\varepsilon_0$	0

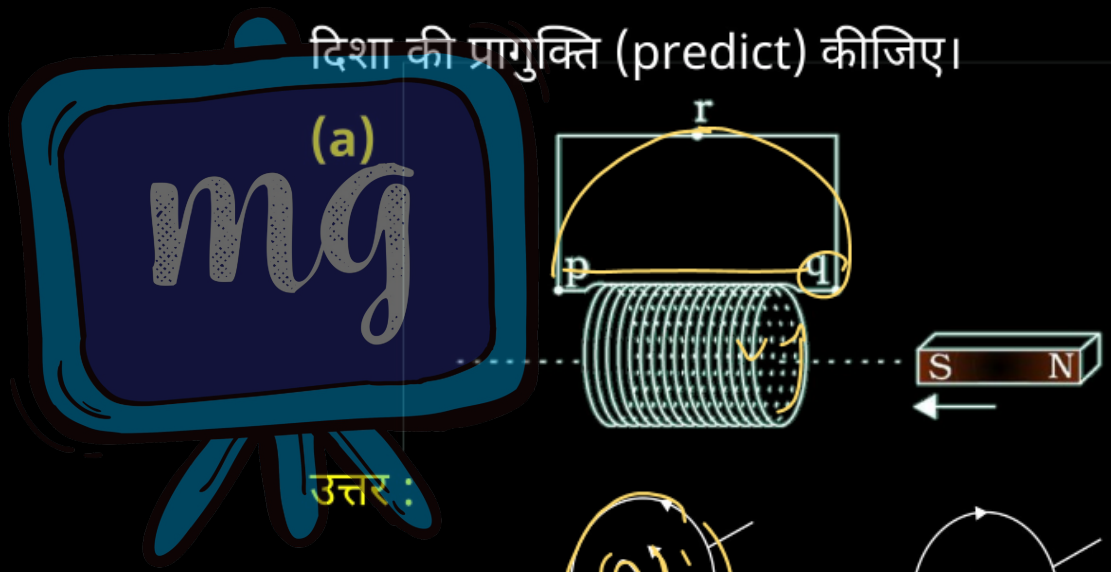
अभ्यास प्रश्न

1. चित्र (a) से (f) में वर्णित स्थितियों के लिए प्रेरित धारा की दिशा की प्रागुक्ति (predict) कीजिए।

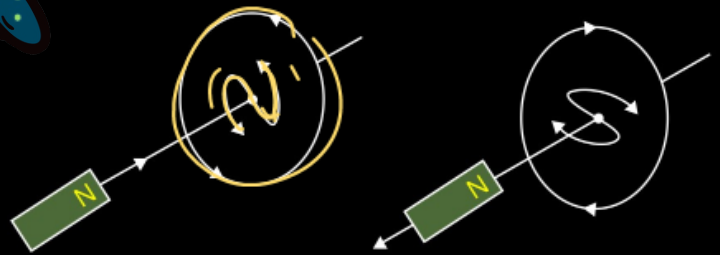


अभ्यास प्रश्न

1. चित्र (a) से (f) में वर्णित स्थितियों के लिए प्रेरित धारा की दिशा की प्रागुक्ति (predict) कीजिए।

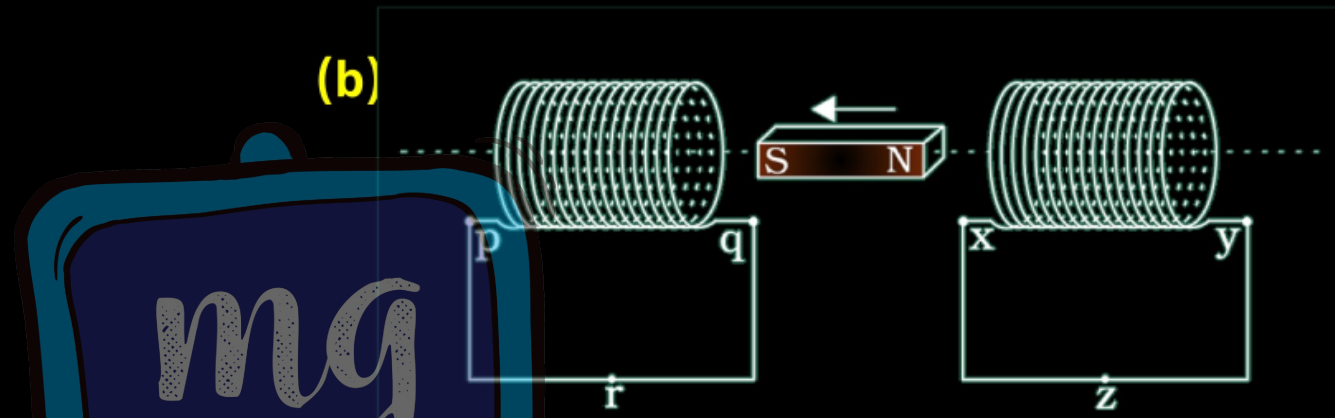


उत्तर :



प्रेरित धारा की दिशा – qrpq

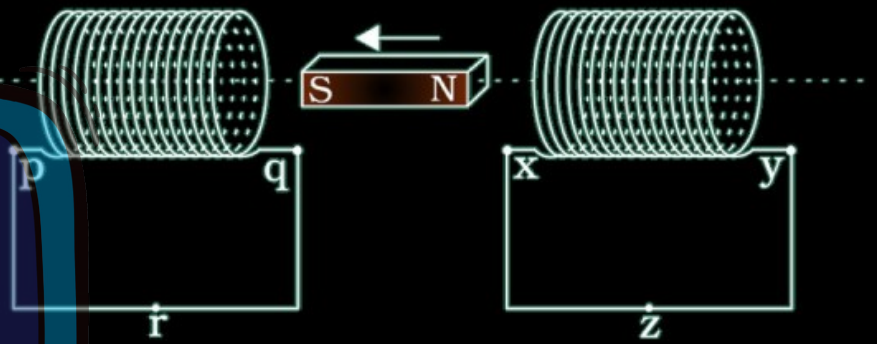
अभ्यास प्रश्न



(b)

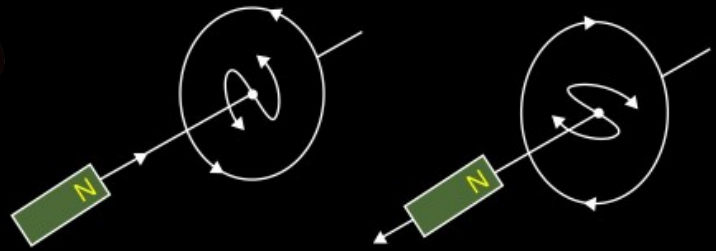
अभ्यास प्रश्न

(b)



उत्तर :

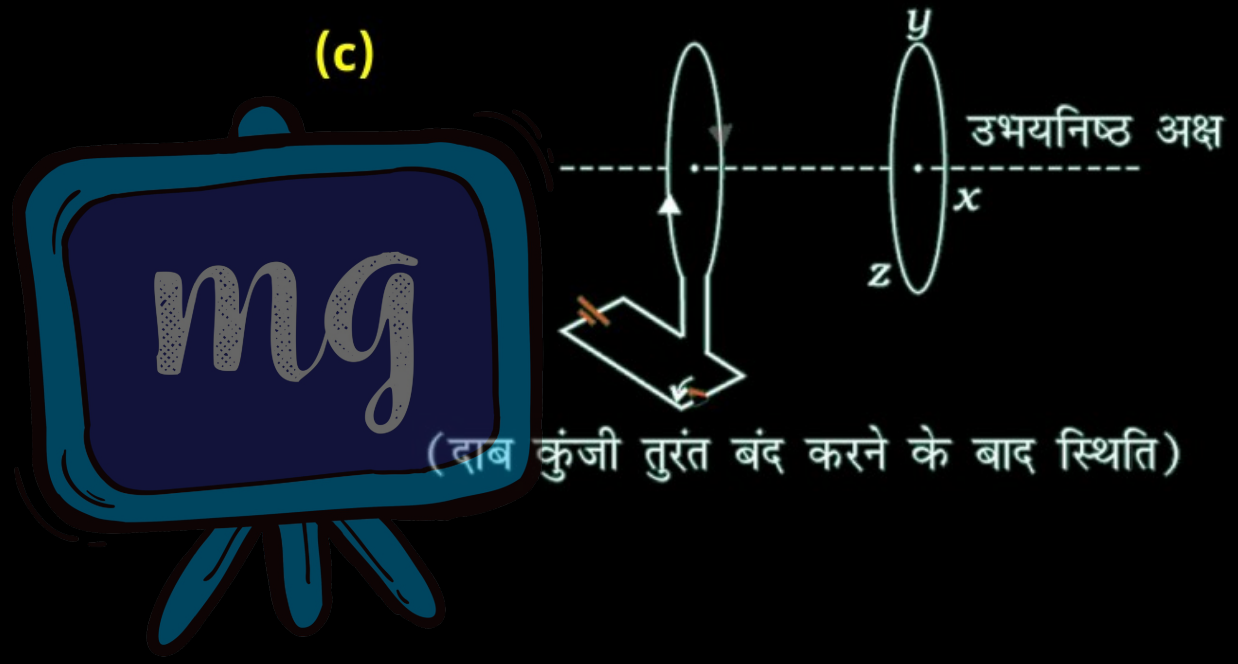
(b)



प्रेरित धारा की दिशा – prqp

अभ्यास प्रश्न

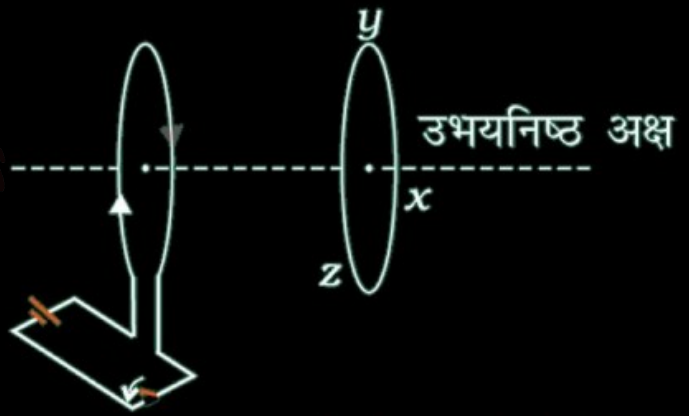
(c)



(दाब कुंजी तुरंत बंद करने के बाद स्थिति)

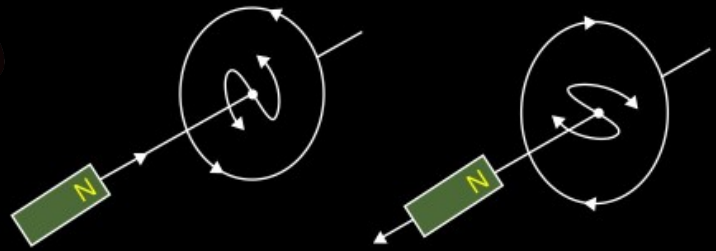
अभ्यास प्रश्न

(c)



(दाब कुंजी तुरंत बंद करने के बाद स्थिति)

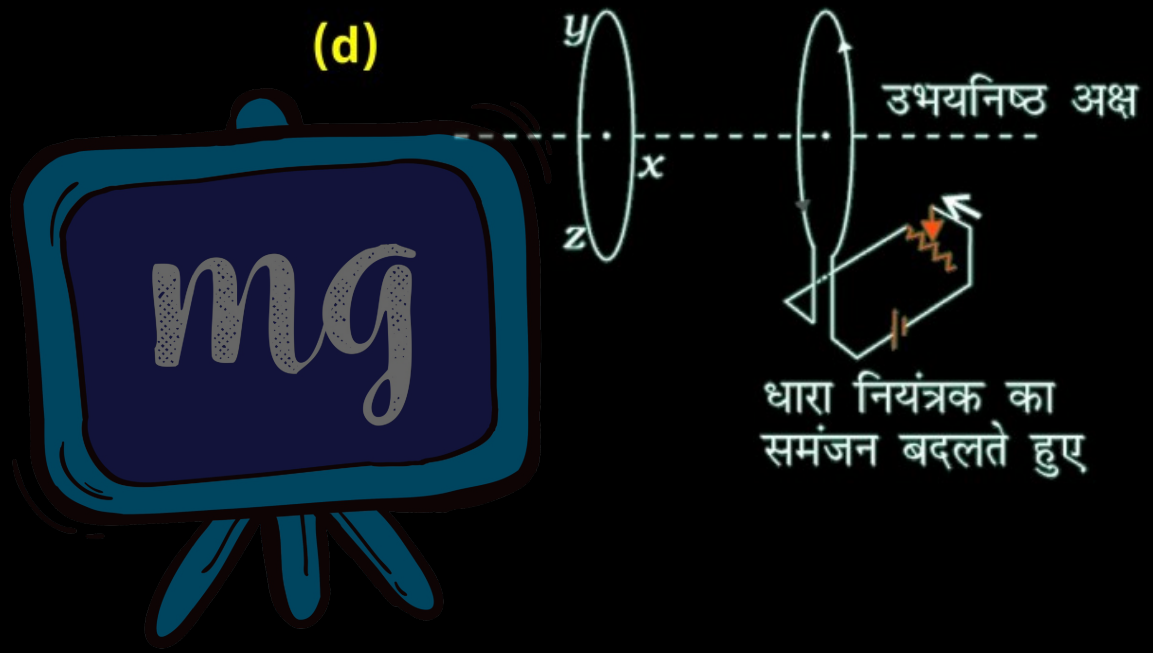
उत्तर :



प्रेरित धारा की दिशा – yzxy

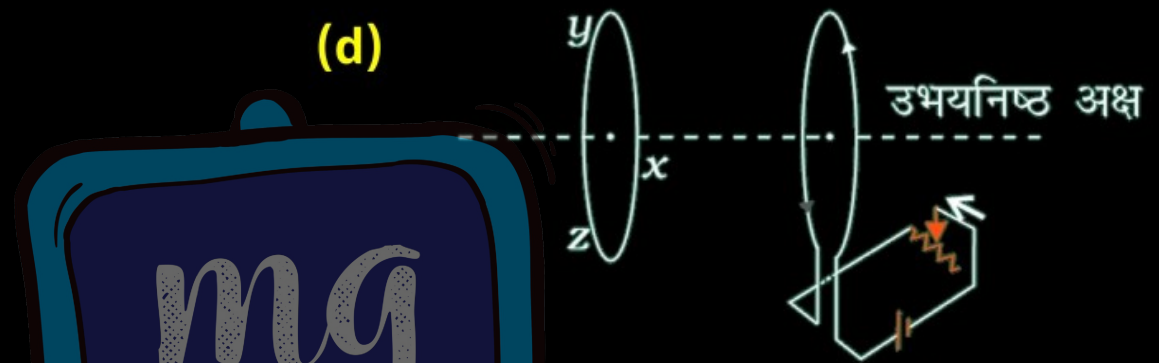
अभ्यास प्रश्न

(d)

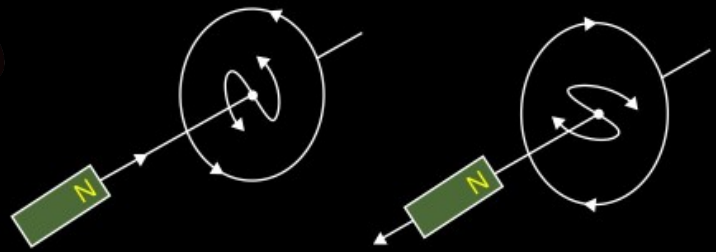


अभ्यास प्रश्न

(d)

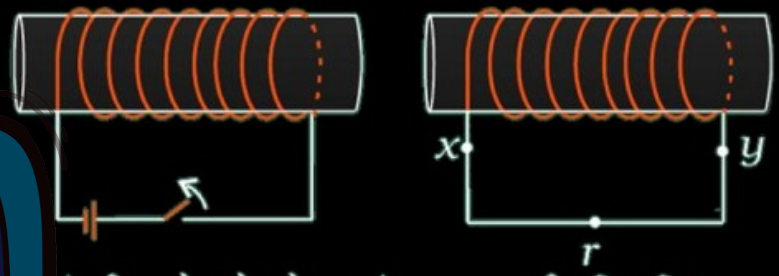


उत्तर :



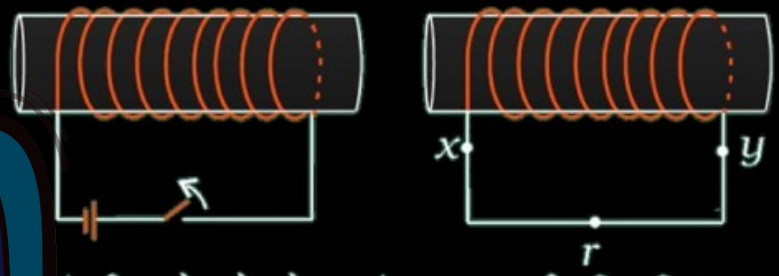
प्रेरित धारा की दिशा – zyxz

(e)



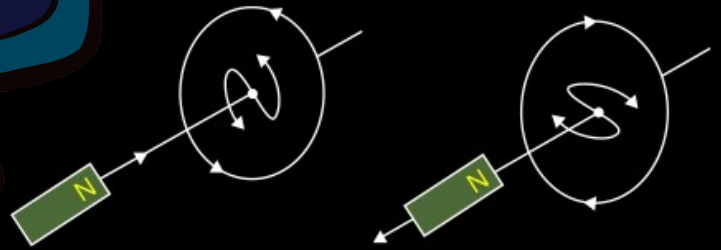
(दाब कुंजी खोलने के तुरंत बाद की स्थिति)

(e)



(दाब कुंजी खोलने के तुरंत बाद की स्थिति)

उत्तर :

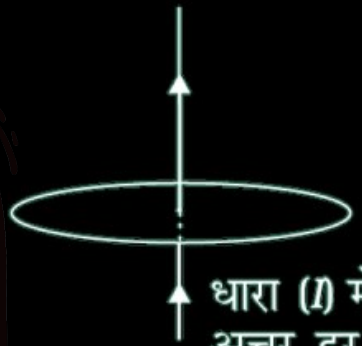


प्रेरित धारा की दिशा – xryx

अभ्यास प्रश्न

(f)



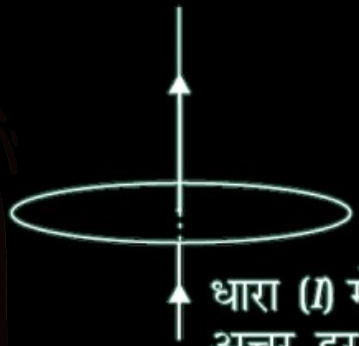


धारा (*I*) में एक
अचर दर पर कमी

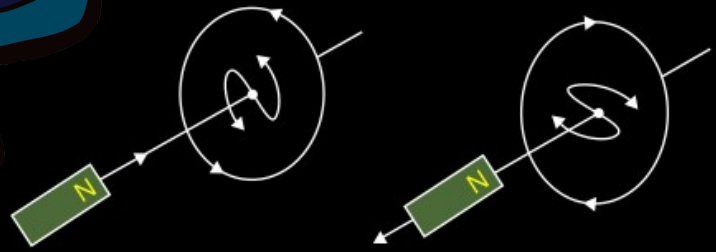
अभ्यास प्रश्न

(f)





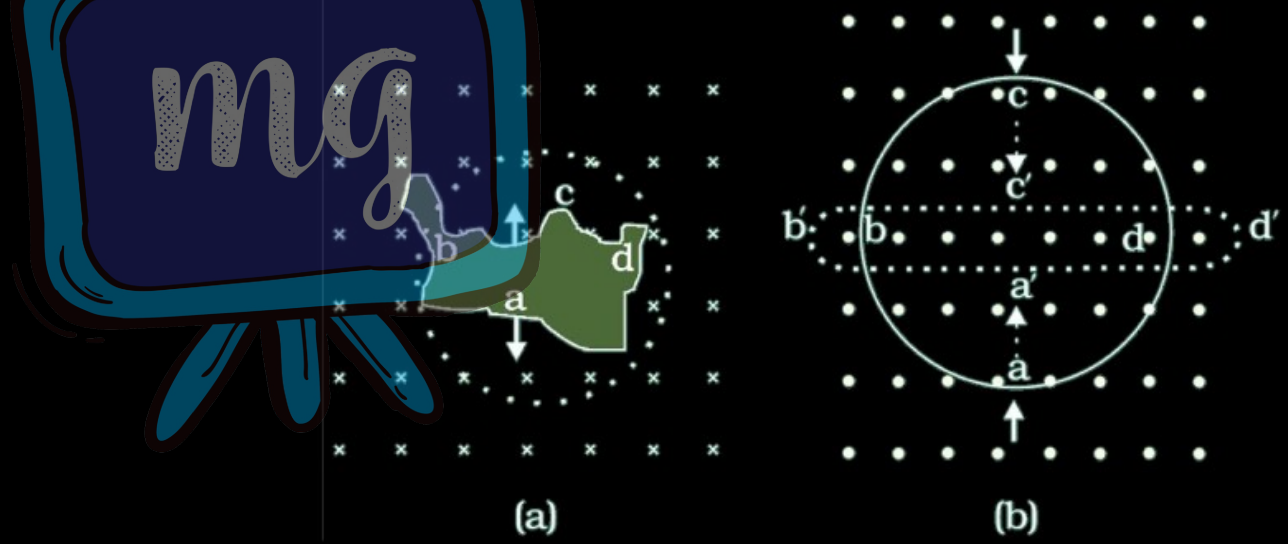
उत्तर :



प्रेरित धारा की दिशा नहीं है क्योंकि क्षेत्र की रेखाऐं बंद लूप के क्षैतिज में पड़ी है।

अभ्यास प्रश्न

2. चित्र में वर्णित स्थितियों के लिए लेंज के नियम का उपयोग करते हुए प्रेरित विद्युत धारा की दिशा ज्ञात कीजिए।



(a) (b)

(i) जब अनियमित आकार का तार वृत्ताकार लूप में बदल रहा हो;

उत्तर :

जैसे ही लूप अनियमित से गोलाकार आकार मे बदलता है, इसका क्षेत्र बढ़ता है। इसलिए इससे जुड़ा चुम्बकीय प्रवाह बढ़ता है। लेन्ज के नियम के अनुसार, प्रेरित धारा को मूल प्रवाह के विपरित दिशा में चुम्बकीय प्रवाह का उत्पादन करना चाहिए। इसके लिए प्रेरित धारा को घड़ी की विपरित दिशा में प्रवाहित किया जाना चाहिए।

इसका मतलब है कि धारा की दिशा adcba के साथ होगी।

अभ्यास प्रश्न

(ii) जब एक वृत्ताकार लूप एक सीधे बारीक तार में विरूपित किया जा रहा हो।



(ii) जब एक वृत्ताकार लूप एक सीधे बारीक तार में विरूपित किया जा रहा हो।

उत्तर : वृत्ताकार लूप को संकीर्ण सीधे तार में विकृत किया जा रहा है, इसका क्षेत्र घटता है। इससे जुड़ा चुम्बकीय क्षेत्र भी घटता है। लेन्ज के नियम से, प्रेरित धारा को मूल प्रवाह की दिशा में एक प्रवाह उत्पन्न करना चाहिए। इसके लिए प्रेरित धारा को घड़ी से विपरित दिशा में प्रवाहित किया जाना चाहिए। इसका अर्थ है कि धारा की दिशा a'd'c'b' के साथ होगी।

अभ्यास प्रश्न

3. एक लंबी परिनालिका के इकाई सेंटीमीटर लंबाई में 15 फेरे हैं। उसके अंदर 2.0 cm^2 का एक छोटा-सा लूप परिनालिका की अक्ष के लंबवत रखा गया है। यदि परिनालिका में बहने वाली धारा का मान 2.0 A में 4.0A से 0.1s कर दिया जाए तो धारा परिवर्तन के समय प्रेरित विद्युत वाहक बल कितना होगा?

उत्तर :

$n = 15$ फेरे प्रति सेमी

$= 1500$ फेरे प्रति मीटर

$A = 2cm^2 = 2 \times 10^{-4}\ m^2$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{4-2}{0.1} = 20\,A/s$$

$$B = \mu_0 nI$$

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(BA)}{dt} = A\frac{dB}{dt} = A\mu_0 n\frac{dI}{dt}$$

$$|\varepsilon| = 2 \times 10^{-4} \times 4\pi \times 10^{-7} \times 1500 \times 20$$

$$|\varepsilon| = 7.54 \times 10^{-6}\ V$$

अभ्यास प्रश्न

4. एक आयताकार लूप जिसकी भुजाएँ 8cm एवं 2cm हैं, एक स्थान पर थोड़ा कटा हुआ है। यह लूप अपने तल के अभिलंबवत 0.3 T के एकसमान चुंबकीय क्षेत्र से बाहर की ओर निकल रहा है। यदि लूप के बाहर निकलने का वेग 1 cm s^{-1} है तो कटे भाग के सिरों पर उत्पन्न विद्युत वाहक बल कितना होगा, जब लूप की गति अभिलंबवत हो

(a) लूप की लंबी भुजा के

उत्तर :

ℓ = 8cm = 0.08 m, b = 2cm = 0.02m,

$A = \ell b = 0.08 \times 0.02 = 16 \times 10^{-4}\ m^2$,

B = 0.3 T, v = 1cm/s = 0.01m/s

$e = B v \ell$

$= 0.3 \times 0.01 \times 0.08$

$= 2.4 \times 10^{-4}\ V$

चौड़ाई के साथ,

$$t = \frac{b}{v} = \frac{0.02}{0.01} = 2s$$

(b) लूप की छोटी भुजा के। प्रत्येक स्थिति में उत्पन्न प्रेरित वोल्टता कितने समय तक टिकेगी?



(b) लूप की छोटी भुजा के। प्रत्येक स्थिति में उत्पन्न प्रेरित वोल्टता कितने समय तक टिकेगी?

उत्तर :

$$e = Bvb$$

$$= 0.3 \times 0.01 \times 0.02$$

$$= 0.6 \times 10^{-4}\ T$$

लंबाई के साथ,

$$t = \frac{\ell}{v} = \frac{0.08}{0.01} = 8s$$

अभ्यास प्रश्न

5. 1.0 m लंबी धातु की छड़ उसके एक सिरे से जाने वाले अभिलंबवत अक्ष के परितः 400 rad s^{-1} की कोणीय आवृत्ति से घूर्णन कर रही है। छड़ का दूसरा सिरा एक धात्विक वलय से संपर्कित है। अक्ष के अनुदिश सभी जगह 0.5T का एकसमान चुंबकीय क्षेत्र उपस्थित है। वलय तथा अक्ष के बीच स्थापित विद्युत वाहक बल की गणना कीजिए।

उत्तर :

$\ell = 1m$, $\omega = 400$ Rad/s, $B = 0.5$ T

छड़ के एक सिरे पर रेखीय वेग शून्य है, जबकि दूसरे सिरे पर रेखीय $\ell\omega$ वेग है।

$$V = \frac{\ell\omega + 0}{2} = \frac{\ell\omega}{2}$$

$$\varepsilon = BV\ell = B\left(\frac{\ell\omega}{2}\right)\ell$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2}B\omega\ell^2$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 400 \times (1)^2 = 100V$$

अभ्यास प्रश्न

6. पूर्व से पश्चिम दिशा में विस्तृत एक 10m लंबा क्षैतिज सीधा तार 0.30×10^{-4} Wb m^{-2} तीव्रता वाले पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक से लंबवत 5.0 ms^{-1} की चाल से गिर रहा है।

(a) तार में प्रेरित विद्युत वाहक बल का तात्क्षणिक मान क्या होगा?

(b) विद्युत वाहक बल की दिशा क्या है?

(c) तार का कौन-सा सिरा उच्च विद्युत विभव पर है?

उत्तर :

$\ell = 10m$, $v = 5\ m/s$, $B = 0.3 \times 10^{-4} T$

(a) $\varepsilon = Bv\ell$

$= 0.3 \times 10^{-4} \times 5 \times 10$

$\varepsilon = 1.5 \times 10^{-3}\ V$

(b) पश्चिम से पूर्व की ओर।

(c) तार का पूर्वी सिरा उच्च विद्युत विभव पर है।

अभ्यास प्रश्न

7. किसी परिपथ में 0.1 s में धारा 5.0 A से 0.0 A तक गिरती है। यदि औसत प्रेरित विद्युत वाहक बल 200 V है तो परिपथ में स्वप्रेरकत्व का आकलन कीजिए।

अभ्यास प्रश्न

7. किसी परिपथ में 0.1 s में धारा 5.0 A से 0.0 A तक गिरती है। यदि औसत प्रेरित विद्युत वाहक बल 200 V है तो परिपथ में स्वप्रेरकत्व का आकलन कीजिए।

उत्तर :

$\varepsilon = 200V,$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{0-5}{0.1} = -\frac{5}{0.1}$$

$$\varepsilon = L\frac{dI}{dt} \Rightarrow L = -\frac{\varepsilon}{\frac{dI}{dt}} = \frac{-200}{\left(\frac{-5}{0.1}\right)} = 4H$$

अभ्यास प्रश्न

8. पास-पास रखे कुंडलियों के एक युग्म का अन्योन्य प्रेरकत्व 1.5 H है। यदि एक कुंडली में 0.5 s में धारा 0 से 20 A परिवर्तित हो, तो दूसरी कुंडली की फ्लक्स बंधता में कितना परिवर्तन होगा?

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

$M = 1.5H,\ I_1 = 0,\ I_2 = 20A$

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \quad \text{.....(i)}$$

$$\varepsilon = M\frac{dI}{dt} \quad \text{.....(ii)}$$

समीकरण (i) व (ii) से

$$\frac{d\phi}{dt} = M\frac{dI}{dt}$$

$$d\phi = 1.5 \times 20$$

$$d\phi = 30\,wb$$