HINTS AND SOLUTION'S OF ELECTROMAGNETIC INDUCTION

EXERCISE-1

भाग - I

A-1. $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}\times\frac{1}{R}\ \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}\times\frac{1}{R}$

$\Delta q = \frac{\Delta\phi}{R}$

A-2. $\varepsilon = \frac{\phi_1 - \phi_2}{t} = \frac{0.4 - 0.9}{1/2} = -\frac{0.50}{1/2}$

$\varepsilon = -1$ volt $\quad |\varepsilon| = 1$ volt. (वामावर्त)

A-3. $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -(0.4\,t + 0.4)$

(i) $\varepsilon_{t=2} = -1.2$ volt

(ii) $\langle\varepsilon\rangle = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{[0.2(5)^2 + 0.4(5) + 0.6] - [0.6]}{5 - 0} = 1.4$ volt

(iii) $\Delta q = \frac{\Delta\phi}{R} = 17.5$ C.

(iv) $\langle i\rangle = \frac{\Delta q}{\Delta t} = 3.5$ वामावर्त

(v) $H = \int \frac{\varepsilon^2}{R}.dt = \int_0^5 \frac{[0.4t + 0.4]^2}{R}.dt = \frac{86}{3}$ J

A-4. **0 to 10 ms :**

(a) $\langle\varepsilon\rangle = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -A\frac{\Delta B}{\Delta t}$

$= -10^{-3} \times \frac{(0.01 - 0)}{10\times10^{-3}} = -1$ mV

10 to 20 ms :

$\langle\varepsilon\rangle = -10^{-3} \times \frac{(0.03) - (0.01)}{10\times10^{-3}} = -2$ mV

20 to 30 ms :

$\langle\varepsilon\rangle = -10^{-3} \times \frac{(0.01) - (0.03)}{10\times10^{-3}} = 2$ mV

30 to 40 ms :

$\langle\varepsilon\rangle = -10^{-3} \times \frac{0 - (0.01)}{10\times10^{-3}} = 1$ mV

(b) slop of B–t curve is

B–t वक्र का ढाल अन्तराल (10, 20) व (20, 30) के मध्य नियत नही है

A-5. चूंकि $\Delta\phi = 0$ अतः प्रेरित धारा शून्य हैं।

A-6. $\langle\varepsilon\rangle = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -A\frac{\Delta B}{\Delta t} = -(25\times10^{-4})\left[\frac{0 - 0.2}{0.2}\right]$ volt $= 2.5$ mV

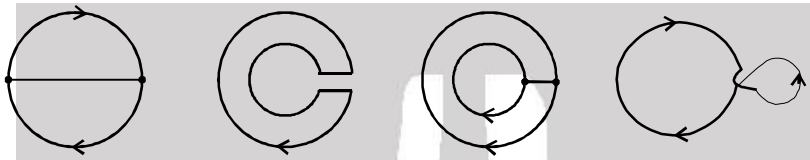
A-7. $\langle i \rangle = \frac{\langle \varepsilon \rangle}{R} = \frac{BA}{Rt} = \frac{(\mu_0 nI)\, AN}{Rt}$

$= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 400 \times 0.40 \times 6 \times 10^{-4} \times 10}{1.5 \times 0.050}$.

A-8. $B = \frac{n_0 \mu_0 I_0}{2R_0}$, $\phi = B \times \pi r_i^2 \times n_i$, $EMF = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

$EMF = -\frac{n_0 \mu_0 \times \pi r_i^2 n_i}{2R_0} \times \frac{\Delta I}{\Delta t} = 493\mu V.$

A-9.



(a) (b) (c) (d)

(a) वृत्ताकार चालक में धारा की दिशा दक्षिणावर्त है, संयोजक तार में कोई धारा नहीं है। (b) बाह्य चालक में दक्षिणावर्त। (c) दोनों वृत्ताकार चालकों में दक्षिणावर्त, संयोजक में कोई धारा नहीं है। (d) आठ अंक जैसी आकृत्ति के बांयी ओर चित्र में दक्षिणावर्त।

A-10. $i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt} = -\frac{A}{R}\frac{dB}{dt}$

$i = -\frac{\pi r^2}{2R} \cdot \frac{dB}{dt} = \frac{\pi}{8} \times 10^{-4}$ A

A-11. $B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2 N}{[R^2 + y^2]^{3/2}}$

$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -A \frac{dB}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt}$ .....(1)

यहाँ $\frac{dB}{dt} = -\frac{\mu_0 I R^2 N}{2} \times \frac{3}{2} \frac{1}{[R^2 + y^2]^{5/2}} \times 2y \times \frac{dy}{dt}$

$= -\frac{3\mu_0 I R^2 N}{2} \frac{yv}{[R^2 + y^2]^{5/2}}$

यह मान समीकरण (i) में स्थापित कर उत्तर प्राप्त होगा।

A-12. $\Delta q = \frac{\Delta\phi}{R} \frac{2 \times 200 \times \pi \ (25 \times 10^{-2})^2 \times 10^{-2}}{10}$

A-13. $0 < t < 1s$, के लिए $i = Bv\ell/R = 1$ A (anticlockwise वामावर्त)
$1s < t < 3s$, के लिए ϕ = constant (नियत) so अतः $i = 0$,
$3s < t < 4s$, के लिए $i = Bv\ell/R = 1$ A (clockwise दक्षिणावर्त),
$t > 4s$, के लिए $i = 0$

A-14. $H = i^2 R1 + 0 + i^2 R1 = 1 + 0 + 1 = 2$ J

B-1. यह लेन्ज के नियमानुसार हैं।

C-1. $\varepsilon = BVL = 0.2 \times 2 \times 10^{-2}$ volt

C-2. (a) $\varepsilon_{abc} = 0$ [∵ प्रभावी लम्बाई शून्य है]

(b) $\varepsilon_{bc} = BVL_{bc}$

(c) $\varepsilon_{ac} = BvL_{bc}$

(d) $\varepsilon_{ab} = 0$.

C-3. $\varepsilon = BV(L \sin\theta)$

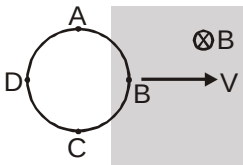
$= 0.1 \times 0.2 \times 1 \sin 60^{o}$

$= \sqrt{3} \times 10^{-2}\,V$

C-4 $\varepsilon = B_v VL$

$= [B \sin\theta]\, V\, L = 4 \times 10^{-4} \times \sin 30^{o} \times 5 \times 1.$

C-5.



$\varepsilon_{max} = \varepsilon_{AC} = BV(2r)$

$\varepsilon_{min} = \varepsilon_{BD} = 0$

C-6. $V^2 = u^2 + 2ay = 0 + 2ay$

$V = \sqrt{2ay}$

$\varepsilon = BV(2x) = B\sqrt{2ay} \times 2\sqrt{\frac{y}{k}} \Rightarrow \varepsilon = 2By\sqrt{\frac{2a}{k}} = By\sqrt{\frac{8a}{k}}$.

D-1. (a) $F = ILB = \frac{\varepsilon}{R}(LB) = \frac{B^2L^2V}{R}$, $1 = V/4$, $V = 4$ m/s

$3.2 \times 10^{-5} = \frac{(0.02)^2(8 \times 10^{-2})^2 \times V}{2}$

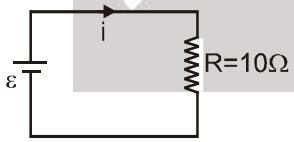
(b) $\varepsilon = BVL = 1 \times 4 \times 1 = 4$ Volt

(c) $V_{ab} = \varepsilon - IR_{ab} = 4 - (4/4)(1) = 3V$

(d) $V_{cd} = IR_{cd} = (4/4)(1) = 1$ Volt

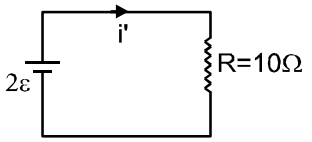
D-2. तुल्य परिपथ

(a)

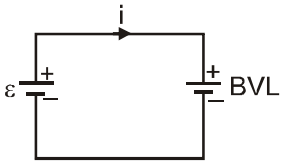


$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{BV\ell}{R} = \frac{(0.1)(50 \times 10^{-2})(2 \times 10^{-2})}{10} = 0.1$ m A

(b)



$i' = 2i.$

D-3. 

(a) $i = \frac{\varepsilon - BV\ell}{r}$ दक्षिणावर्त

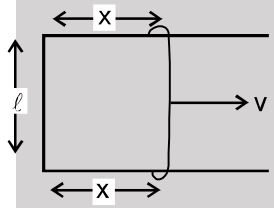
(b) $F = i\ell B = \left(\frac{\varepsilon - BV\ell}{r}\right)\ell B$

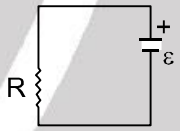
(c) F दांयी ओर है अतः V बढता रहेगा तथा कुछ समय पश्चात परिपथ में धारा शुन्य हो जायेगी अतः जब F = 0 तो V अधिकतम (या नियत) होगा।

अतः $\varepsilon = BV\ell$, $V = \frac{\varepsilon}{B\ell}$

D-4. i = 0

$\because$ (परिपथ पूर्ण नहीं है)

D-5. $\varepsilon = BV\ell$ 

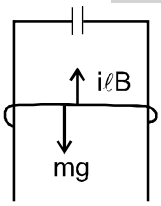
कुल प्रतिरोध $R = (2\ell + 2x)\, r$ 

$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{BV\ell}{(2\ell + 2x)r} = \frac{BV\ell}{2r(\ell + Vt)}$

D-6. (a) $F = i\,\ell\,B = \frac{Bv\ell}{2r(\ell + vt)} \times \ell\, B = \frac{B^2\ell^2 v}{2r(\ell + vt)}$

(b) t = 0 पर, $F_0 = \frac{B^2\ell^2 v}{2r\ell}$

$\frac{1}{2}\left(\frac{B^2\ell^2 v}{2r\ell}\right) = \frac{B^2\ell^2 v}{2r(\ell + vt)}$, $t = \frac{\ell}{v}$

D-7. 

त्वरण $a = \frac{mg - i\ell B}{m}$ .....(i)

यहाँ $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(c\varepsilon) = C\,\frac{d\varepsilon}{dt}$

$i = C\,\frac{d}{dt}(BV\ell) = CB\,\ell\,\frac{dV}{dt}$

$i = CB\ell\, a$ .....(ii)

समीकरण (i) व (ii) से

$ma = mg - (C B \ell a) \ell B$

$[m + C B^2 \ell^2] a = mg$

$a = \frac{mg}{m + CB^2\ell^2}$, $v = 0 + at = \frac{mgt}{m + CB^2\ell^2}$

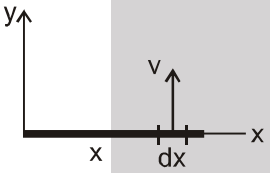
E-1. (a) $\phi = \int B.ds$

$= \int_b^{a+b} \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \times a dr = \frac{\mu_0 i a}{2\pi} \ell n\left(\frac{a+b}{b}\right)$.

(b) $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 a i_0}{2\pi} \sin\frac{2\pi t}{T} \ell n\left(\frac{a+b}{b}\right)$

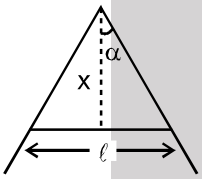
(c) $Q = \int_0^{10T} \frac{\varepsilon^2}{r} dt = \left(\frac{5\mu_0^2 i_0^2 a^2}{Tr}\right)\left[\ell n\left(\frac{a+b}{b}\right)\right]^2$.

E-2.



$\varepsilon = \int_0^L \frac{B_0 x}{L} v_0 dx = \frac{B_0 v_0 L}{2}$

E-3.



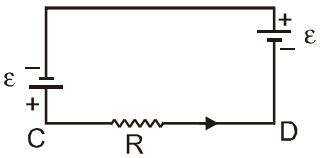
$\varepsilon = BV\ell$

$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{BV\ell}{r\left[\ell + \frac{2x}{\cos\alpha}\right]}$

(जहाँ) $\cot\alpha = \frac{x}{\ell/2}$

F-1. $\varepsilon = \frac{1}{2} B\omega L^2 = \frac{1}{2} 0.1 \times 60 \times (15 \times 10^{-2})^2$.

F-2.



(जहाँ $\varepsilon = \frac{1}{2} B\omega a^2$)

$i = \frac{2\varepsilon}{R} = \frac{B\omega a^2}{R}$.

F-3. $\varepsilon = 1/2\ B\omega L^2 = 4 \times 10^{-5} \times [\pi \times (30 \times 10^{-2})^2] \times 50/60$.

F-4. $\varepsilon_{max} = 1/2\ B\omega_{max}\ell^2$

जहाँ $mg\ell(1 - \cos\theta) = 1/2\ mV^2$

$V^2 = 2g\ell(1 - \cos\theta)$

$$\omega_{max} = \frac{V}{\ell} = \sqrt{\frac{2g(1-\cos\theta)}{\ell}} = \sqrt{\frac{2g\times 2\sin^2\theta/2}{\ell}} = 2\sin\theta/2\ \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{1}{2}B\ell^2 \times 2\sin\theta/2\sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

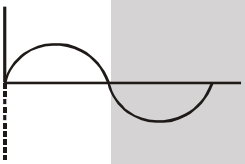
$\varepsilon_{max} = B\ell\sqrt{g\ell}\ \sin\theta/2$ **Ans.**

F-5. (a) $\varepsilon_{PQ} = \frac{1}{2}B\omega(2R)^2$

$$= \frac{1}{2}\ B\left(\frac{v}{R}\right)\ (2R)^2 = 2BvR$$

(b) $\varepsilon_{PC} = \frac{1}{2}B\omega R^2 = \frac{1}{2}B\left(\frac{v}{R}\right)R^2 = \frac{BvR}{2}$. (c) $\varepsilon_{QC} = 2BvR - \frac{BvR}{2} = \frac{3}{2}vBR$

F-6.



अर्द्ध चक्र के लिए,

(a) $<\varepsilon> = \frac{2\varepsilon_0}{\pi}$

$$<\varepsilon> = \frac{2NBA\omega}{\pi} = \frac{2\times 50\times 2\times 10^{-4}\times 100\times 10^{-4}\times 2\pi\times 300}{60\times\pi}$$

$<\varepsilon> = 2 \times 10^{-3}$ volt.

(b) पूर्ण चक्र के लिए,

$<\varepsilon> = 0$

(c) $\Delta q = \frac{\Delta\phi}{R} = \frac{2NBA}{R} = \frac{2\times 50\times 2\times 10^{-4}\times 100\times 10^{-4}}{4}$

(d) $\varepsilon = NBA\omega\ \sin\omega t.$

(e) $\varepsilon_{max} = NBA\omega = \pi \times 10^{-3}$ V

(f) $<\varepsilon^2> = \frac{N^2B^2A^2\omega^2}{2} = \frac{\pi^2}{2}\times 10^{-6}$ V.

G-1. **(a)** $\varepsilon = A\frac{dB}{dt} = \pi(1)^2\ 6 = 6\pi$ V

(b) $E \times 2\pi r = A\ \frac{dB}{dt} = 6\pi$

$E = \frac{3}{r} = \frac{3}{1} = 3$ वोल्ट / मीटर

(c) Find the current in the loop if its resistance is1Ω/m.

$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{6\pi}{1\times 2\pi r} = \frac{3}{r} = \frac{3}{1} = 3$ amp.

G-2 (a) $B = \mu_0 nI$

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = A\,\frac{dB}{dt} = \pi(1\times10^{-2})^2 \times \mu_0 \times \frac{2000}{1} \times \frac{dI}{dt}$$

$$= \pi\mu_0 \times 10^{-4} \times 2000 \times 0.01$$

$$\Delta\phi = 2 \times \frac{d\phi}{dt} = 4\pi \times 10^{-3} \times \mu_0$$

$$= 16\pi^2 \times 10^{-10} \text{ Weber.}$$

(b) $$E = \frac{\varepsilon}{2\pi r} = \frac{2\pi\times10^{-3}\times\mu_0}{2\pi\times1\times10^{-2}}$$

$$= 0.1\ \mu_0 = 4\pi \times 10^{-8} \text{ V/m.}$$

(c) $$E' \times 2\pi r' = A'\frac{dB}{dt}$$

$$E' \times 2\pi \times 8\times10^{-2} = \pi \times (6\times10^{-2})^2 \frac{dB}{dt}$$

$$E' = \frac{36}{8}.E$$

$$\Rightarrow \frac{18}{4}E = \frac{18}{4} \times 4\pi \times 10^{-8} \Rightarrow E = 18\pi \times 10^{-8} \text{ V/m.}$$

G-3. $m = \pi r^2 L\delta$ .....(i)

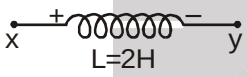
यहाँ $L = 2\pi R$

$$\varepsilon = \pi R^2 . \frac{dB}{dt} = \pi\left(\frac{L}{2\pi}\right)^2 \frac{dB}{dt} = \frac{L^2}{4\pi}\frac{dB}{dt}$$

$$i = \frac{\varepsilon}{\text{प्रतिरोध}} = \frac{\varepsilon 2\pi R}{\rho\pi r^2}$$

हल करने पर , $$i = \frac{m}{4\pi\rho\delta}.\frac{dB}{dt}.$$

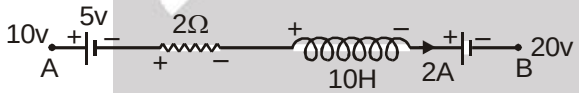
H-1.



KVL KVL से

$$V_x - V_y = L\frac{dI}{dt} = 2 \times 5 = 10 \text{ volt.}$$

H-2.



$$10 - 5 - 2(2) - 10\left(\frac{dI}{dt}\right) - 3 = 20$$

$$10\frac{dI}{dt} = -22$$

$$\Rightarrow \quad dI/dt = -2.2 \text{ Am/sec.}$$

H-3. $P_{cell} = \varepsilon I = 5 \times 1 \times 5$ J/sec. = 5 watt.

$P_{res.} = I^2R = (1)^2 \times 3 = 3$ watt.

$P = 5 - 3 = 2$ watt.

H-4. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 10 \times 10^{-2}}$

ऊर्जा $= \frac{1}{2} = \frac{B^2}{\mu_0} \times$ आयतन

$= \frac{B^2}{2\mu_0} \times [1 \times 10^{-3}]^3.$

H-5. $B = \frac{\mu_0 I}{2r} = \frac{\mu_0 fe}{2r}$ .....(i)

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$, $f\, 2\pi r = V$

So $f = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 mr}} \left(\frac{1}{2\pi r}\right)$ ..... (ii)

ऊर्जा घनत्व $= \frac{B^2}{2\mu_0}$ .....(iii)

(i), (ii) & (iii) हल करने पर **Ans.**

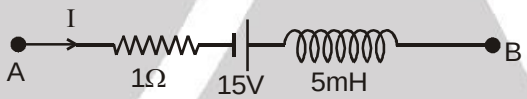
H-6. $\varepsilon = Ri + L\frac{di}{dt}$

$= R(3 + 5t) + 6 \times 5$

$= 12 + 20t + 30$

$\varepsilon = 20t + 42$ volt.

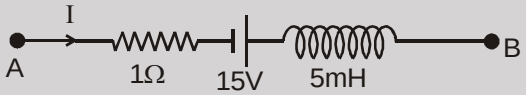
H-7. $\frac{di}{dt} = 10^3$ A / s



∴ प्रेरकत्व के परितः प्रेरित वि.वा.बल , $|e| = L\frac{di}{dt}$

$|e| = (5 \times 10^{-3})\,(10^3)$ V $= 5$ V

चूंकि धारा घट रही है, इस वि.वा.बल की ध्रुवता इस प्रकार होगी कि विद्यमान धारा को बढ़ा सके। परिपथ दुबारा इस प्रकार बना सकते हैं।



अब $V_A - 5 + 15 + 5 = V_B$

∴ $V_A - V_B = -15$ V

या $V_B - V_A = 15$ Vs

I -1. (a) $I = I_0(1 - e^{-t/\tau})$

जहाँ $I_0 = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$

$\tau = \frac{L}{R} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$

और $t = 0.2$ sec.

(b) $E = \frac{1}{2} L I^2$

I–2. $I = i_0 \left(1 - e^{-Rt/L}\right)$

$1/2 = 1 - e^{-Rt/L}$

समय $t = L/R \ \ell n\ 2 = 8/5\ (0.6931) = 1.109$ Ans

संग्रहित ऊर्जा $U = \frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} \times 80 \times \left(\frac{200}{50}\right)^2$

I-3. $U = \frac{1}{2} L i^2$ i.e. $U \propto i^2$

जब धारा उसके अधिकतम मान के आधे मान पर पहुँचती है, तब U, 1/4 होगी। L-R परिपथ में, धारा वृद्धि की समीकरण इस प्रकार लिखेंगे

$i = i_0 (1 - e^{-t/\tau})$

यहाँ i_0 = अधिकतम धारा का मान

τ = समय नियतांक = L/R

$\tau = \frac{10 \text{ henry}}{2 \text{ ohm}} = 5s^{-1}$

इसलिए $i = i_0/2 = i_0 (1 - e^{-t/5})$

या $1/2 = 1 - e^{-t/5}$ या $e^{-t/5} = 1/2$

या $-t/5 = \text{In}$

या $t/5 = \text{In}\ (2) = 0.693$

$\therefore$ $t = (5)\ (0.693)s$

या $t = 3.465s$ **Ans.**

I-4. $I = I_0(1 - e^{-t/\tau})$

$e^{-t/\tau} = 1 - I/I_0 = 0.37 = e^{-1}$

$tR/L = 1$

$L = tR$

$L = 4H.$

I-5. $v = v_0 [1 - e^{-t/\tau}] = 2 [1 - e^{-0.4}] = 0.66$ V.

I-6. $i = \frac{E}{R} (1 - e^{-Rt/L})$ and $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L} e^{\frac{-Rt}{L}}$

I-7. $\varepsilon = L \frac{dI}{dt} = \varepsilon_0 e^{-Rt/L}$

$\frac{d\varepsilon}{dt} = -\varepsilon_0 R/L\ e^{-Rt/L}$

I–8. (a) स्विच S को लम्बे समय तक चालू करने के बाद प्रेरक से शून्य प्रतिरोध मिलेगा अतः बैटरी से प्रवाहित धारा है

$I = \frac{\varepsilon(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$

(b) $\tau = \frac{L}{R_{eff}} = \frac{L}{R_1 + R_2}$

(c) $I = I_0 e^{-t/\tau} = \frac{\varepsilon}{R_1 e}$

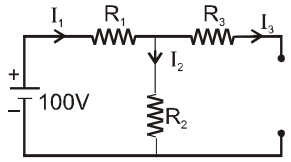
I–9. $\varepsilon = \frac{d\phi_T}{dt} = iR$

चुकिं अतिचालक लुप के लिये $R = 0$

इसलिये ϕ_T = नियत

$$B\pi R^2 + 0 = -B\pi R^2 - LI \Rightarrow I = \frac{2B\pi R^2}{L}$$

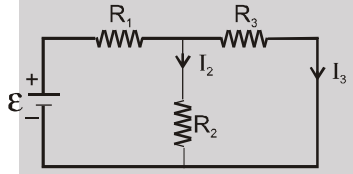
I-10. (a)



$I_3 = 0$

$$I_1 = I_2 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} = \frac{100}{10 + 20}$$

(b)

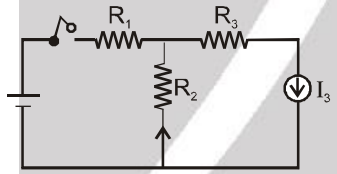


$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{eq}}$$

जहाँ $R_{eq} = \frac{R_2R_3}{R_2 + R_2} + R_1$

$$I_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I_1 \qquad I_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_1$$

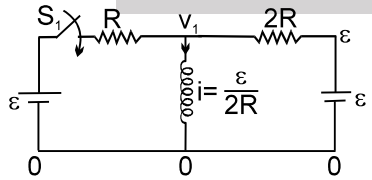
(c)



$I_1 = 0$

$$I_2 = -I_3 = -\frac{R_2}{R_2 + R_3} \times \frac{\varepsilon}{\frac{R_2R_3}{R_2 + R_3} + R_1}$$

I -11. जब S_2 बंद है तो प्रेरक में धारा रहेगी



remains, $i = \frac{\varepsilon}{2R}$

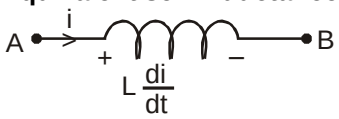
$$\therefore \frac{\varepsilon - V_1}{R} + \frac{\varepsilon - V_1}{2R} = \frac{\varepsilon}{2R} \qquad \left(V_1 = \frac{2\varepsilon}{3}\right)$$

$\therefore$ विद्युत विभान्तर (V) $= \varepsilon - \frac{2\varepsilon}{3} = \frac{\varepsilon}{3}$ Ans.

और $L\frac{di}{dt} = \frac{2\varepsilon}{3} \qquad \frac{di}{dt} = \frac{2\varepsilon}{3L}$

I -12. $\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1}+\frac{1}{L_2} = \frac{1}{L}+\frac{1}{L} = \frac{2}{L}$ या $L_{eq} = \frac{L}{2}$

I-13. **Equivalent self inductance :**



$L = \frac{V_A - V_B}{di/dt}$ ..(1)

Series combination

$V_A - L_1\frac{di}{dt} - L_2\frac{di}{dt} = V_B$ ....(2)

from (1) and (2)

$L = L_1 + L_2$ (separation is large to neglect mutual inductance) **Ans.**

J-1. वि.वा.बल $= \left|M\frac{-\Delta I}{\Delta t}\right|$ या $M = \frac{\text{वि . वा . बल}}{\left|\frac{-\Delta I}{\Delta t}\right|}$.

J-2. वि.वा.बल $= \left|M\frac{-\Delta I}{\Delta t}\right|$.

J-3. बड़े वर्गाकार लूप में प्रवाहित धारा i के कारण उसके केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

$B = \frac{\mu_0 i 2\sqrt{2}}{\pi L}$ Therefore $\phi = Mi = \frac{\mu_0 i 2\sqrt{2}}{\pi L} \times \ell^2$

$M = \frac{2\sqrt{2}\mu_0\ell^2}{\pi L}$ **Ans.**

K-1. (a) 1.0J हाँ, L तथा C में संचित ऊर्जा संरक्षित रहेगी यदि R = 0.

(b) $\omega = 10^3$ rads^{-1}, $\nu = 159$ Hz

(c) $q = q_0 \cos \omega t$

(i) $t = 0, \frac{T}{2}, T, \frac{3T}{2}, ...$ पर संचित ऊर्जा विद्युत क्षेत्र में होगी।

(ii) $t = \frac{T}{4}, \frac{3T}{4}, \frac{5T}{4}.....,$ जहाँ $T = \frac{1}{\nu} = 6.3\text{ms}$, पर संचित ऊर्जा चुम्बकीय क्षेत्र के रूप में होगी अर्थात् विद्युत क्षेत्र में शून्य होगी

(d) $t = \frac{T}{8}, \frac{3T}{8}, \frac{5T}{8}, ...,$ पर $q = q_0 \cos\omega t = \frac{q_0}{\sqrt{2}}$ (जब प्रेरकत्व तथा संधारित्र में संचित ऊर्जा बराबर है।)

K-2. LC परिपथ में कुल ऊर्जा हमेशा संरक्षित रहती है।

$\therefore$ संधारित्र में संग्रहित वैद्युत ऊर्जा + प्रेरण कुण्डली में संग्रहित चुम्बकीय ऊर्जा = $\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C_2}$

$\Rightarrow \quad U_E + U_B = \frac{Q_0^2}{2C_2}$

समय $t = t_1$ पर, $U_B = \frac{1}{3} U_E \Rightarrow U_E = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C_2}\right)$

$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C_2} = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C_2}\right)$

$\Rightarrow \quad Q = \frac{\sqrt{3}}{2} Q_0 \quad \Rightarrow \quad Q_0 \cos\omega t_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} Q_0$

$\Rightarrow \quad \omega t_1 = \frac{\pi}{6} \quad \Rightarrow \quad t_1 = \frac{\pi}{6\omega} = 1.05 \times 10^{-5} = 10.5\ \mu S$

K-3. $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$, i.e. $C = \frac{1}{4\pi^2\nu^2 L}$

For L = 200 μH के लिए, μ = 1200 kHz, C = 87.9 pF.

For L = 200 μH के लिए, μ = 800 kHz, C = 197.8 pF.

The variable capacitor should have a range of about 88 pF to 198 pF.

संधारित्र के लिए परिवर्ती धारिता की परास 88 pF से 198 pF तक है।

भाग - II

A-1. उपरी अर्द्धवृत्त व निचले अर्द्धवृत्त में व्यास (AB) के अनुदिश प्रेरित धारा एक दूसरे को निरस्त करेगी।

A-2. लूप में प्रेरित धारा इस प्रकार होती है कि यह इसके चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करती हैं।

A-3. लूप में प्रेरित धारा इस प्रकार होती है कि यह इसके चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करती हैं।

A-4. चूंकि लूप में चुम्बकीय फ्लक्स, शून्य है अतः प्रेरित धारा भी शून्य हैं।

A-5. $q = \frac{\Delta\phi}{R} \qquad \therefore \quad \Delta\phi = qR$ = आरेख का क्षेत्रफल × R.

B-1. परिनालिका से दूर जाते हुए वलय इसके फ्लक्स में परिवर्तन का विरोध करेगी।

B-2. कुण्डली B में बढ़ते हुए चुम्बकीय फ्लक्स का विरोध करने के लिए प्रतिकर्षण होता हैं।

B-3. पटरियों R, S व चालक P, Q के कारण बने लूप में बढ़ते हुए फ्लक्स का प्रतिरोध करने के लिए Q, P की ओर गति करेगा।

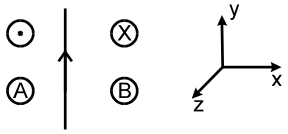
B-4. वृत्ताकार लूपों में बढ़ते हुए चुम्बकीय फ्लक्स का विरोध करने के लिए धारा घटेगी।

B-5. जब कुण्डली क्षेत्र में प्रवेश कर रही है व क्षेत्र से बाहर निकल रही है इसमें चुम्बकीय फ्लक्स बदल रहा है परन्तु जब यह क्षेत्र के अन्दर है इसमें चुम्बकीय फ्लक्स नियत हैं।

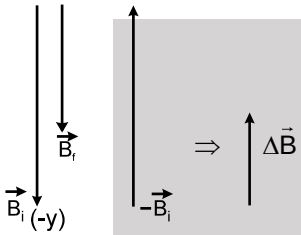
B-6. जब चुम्बक वलय से दूर जाती है तो वलय में फ्लक्स घटता है अतः प्रेरित धारा इस प्रकार होगी कि यह घटते हुए फ्लक्स का विरोध करे अतः वलय एक चुम्बक की तरह व्यवहार करेगी जिसका फलक A उत्तरी ध्रुव व फलक B दक्षिणी ध्रुव हैं।

B-7. चूंकि यहाँ वलय पूरी नहीं (कटी होने के कारण) है, इसलिए इसमें धारा प्रवाहित नहीं होगी। अब, जैसा कि यहाँ कोई धारा नहीं है तो वलय के कारण चुम्बक पर कोई बल कार्यरत नहीं होगा। चुम्बक पर केवल गुरूत्वीय बल होगा।
अतः (A)

B-8. क्षेत्र A और B क्रमशः कागज के बाहर और अन्दर है।



जैसे ही रेखीय तार में धारा कम होती है,चुम्बकीय क्षेत्र भी कम होता है
B के लिए



प्रेरित धारा उत्पन्न करने वाले चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन $(\Delta\vec{B})$, (+)z दिशा में होगा
अतः प्रेरित धारा और प्रेरित वि.वा.ब. इस प्रकार होंगे कि $\Delta\vec{B}$ में परिवर्तन का विरोध करना चाहिए।
अतः, प्रेरित वि.वा.ब. – z दिशा में होना चाहिए। जो कि B में दक्षिणावर्त धारा उत्पन्न करता है।
इसी प्रकार 'A' में वामावर्त धारा उत्पन्न होगी इसलिए (B).

C-1. यदि $\vec{\upsilon} \parallel \vec{\ell}$ या $\vec{\upsilon} \parallel \vec{B}$ या $\vec{\ell} \parallel \vec{B}$ तो $\frac{d\phi}{dt}$ शून्य है। अतः विभवान्तर शून्य हैं।

C-2. जब लूप चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश करता है तो इसमें चुम्बकीय फ्लक्स तब तक परिवर्तित होता है जब तक यह 'a' दूरी तय नहीं कर लेता। अतः लूप में वि.वा.बल प्रेरित होता है फिर इसमें फ्लक्स तब तक नियत रहता है जब तक कि इसका पिछला भाग चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश नहीं कर लेता। इस दौरान कोई वि.वा.बल प्रेरित नहीं होता। जब यह लूप चुम्बकीय क्षेत्र से बाहर निकलता है इसमें चुम्बकीय फ्लक्स कम होता है, और परिपथ में पुनः वि.वा.बल प्रेरित होता है अतः वि.वा.बल के प्रेरित होने वाला कुल समय $\frac{2a}{v}$ हैं।

C-3. $\varepsilon = \vec{B}.(\vec{V} \times \vec{\ell})$
$= (3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}).[1\hat{i} \times 5\hat{j}]$
$\varepsilon = 25$ volt.

C-4. चूंकि $\frac{d\phi}{dt}$ दोनों स्थितियों में समान है अतः प्रेरित वि. वा. बल व प्रेरित धारा भी दोनों स्थितियों में समान होगी।

C-5. MNQ में प्रेरित गतिकिय वि.वा.बल काल्पनिक MQ तार में प्रेरित गतिकिय वि.वा.बल के तुल्य होगा ,

$e_{MNQ} = e_{MQ} = Bv\ell = Bv\,(2R)$

[ℓ = MQ = 2 R]

इसलिए, वलय में उत्पन्न विभवान्तर 2RBv है व Q पर उच्च विभव है।

D-1. छड़ पर बल कार्यरत है क्योंकि चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन के कारण प्रेरित धारा छड़ की गति का विरोध करेगी। अतः छड़ का त्वरण समय के साथ घटेगा। $\frac{dP}{dt} = F\frac{dv}{dt}$ = F × a इस प्रकार बाह्य बल द्वारा प्रदत्त शक्ति की दर लगातार घटेगी।

D-2. $W = (L)F$

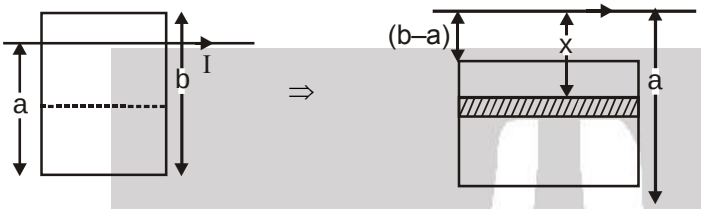
$= L \times ILB$

$= L \times \frac{L^2B^2V}{R} = 1\ J$

D-3. यदि I_A का परिमाण बहुत अधिक है ताकि PQ पर चुम्बकीय क्षेत्र के कारण बल इसके भार से अधिक हो तो यह ऊपर की ओर गति करेगी अन्यथा यह नीचे की ओर गति करेगी।

D-4. $P = F.V = Bi\ell V = B\left(\frac{Bv\ell}{R}\right)\ell V,\ P \propto V^2$

E-1.



$\Rightarrow$

$$\int d\phi = \int \frac{\mu_0 I}{2\pi x}(bdx)$$

$$\phi = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi}\int_{(b-a)}^{a}\frac{dx}{x}$$

$$\phi = \frac{\mu_0 Ib}{2\pi}\ell n\left(\frac{a}{b-a}\right).$$

E-2. चूंकि तार AB के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र की बल रेखाऐं वृत्ताकार है, इसलिए वृत्ताकार लूप से पारित चुम्बकीय फ्लक्स शून्य होगा, अतः लूप में प्रेरित वि.वा.बल शून्य होगा।

F-1. चूंकि छड़ के घूर्णन के कारण चुम्बकीय फ्लक्स में कोई परिवर्तन नही हैं अतः छड़ के दोनों सिरो के मध्य विभवान्तर शून्य है।

F-2. $\varepsilon = \int_{7cm}^{10cm} B(\omega x)dx$

$= B\omega\left[\frac{x^2}{2}\right]_{7cm}^{10cm}$

$= \frac{2 \times 10}{2} \times (100 - 49) \times 10^{-4}$

$= 10^{-3} \times 51 = 0.051$ volt.

F-3. यहाँ प्रभावी लंबाई 2R है

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

F-4. $I = \frac{\frac{1}{2}B\omega L^2}{R} = \frac{\frac{1}{2}\times 0.10 \times 40 \times (5 \times 10^{-2})^2}{1}$.= 5 mA

F-5. **विकल्प –** व्यास का घूर्णन निचले बिन्दु के सापेक्ष लेने पर :-

A पर तल के सापेक्ष $e = \frac{B\omega(2r)^2}{2} = 2Bvr$ (चूंकि शुद्ध घूर्णन है)

और B पर तल के सापेक्ष $e = -2Bvr$

इसलिए इन दोनों बिन्दुओं के मध्य विभवान्तर $= 4Bvr$

इसलिए (C)

G-1. $EMF = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{dB\pi r^2}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt}$ or $E = \left(\frac{EMF}{r}\right) = \left(\frac{\pi dB}{dt}\right) r$

or $E \propto r$ for $r \le R$.

$E \propto \frac{1}{r}$ for $r > R$.

G-2. यदि छड़ PQ के साथ परिपथ Q C P पूर्ण किया जाये तो प्रेरित धारा की दिशा Q से C होकर P की ओर होगी। अतः P की अपेक्षा Q उच्च विभव पर है।

G-3. $a = \frac{qE}{m} = \frac{1}{2}\frac{eR}{m}\frac{dB}{dt}$ बांयी ओर

G-4. जैसे–जैसे क्षेत्र परिवर्तित होगा, वलय में धारा प्रेरित होगी।

G-5. चूंकि नलिका बहुत लम्बी है एवं प्रेरित धारा के कारण चुम्बकीय बल निरन्तर इसकी गति के विपरीत लगता है। अतः यह नियत चाल प्राप्त कर लेगी।

H-1. $L = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{\ell}$

तार की लम्बाई $= N\,2\pi r =$ अचर $(= C,$ माना$)$

$\therefore \quad L = \mu_0 \left(\frac{C}{2\pi r}\right)^2 \frac{\pi\ r^2}{\ell} \qquad \therefore \quad L \propto \frac{1}{\ell}$

$\therefore$ इसलिए स्वप्रेरकत्व 2L होगा

H-2. $L = \mu_0 n^2 \pi r^2 \ell$

$A = \pi r^2$

$n = \frac{N}{\ell} \quad \Rightarrow \quad L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$

दिये गए मान रखने पर, यह देख सकते हैं कि यह परिनालिका संख्या - 4 के लिए अधिकतम होगा।

I -1. $L_1 \frac{di_1}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt}$

or $L_1 di_1 = L_2 di_2$ or $L_1 i_1 = L_2 i_2$

$\therefore \frac{i_1}{i_2} = \frac{L_2}{L_1}$

I-2. $i = i_0\left(e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$ or $t = \dfrac{2}{\ln\left(\frac{10}{9}\right)}$.

I-3. प्रारम्भ में प्रेरक अनन्त प्रतिरोध उत्पन्न करेगा अतः धारा i_1 , 1A होगी। अन्त में स्थायी अवस्था में प्रेरक शून्य प्रतिरोध देगा एवं बैटरी से धारा i_2, 1.25 A होगी।

I-4. $R = v/I$
$\tau = L/R = 1$ ms.

I-5. कारण (क्षेत्र में कमी) का विरोध करने के लिए धारा बढ़ती है।

I-6. $L_{eff} = 2H$
प्रेरक कुण्डली में संग्रहित ऊर्जा $= \frac{1}{2} LI^2$
$= 1/2 \times (2) \times (1)^2 = 1J.$
प्रतिरोध मे क्षयित ऊर्जा $= I^2RT = 1^2 \times 10 \times 10 = 100$ J
अतः अभीष्ट अनुपात $\dfrac{1}{100}$.

I -7. $I = I_1 + I_2$
$I_1 = E/R$
$L\dfrac{dI}{dt} = E.$ $I_2 = \dfrac{Et}{L}$
$I = E/R + \dfrac{Et}{L}$
$I = 12A.$

I-8. $E = \frac{1}{2} LI^2$ $E = \frac{1}{2} L\frac{V^2}{R^2}$
$= 1/2 \times 5 \times 10^{-3} \times (1)^2 = 2.5$ mJ.

I-9. $U = \frac{1}{2} LI^2$
$P = I^2R$
या $\dfrac{2U}{P} = \dfrac{L}{R} = \tau.$

J-1. वि वा ब $= \left|-M\dfrac{dI}{dt}\right|$ $25 \times 10^{-3} = M \times 15$
या $M = 5/3 \times 10^{-3}$ H
$\phi = MI = 5/3 \times 10^{-3} \times 3.6 = 6.00$ mWb.

J-2. $\phi = M \times I$
$\dfrac{\int_{d}^{d+b} B.ds}{I} = M$
$M = \dfrac{\mu_0 a}{2\pi} \ell n\dfrac{b+d}{d}$ अतः $M \propto a$.

J-3. $M_{max} = \sqrt{L_1 L_2} = \sqrt{100 \times 400}$ mH = 200 mH.

J-4. क्योंकि तार के कारण वलय में फ्लक्स शून्य होगा अतः अन्योन्य प्रेरण शून्य होगा।

K-1. $f = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{L_{eff} \times c_{eff}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{3L \times 3C}} = \frac{1}{6\pi\sqrt{LC}}$.

K-2. $C_{eq} = 3C$
$Q_{eq} = 3Q$
$E = \frac{1}{2} \frac{Q^2_{eq}}{C_{eq}} = \frac{3Q^2}{2C}$.

K-3. जब कुंजी K_1 खुला है और K_2 बन्द है, यह L–C परिपथ होगा, इसलिए ऊर्जा संरक्षण लगाने पर :

$\frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} Li^2$; $Q_0 = C_{eq}V = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} \cdot V = (20 \times 10^{-6})$

$\frac{(20 \times 10^{-6})^2}{2 \times 2 \times 10^{-6}} = \frac{1}{2} (0.2 \times 10^{-3}) i^2 \Rightarrow i = 1$ A

भाग - III

1. जब दोनों S_1 तथा S_2 या तो खुली या बन्द है, ad से जाने वाली धारा शून्य होगी। जब S_1 बन्द है, तो धारा 2×10^{-7} A, a से d की ओर प्रवाहित होती है। जब S_2 बन्द है, तो धारा 2×10^{-7} A, d की a की ओर प्रवाहित होती है।

2. (A) धारावाही तार के कारण लूप में चुम्बकीय क्षेत्र पेज के तल के अन्दर होगा। अतः धारा बढ़ने से सम्बन्धित फ्लक्स भी बढ़ेगा। अतः धारा इस प्रकार प्रेरित होगी कि यह लूप के फ्लक्स को घटाये अतः लूप में प्रेरित धारा वामावर्त होगी। लूप के बायें तरफ धारा ऊर्ध्वाधर नीचे की तरफ होगी अतः तार द्वारा प्रतिकर्षित होगा लूप के दांये तरफ धारा ऊपर की तरफ होगी अतः तार द्वारा आकर्षित होगा चूंकि लूप का बांया भाग तार के पास है। अतः प्रतिकर्षी बल ज्यादा प्रभावी होगा। अतः तार लूप को प्रतिकर्षित करेगा।
(B) (A) का व्युत्क्रम होगा।
(C) जब लूप तार से दूर जाता है। तो चुम्बकीय फ्लक्स घटता है। अतः इस स्थिति में विकल्प (B) के समान होगा।
(D) जब लूप तार की तरफ गति करेगा तो फ्लक्स बढ़ेगा अतः इस स्थिति में विकल्प (A) के समान होगा।
जब धारा परिवर्तित होती है तो लूप पर कोई बल आघूर्ण कार्य नहीं करता है।

EXERCISE-2

भाग-I

1. जब कुंजी S को बन्द किया जाता है, तो Q से पारित चुम्बकीय क्षेत्र दायें से बायीं ओर की दिशा में बढ़ता है। अतः लेन्ज नियमानुसार Q में प्रेरित धारा I_{Q1} ऐसी दिशा में बहेगी, जिससे I_{Q2} के कारण चुम्बकीय बल रेखाऐं Q से बायें से दायीं ओर जाए। यह तभी संभव है, जब I_{Q1} E के अनुसार वामावर्त दिशा में प्रवाहित हो। कुंजी खोलने पर प्रक्रम उलट होता है अर्थात् I_{Q2} E के अनुसार दक्षिणावर्त दिशा में बहती है।

2. शक्ति $P = \frac{e^2}{R}$

यहाँ e = प्रेरित वि.वा.बल $= -\left(\frac{d\phi}{dt}\right)$ जहाँ $\phi = NBA$

$\therefore$ $e = -NA\left(\frac{dB}{dt}\right)$

also $R \propto \frac{1}{r^2}$

जहाँ R = प्रतिरोध, r = त्रिज्या , ℓ = लंबाई

$\therefore \quad P \propto \frac{N^2r^2}{\ell} \quad \therefore \quad \frac{P_1}{P_2} = 1$

3. $\phi_A = \frac{\mu_0 i\pi R^2}{2\pi(R^2+x^2)^{3/2}}.\pi r^2$

$E_A = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 i\pi}{2} R^2 r^2 (-3/2)(R^2+x^2)^{-5/2} . 2x (v)$

E_A अधिकतम है जब $\frac{dE_A}{dx} = 0$

$\Rightarrow \quad \frac{d}{dx}\frac{x}{(R^2+x^2)^{5/2}} = 0$

या $\quad (R^2+x^2)^{5/2} - \frac{5x}{2}(R^2+x^2)^{3/2} 2x = 0$

या, $\quad R^2 + x^2 - 5x^2 = 0$

या, $\quad x = \frac{R}{2}$ **Ans.**

4. $E = \frac{d\phi}{dt} = \frac{Bd(b\ell)}{dt}$

$= Bbv = B \times 2 \times 10^{-2} \times 20 = 0.40\ B$

$\Delta t = \frac{1\times10^{-2}}{20} = 5 \times 10^{-4}$ sec $= 500\ \mu$ sec

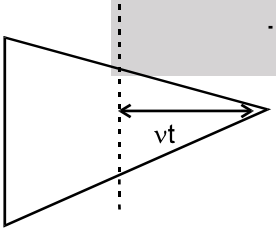
$t = \frac{6\times10^{-2}}{20} = 3 \times 10^{-3}$ sec $= 3000\ \mu$ sec

Ans. (A)

5. $e = \frac{BdA}{dt}$

$= \frac{Bd}{dt}(\pi r^2) = B2\pi r\frac{dr}{dt}$

6.



$A = 1/2 \times 6 \times 4 - 1/2 \times 2\ vt \tan 37^o \times vt$

$\Rightarrow \quad \phi = B\ A$

$\Rightarrow \quad e = \frac{-d\phi}{dt} = + Bv^2 \frac{3}{4} \times 2t = iR'$

$i \alpha t$

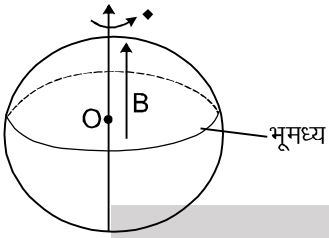
$p \alpha t^2$

$\Rightarrow \quad P \propto t^2$ (परवलयकार परिवर्तन)

7. $\frac{B\omega r^2}{2} = 10\ \frac{i}{2} + 10\ i$

$\frac{(50)\ (20)\ (0.1)^2}{2} = \frac{30\ i}{2}$, $i = \frac{1}{3}$ A

8.



भूमध्य को चुम्बकीय क्षेत्र B के लम्बवत् R_e त्रिज्या व ω कोणीय चाल से घूमती हुई चालक वलय के रूप में देख सकते हैं।

$\therefore$ इसके केन्द्र व परिधि के सापेक्ष विभवान्तर = $\frac{B\omega R_e^2}{2}$

ध्रुव पर विभव = पृथ्वी की अक्ष पर विभव i.e. O बिन्दु पर विभव

$\therefore V_{eqvator} - V_{pole} = \frac{B\omega R_e^{\ 2}}{2}$

9. $\int E.d\ell = -\frac{d\phi}{dt}$ $\quad E \times 2\pi R = \pi R^2 \frac{dB}{dt}$

$E = \frac{R}{2} \times 8t = R8$

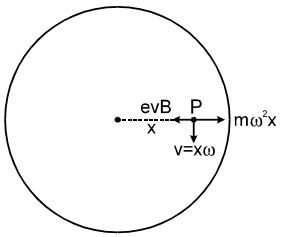
$(qE)R = (\mu mg)\ R$

$\mu = \frac{8qR}{mg}$

10. $\int E d\ell = \varepsilon$, $E = \frac{r}{2}\frac{dB}{dt}$, $\quad E\cos\theta = \frac{r\cos\theta}{2}\ B_0 = \frac{h}{2}\ B_0$

$V_Q - V_P = \left(\frac{h}{2}B_0\right) 2\ell = B_0\ \ell\ \sqrt{R^2 - \ell^2}$

11. माना चकती के केन्द्र से x दूरी पर बिन्दु P पर कोई मुक्त इलेक्ट्रॉन है।
मुक्त इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला चुम्बकीय बल = evB = $e\omega$xB (बायीं ओर)
इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला अपकेन्द्रीय बल = $m\omega^2$x. (दांयी ओर)
P पर कुल बल शून्य होने के लिए



i.e., $\quad e\omega x\ B = m\omega^2 x$

या $\quad \omega = \frac{eB}{m}$

मुक्त इलेक्ट्रॉनों का त्रिज्यीय प्रवाह नहीं होगा, अतः कोई वि.वा.बल उत्पन्न नहीं होगा।

Ans. $\frac{eB}{m}$

12. (B)

$V_A - V_B = RI + L\frac{dI}{dt}$ को प्रयोग करने पर

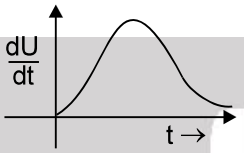
$140 = 5R + 10\,L$

$60 = 5R - 10\,L$

$\Rightarrow$ $L = 4H.$ **Ans.**

13. प्रेरकत्व में ऊर्जा वृद्धि की दर $= \frac{dU}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}\ Li^2\right) = Li\frac{di}{dt}$

प्रेरकत्व में समय t पर धारा :



$i = i_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ तथा $\frac{di}{dt} = \frac{i_0}{\tau}\ e^{-\frac{t}{\tau}}$

$\therefore$ $\frac{dU}{dt} = \frac{Li_0^2}{\tau}\ e^{-\frac{t}{\tau}}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$\frac{dU}{dt} = 0$ $t = 0$ और $t = \infty$ पर

इसलिए E को ग्राफ से अच्छी तरह प्रदर्शित किया जा सकता है :

14. $V_{ab} = L\ \frac{dI}{dt} + IR$

$8 = L \times 1 + 2 \times R$

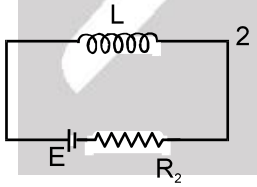
$4 = -L \times 1 + 2 \times R$

समीकरण हल करने पर प्राप्त होगा

we get $R = 3\Omega$

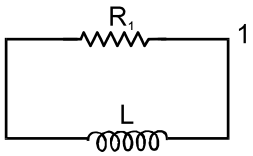
$L = 2H.$

15. जब स्विच S एक लम्बे समय से (2) पर है, तब प्रेरण में संचित ऊर्जा होगी :



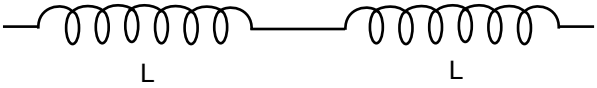
$U_B = \frac{1}{2}\ Li_0^2 = \frac{1}{2}.L.\left(\frac{E}{R_2}\right)^2 = \frac{L.E.^2}{2R_2{}^2}$

यह सम्पूर्ण ऊर्जा R_1 प्रतिरोध को प्रेरक से जोड़ने पर ऊष्मा ऊर्जा के रूप में क्षय हो जाएगी, जब कोई स्रोत परिपथ में नहीं है।



Hence (A).

16.

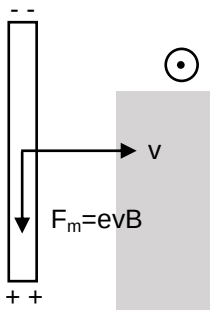


$M = k\sqrt{L_1L_2} = L$

$\phi = LI + LI + 2mI = 4\,LI = LeqI$

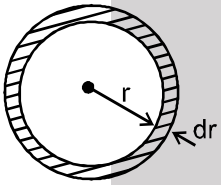
$Leq = 4L$

17.



भाग - II

1.



$d\varepsilon = -\frac{Ndr}{a} \times \pi r^2 . \frac{dB}{dt}$

यहाँ $\frac{dB}{dt} = B_o\,\omega\,\cos\omega t$ $d\varepsilon = -\frac{N}{a}\,\pi r^2 \,.\, B_o\,\omega\cos\omega t\, dr$

$\varepsilon = \int d\varepsilon = \frac{B_o\omega\pi N\cos\omega t}{a}$ $\varepsilon = -\frac{B_o\omega\pi N\cos\omega t}{a}\left[\frac{r^3}{3}\right]_o^a$

$\varepsilon = -\frac{B_o\omega\pi N\cos\omega t.a^2}{3}$ आयाम $\varepsilon_o = \frac{1}{3}\,\pi a^2 N\,\omega B_o$

x = 3 **Ans.**

2. किसी समय छड़ का वेग v है (माना) तब तुल्य परिपथ और स्वतंत्र वस्तु चित्र (F.B.D.) (A) और (B) में क्रमशः दिखाया गया है

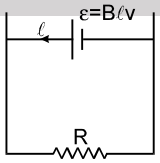


Figure (A)

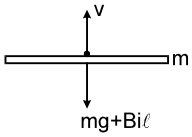


Figure (B)

न्यूटन की गति का दूसरा नियम लागू करने पर

$\frac{mdv}{dt} = -(mg + Bil)$ .....(1)

जहाँ $i = \frac{B\ell v}{R}$ .....(2)

समीकरण (1) व (2) से

$$\frac{mdv}{dt} = -\left(mg + \frac{B^2\ell^2 v}{k}\right)$$

उचित सीमाओं में समाकलित करने पर $\int_{u}^{0} \frac{m\ dv}{mg + \frac{B^2\ell^2 v}{R}} = \int_{0}^{t} -\ dt$

$$t = \frac{m\ R}{B^2\ell^2}\ \ell n\ \frac{mg + \frac{B^2\ \ell^2\ u}{R}}{mg}$$ **Ans.**

Put values $t = \frac{\ell n 10}{90}$ $x = 90$

3. सीमान्त वेग के लिए,

$Mg = ILB$

यहाँ $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{BV_0L}{R_{eq}}$

$$Mg = \frac{B^2L^2V_0}{R_1R_2/R_1 + R_2}$$

$V_0 = Mg.\ \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}\ \frac{1}{B^2L^2}$ .....(i)

दिया गया है

$I_1^2\ R_1 = 0.76$ .....(ii)

& $I_2^2\ R_2^2 = 1.2$ .....(iiii)

जहाँ $I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1}$ and $I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2}$

समीकरण (i), (ii) तथा (iii) को हल करें

method II (Better sol.)

गुरूत्वाकर्षण बल की शक्ति = $P_1 + P_2$

$mg\ V_T = 0.76 + 1.20$

अतः, $V_T = 1$ m/s

$\varepsilon = BV_T\ell = 0.6$ volt $P_1 = \frac{\varepsilon^2}{R_1}$

$\therefore R_1 = \frac{\varepsilon^2}{P_1} = \frac{(0.6)^2}{0.76}$

$R_1 = \frac{36}{76}\ \Omega$

इसी प्रकार $R_2 = \frac{0.36}{1.20} = \frac{3}{10}\Omega$

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{30}{19}$

4. $F - I\ell B = ma$

$$F - \left[\frac{Bv\ell}{R} + c\frac{d}{dt}Bv\ell\right] \ell B = ma$$

$$F - \frac{Bv\ell}{R} \times \ell B = ma + C\ell^2 B^2 a$$

$$F - \frac{B^2\ell^2}{R}v = (m + C\ell^2 B^2)\frac{dv}{dt}$$

$$\int_0^v \frac{dv}{F - \frac{B^2\ell^2}{R}v} = \frac{1}{(m + C\ell^2B^2)}\int_0^t dt .$$

$$v = \frac{FR}{B^2\ell^2}\left(1 - e^{\left[\frac{-B^2\ell^2 t}{R(m + B^2\ell^2 C)}\right]}\right),$$

Put values $v =$ $v = 5(1 - e^{-25\times10^4\times t})$

5. $\int$(मूल बलों का बलाघूर्ण) = परिणामी बल का बलाघूर्ण

$$\frac{\mu_0 I_0}{2\pi} I\int\frac{xdx}{x} = F_0\ \bar{x} = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi} I\ \ell n\left(\frac{b}{a}\right)\bar{x}$$

$$\Rightarrow \quad \bar{x} = \frac{b - a}{\ell n(b/a)}$$

$$\Rightarrow \quad \bar{x} = \frac{2a}{\ell n3}$$

$x = 3$

6. $EMF = -\frac{d\phi}{dt} = (B_2 - B_1)\ell v$

$$EMF = \ell v\left(\frac{\mu_0 i}{2\pi a} - \frac{\mu_0 i}{2\pi(a + \ell)}\right) = \frac{\mu i\ell^2 v}{2\pi a(a + \ell)} .$$

Put values $x = 12$

7. फ्लक्स $= \phi = \vec{A}\cdot\vec{B} = -\left(\frac{a^2}{2}\theta\right)$ B

$$\phi = -\frac{a^2}{2}\left(\frac{\beta t^2}{2}\right) B$$

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{a^2 B\beta t}{2}(-1)^n$$

Put values
$x = 4$

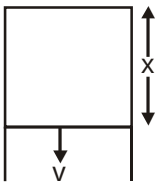
8. $q = \int Idt$

$$q = \int\frac{1}{R}\frac{d\phi}{dt}dt \qquad q = \frac{\Delta\phi}{R}$$

$$q = \frac{\mu_0 aI}{2\pi\ R}\ell n\frac{b + a}{b - a}$$

Put values $x = 3$

9.



$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = A\frac{dB}{dt} + B\frac{dA}{dt} = (\ell x)\frac{dB}{dt} + B(V\ell)$

$\varepsilon_i = 3/2\ \omega\ell \frac{dB}{dt} t^2 = 12$ mV.

10. $i = i_0 [1 - e^{-tR/\ell}]$

जब $t = 0.1\ \ell n\ 2$ पर S_1 व S_2 चालू किये जाते है

$i = \frac{100}{10}\left[1 - e^{-\frac{10\times 0.1\ell n2}{1}}\right]$

$i = 10\left[1 - \frac{1}{2}\right] = 5A.$

जब $t = 0.2\ell n2 - 0.1\ell n2$ पर S_2 को खोला जाता है

$i' = \frac{100}{50}\left[1 - e^{-\frac{50\times 0.1}{1}\ell n2}\right] + 5e^{\frac{-50\times 0.1\ \ell n\ 2}{1}}$

$i' = 2 \times \left[1 - \frac{1}{32}\right] + \frac{5}{32}$

$i' = 2\times\frac{31}{32} + \frac{5}{32} = \frac{67}{32} A$

11. $t \geq 0.$ के लिए परिपथ की समीकरण निम्न रूप में लिखी जाएगी

$$Ri + \frac{L}{\eta}\frac{di}{dt} = \xi$$

$t = 0$ पर प्रेरकत्व में परिवर्तन के ठीक पश्चात

$i = \eta\frac{\xi}{R}$, है अतः प्रेरकत्व से फ्लक्स परिवर्तन अपरिवर्तित रहता है। उपर्युक्त समीकरण का हल

$$i = A + Be^{-t/C}$$

रूप में प्राप्त करेगे। $C = \frac{L}{\eta R}$, $B = \eta - 1$, $A = \frac{\xi}{R}$ प्रतिस्थापित करने पर

अतः $i = \frac{\xi}{R}(1 + (\eta - 1)\ e^{-\eta Rt/L})$.

12. EMF वि० वा० बल $= -\frac{d\phi}{dt} = \left(\frac{\pi a^2\mu_0\omega}{2b}\right)^2 \frac{I\cos 2\omega t}{R}$.

13. $i' = \frac{EMF}{R} = -\frac{d\phi}{Rdt} = -\frac{d\int Bds}{Rdt} = \frac{\mu_0\ ab}{2\pi R}\ \ell n\frac{4}{3}$

$F = \int BId\ell = \frac{\mu_0^2\ Iab}{12\ \pi^2\ R}\ \ell n\ \frac{4}{3}.$

14. $f_2 = \mu_0 n_1 I_1 \times A_2 N_2$

$$M = \frac{\phi_2}{I_1} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A_2}{\ell_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4000 \times 2000 \times 4 \times 10^{-4}}{200 \times 10^{-2}} = 6.4\ \pi \times 10^{-4}\ H$$

15. 900μF संधारित्र में संग्रहित ऊर्जा

$V_1 = 1/2 \times 900 \times 10^{-6} \times (100)^2 = 4.5\ J$

100μF संधारित्र में संग्रहित अंतिम ऊर्जा

$V_2 = 1/2 \times 100 \times 10^{-6} \times (300)^2 = 4.5\ J$

900μF संधारित्र की समस्त ऊर्जा 100μF संधारित्र को स्थांतरित हो गई है यह 900μF संधारिख में संग्रहित वैद्युत उर्जा पहले प्रेरकत्व में चुम्बकीय उर्जा के रूप में संग्रहित होती है व पुनः वैद्युत उर्जा में परिवर्तन होता है। S_2 व S_1 के उपयुक्त प्रयोग से LC परिपथ में वैद्युत से चुम्बकीय उर्जा व विपरीत क्रम में रूपांतरण T/4 समय मे होता है जहां $T = 2\pi\sqrt{LC}$ वैद्युत दोलन का आवर्तकाल है अतः

$T_1 = 2\pi\sqrt{10 \times 900 \times 10^{-6}} = 0.6s$ ओर $T_2 = 2\pi\sqrt{10 \times 100 \times 10^{-6}} = 0.2s$

अतः कुंजि S_2 को 0.6/4 = 0.15s के लिए बन्द किया जाता है इस दौरान 900 μF संधारित्र पूर्ण निरावेशित हो जाता है प्रेरकत्व में धारा पूर्णतः स्थापित हो जाता है अब S_2 खोली जाती है उसी समय कुंजी S_1 बन्द कर दी जाती है t = 0.2/4 = 0.05 s के लिए जिस दौरान प्रेरकत्व में धारा लूप्त हो जाती है व 100μF संधारित्र पूर्णतः आवेशित हो जाती है। इस समय पश्चात कुंजि S_1 भी खोल दी जाती है 100 μF का संधारित्र अब 300 V पर आवेशित किया जाता है।

अतः $t_1 = 0.15s$ ओर $t_2 = 0.05\ s$

16. $\tau_C = \tau_L = 1$ sec.

$q_C = (1 - e^{-t})$, $i_L = (1 - e^{-t})$

$$U_i = U_f \Rightarrow \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} Li_m^2$$

$$\Rightarrow 1\,(1-e^{-1})^2 + 1\,(1-e^{-1})^2 = i_m^2 \Rightarrow i_m = \sqrt{2}\left(1 - \frac{1}{e}\right) A$$

$$\frac{1}{2}\frac{q_m^2}{c} = \frac{1}{2} Li_m^2 \Rightarrow q_m = \sqrt{2}\left(1 - \frac{1}{e}\right) \text{Coul.}$$

$$q = q_m \cos(\omega t + \phi) \Rightarrow (1 - e^{-1}) = \sqrt{2}\,(1 - e^{-1})\cos\phi \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{4}$$

$$\text{Hence } q = \sqrt{2}\,(1 - e^{-1})\cos\left(t + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\sqrt{2}\,(1 - e^{-1})\cos\left(t + \frac{\pi}{4}\right) = 0.89\cos\left(t + \frac{\pi}{4}\right) \textbf{ Ans.}$$

भाग - III

1. चुम्बकीय क्षेत्र कार्य नही कर सकता।

2. बाह्य कारक द्वारा कार्य किये जाने की दर है :

$\frac{dw}{dt} = \frac{BIL.dx}{dt} = BILv$ और ऊष्मीय ऊर्जा जो प्रतिरोध में क्षय हुई है $= eI = (BvL)\,I$

दोनों बराबर है इसलिए (A)

अगर लगाया गया बल दुगना किया जाए तब छड़ पर एक परिणामी बल व त्वरण लगेगा। परिणाम स्वरूप वेग बढ़ता है, इसलिए (B)

चूँकि ; $I = \frac{e}{R}$

'R', को दुगना करने पर, धारा और आवश्यक शक्ति आधी रही जाएगी।

Since, P = BILv Hence (D).

3. वलय में वि.वा.बल प्रेरित होगा यदि फ्लक्स में परिवर्तन हो जो कि इसके व्यास के पूरितः घूर्णन से या विरूपण से हो सकता हैं। इसलिए , P = BILv

इसलिए (D).

4. $e = -\frac{d\phi}{dt}$, $e = -\frac{dBA\sin\omega t}{dt} = -BAw\cos\omega t.$

5. (A) $i = \frac{Bv\ell}{r}$ (a to b) (B) $mg - \frac{B^2\ell^2v}{r} = m\frac{dv}{dt}$ $\therefore$ $acc^n = \frac{dv}{dt} = g - \frac{B^2\ell^2v}{mr}$

$mg - Bi\ell = \frac{B\ell(Bv_m\ell)}{r}$, $v_m = \frac{mgr}{B^2\ell^2}$

(C) $\int_0^v \frac{dv}{g - \frac{B^2\ell^2v}{mr}} = \int_0^t dt$ $\therefore$ $v = v_m\left(1 - e^{\frac{-gt}{v_m}}\right)$

(D) $\frac{ds}{dt} = v$ $\int_0^s ds = \int_0^t v_m\left(1 - e^{\frac{-gt}{v_m}}\right)dt$

$s = v_mt - \frac{v_m^2}{g}\left(1 - e^{\frac{-gt}{v_m}}\right)$

(g) प्रति सेकण्ड उत्पन्न ऊष्मा = $i^2r = \left(\frac{B^2v_m^2\ell^2}{r^2}\right)r = mgv_m$

6. अतिचालक पाश से चु. बल रेखाए पारगमित
नही होती अतः $\varepsilon = 0$
$d\phi/dt = 0$
या ϕ = नियतांक

7. प्रेरित वि.बा.बल $= -L\frac{di}{dt} \neq 0$, बची हुई राशियाँ शून्य है

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

$\frac{dU}{dt} = LI\frac{dI}{dt} = RI_0^2(1 - e^{-t/\tau})e^{-t/\tau}$

$\frac{dU}{dt}$ अधिकतम है जब $e^{-t/\tau} = \frac{1}{2}$ or या $\left(\frac{dU}{dt}\right)_{max} = \frac{E^2}{4R} = 1$ W.

therefore the current at that instant is $\frac{E}{2R} = 1A$

9. चुम्बकीय बल रेखाएं उत्तरी ध्रुव से बाहर निकलती हैं व चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव के अन्दर जाती हैं। जब उत्तरी ध्रुव वलय के सामने होता है तथा चुम्बकी इसकी ओर गति करती है तो वलय में फ्लक्स बढ़ता है एवं वलय में वामावर्त दिशा में धारा प्रेरित होती है। इसी प्रकार जब दक्षिणी ध्रुव वलय के सामने होता है एवं चुम्बक इससे दूर जाती हैं तो वलय में दक्षिणावर्त दिशा में धारा प्रेरित होती है

10. Since $P_2 = P_2$ or $i_1v_1 = i_2v_2$ & $\dfrac{L_1\frac{di_1}{dt}}{L_2\frac{di_2}{dt}} = \dfrac{v_1}{v_2}$

or $\dfrac{v_1}{v_2} = 4$ & $\dfrac{i_1}{i_2} = \dfrac{1}{4}\ \dfrac{w_2}{w_1} = \dfrac{\frac{1}{2}L_2I_2^2}{\frac{1}{2}L_1I_1^2} = 4$.

भाग - IV

1. $\dfrac{dB}{dt} = 2T/s$

$E = -\dfrac{AdB}{dt} = -800 \times 10^{-4}\ m^2 \times 2 = -0.16\ V$

$i = \dfrac{0.16}{1\ \Omega} = 0.16$ A, दक्षिणावर्त

2. t = 2 s पर – B = 4T; $\dfrac{dB}{dt} = 2T/s$

$A = 20 \times 30\ cm^2$

$= 600 \times 10^{-4}\ m^2$; $\dfrac{dA}{dt} = -(5 \times 20)\ cm^2/s$

$= -100 \times 10^{-4}\ m^2/s$

$E = -\dfrac{d\phi}{dt} = -\left[\dfrac{d(BA)}{dt}\right] = -\left[\dfrac{BdA}{dt} + \dfrac{AdB}{dt}\right]$

$= -[4\times(-100 \times 10^{-4}) + 600 \times 10^{-4} \times 2] = -[-0.04 + 0.120] = -0.08$ v

विकल्प

$\phi = BA = 2t \times 0.2\ (0.4 - vt)$

$= 0.16t - 0.4\ vt^2$

$E = -\dfrac{d\phi}{dt} = 0.8\ vt - 0.16$

t = 2s पर

E = – 0.08 V

3. t = 2s पर तार की लम्बाई = (2 × 30 cm) + 20 cm = 0.8 m

तार का प्रतिरोध = 0.8 Ω

छड़ से प्रवाहित धारा = $\dfrac{0.08}{0.8} = \dfrac{1}{10}$ A

तार पर बल = il B = 1/10 × (0.2) × 4 = 0.08 N

छड़ पर समान बल विपरीत दिशा में परिणामी बल शून्य करने के लिए लगाते हैं।

4. सिरो के मध्य प्रेरकत्व व विभवान्तर समय के साथ परिवर्तित नही होगें

5. छड प्रवेशित कराने के पश्चात भी परिपथ में धारा समय के साथ बढेगी जब तक कि स्थायी अवस्था प्राप्त न हो जाए।

6. स्थायी अवस्था में प्रेरकत्व शून्य प्रतिरोध देता है अतः $I = \varepsilon/R$.

EXERCISE-3

भाग - I

1. As the magnetic field is greater, the critical temperature is lower and as B_2 is larger than B_1. Graph 'A' is correct.

2. For $B = 0$ $T_C = 100$ k
$B = 7.5$ T $T_C = 75$ k

3. वृत्ताकार वलय द्वारा फ्लक्स

$$\phi = (\mu_0 ni)\,\pi r^2$$

$$\phi = \frac{\mu_0}{L}\pi r^2\, I_0 \cos 300\, t$$

$$i = \frac{d\phi}{Rdt}$$

$$i = \frac{\mu_0 \pi r^2 I_0}{RL} \cdot \sin 300\, t \times 300$$

$$= \mu_0 I_0 \sin 300\, t \left[\frac{\pi r^2 .300}{RL}\right]$$

$$M = I \cdot \pi r^2$$

$$= \mu_0 I_0 \sin 300\, t \left[\frac{\pi^2 r^4 .300}{RL}\right] \qquad (\pi^2 = 10 \text{ लें})$$

$$= \frac{10\times10^{-4}\times300}{100\times10}$$

$N = 6$ **Ans.**

4. प्रेरित विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र के लिये सही है

5. $B = \dfrac{\mu_0 iR^2}{2(R^2+X^2)^{3/2}}$

$$B = \frac{\mu_0 iR^2}{2(R^2+3R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 iR^2}{2(4R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 iR^2}{2.2^3.R} = \frac{\mu_0 i}{16R}$$

$\phi = NBA\cos45°$

$$= 2\frac{\mu_0 i}{16R}a^2\frac{1}{\sqrt{2}}$$

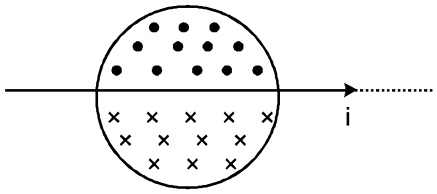
$$\phi = \frac{\mu_0 i a^2}{8\sqrt{2}R}$$

$$M = \frac{\phi}{i}$$

$$M = \frac{\mu_0 a^2}{2^{7/2}R} = \frac{\mu_0 a^2}{2^{P/2}R}$$

$P = 7$

6.



$(\phi)_{loop} = 0$ सभी स्थितियों के लिए

अतः प्रेरित विद्युत वाहक बल = 0

7. $\int E.dl = -A\frac{dB}{dt}$

$E.2\pi R = -\pi R^2 B$

$E = \frac{-BR}{2}$

Alternat

$E2\pi R = \frac{-d\phi}{dt} = -\pi R^2 \frac{dB}{dt}$

$E = \frac{-R}{2}\frac{dB}{dt} = \frac{-BR}{2}$

8. चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण $M = \gamma J$

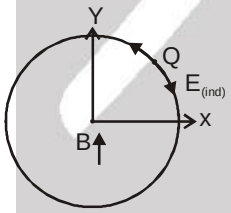
$\Delta M = \gamma \Delta J$--------(i)

$\frac{\Delta J}{\Delta t} = -Q\frac{dB}{dt}.\frac{R}{2}R.$

$\Delta J = -\frac{QB}{2}R^2$

अतः $\Delta M = -\frac{\gamma QBR^2}{2}$

Alternet



$\frac{M}{L} = \frac{Q}{2m}$

$M = \frac{Q\omega}{2\pi}\pi R^2 = \frac{Q\omega R^2}{2}$ *

प्रेरित विद्युत क्षेत्र ω के विपरीत है। अतः आवेश मंदित होगा।

$\omega' = \omega - \alpha t$

$\omega' = \omega - \frac{QB}{2m}t$

$(a_t = QE/m)$, $(\alpha = \frac{QE}{mR} = \frac{Q}{R} x \frac{BR}{2m} = \frac{QB}{2m})$

$$M_f = \frac{Q\omega' R^2}{2} = Q\left(\omega - \frac{QB}{2m}\right)\frac{R^2}{2}$$

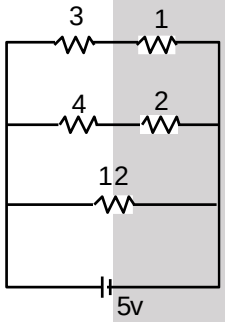
$$\Lambda m = M_f - M_i = \frac{Q\omega R^2}{2} - \frac{Q^2BR^2}{4m} - \frac{Q\omega R^2}{2} = -\gamma\frac{BQR^2}{2}$$

9. अन्योन्य प्रेरण का गुणांक $(M) = \frac{\mu_0 \ell_0}{\pi}$

$$emf = \left|-M\frac{dI}{dt}\right| = \frac{\mu_0\ell_0}{\pi}\times 10 = \frac{\mu_0}{\pi} \text{ volts}$$

लैंस के नियमानुसार लूप दूर की तरफ विस्थापित होगा अतः प्रतिकर्शी बल होना चाहिये।

10.

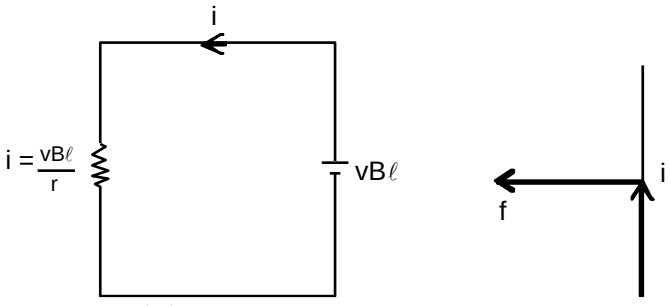


$i_{min} = \frac{5}{12}$ $t = 0^+$ पर

$i_{max} = \frac{5\times 8}{12}$ $t = \infty$ पर

$$\frac{i_{max}}{i_{min}} = \frac{5\times 8\times 12}{12\times 5} = 8$$

11. प्रवेश करते समय i.e. $x < L$



$$F = i\ell B = \frac{B^2\ell^2 v}{mR}$$

$$a_2\frac{f}{m} = \frac{B^2\ell^2 v}{mR} = Kv = -\frac{vdv}{dx}$$

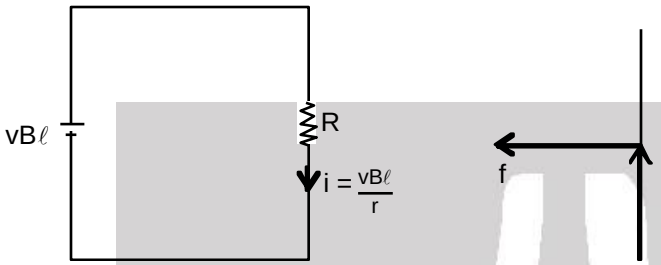
$\int_{v_0}^{v} dv = -K\int_{0}^{x} dx \Rightarrow v = v_0 - kx$

$f = \frac{B^2\ell^2}{R}(V_0 - kx) = \alpha - \beta x$

$i = (v_0 - kx)\frac{B\ell}{R} = i_0 - \gamma x$

3 L > x > L के लिये f = 0 i = 0 v = नियत

4L > × > 3 L



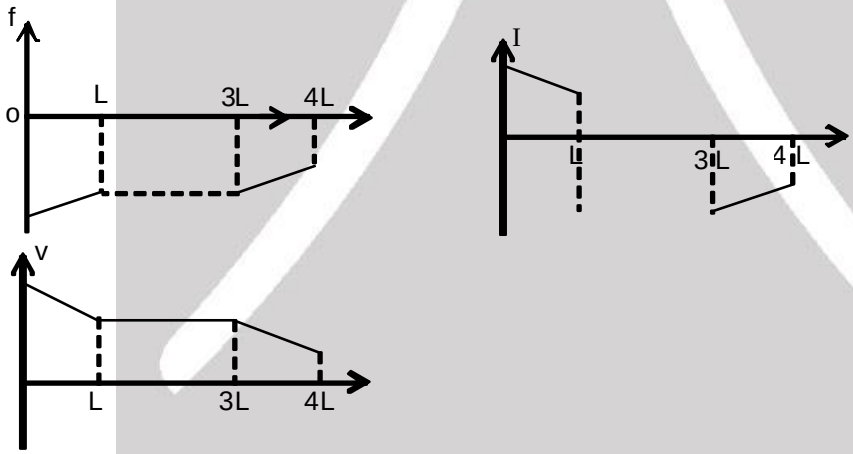
$f = i\ell B = \frac{B^2\ell^2 v}{R}$

$a = \frac{B^2\ell^2}{mR}v = kv = -\frac{vdv}{dx}$

$v = v'_0 - kx$

$f = \alpha' - \beta'.x$

$i = i'_0 - \gamma' x$



12*. $\phi = BS\cos\theta = BS\cos\omega t$

$e = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = BS\omega\sin\omega t$

$\frac{d\phi}{dt} = \text{max.} \Rightarrow \sin\omega t = 1 \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{2}$

(परिणामी विद्युत वाहक बल) $e = 2BA\omega \sin\omega t - BA\,\omega \sin\omega t$

13. बहुत अधिक समय पश्चात् R से गुजरने वाली धारा = $I = \frac{V}{R}$

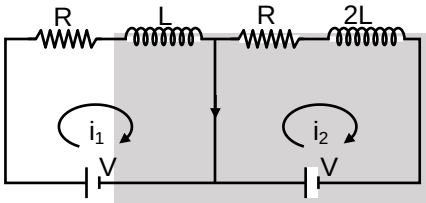
तथा $LI_1 = L_2I_2$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

$$I_1 = \frac{L_2 I}{L_1 + L_2} \qquad I_2 = \frac{L_1 I}{L_1 + L_2} = \left(\frac{L_1}{L_1 + L_2}\right)\frac{V}{R}$$

(B) t = 0 I = 0

14*.



Δi (बीच वाले तार में धारा) = $i_1 - i_2$

$$= \frac{V}{R}\left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right) - \frac{V}{R}\left(1 - e^{-\frac{Rt}{2L}}\right)$$

$$= \frac{V}{R}\left(e^{-\frac{Rt}{2L}} - e^{-\frac{Rt}{L}}\right)$$

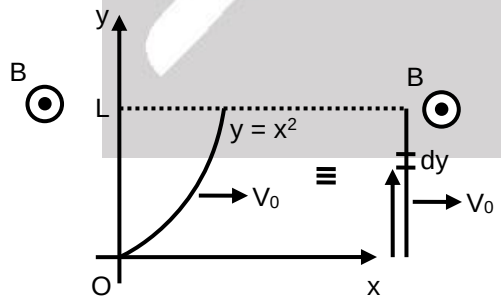
i_{max} के लिए : $\frac{d}{dt}(\Delta i) = 0$

$$\Rightarrow \quad \frac{V}{R}\left(-\frac{R}{L}e^{-\frac{Rt}{L}} + \frac{R}{2L}e^{-\frac{Rt}{2L}}\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad e^{-\frac{Rt}{L}} = \frac{1}{2}e^{-\frac{Rt}{2L}}$$

$$\Rightarrow \quad e^{-\frac{Rt}{2L}} = \frac{1}{2} \quad \& \quad t = \frac{2L}{R}\ell n2$$

$$\Rightarrow \quad \text{तथा } i_{max} = \frac{V}{4R}$$

15.



तार की की लम्बाई के सिरो पर गतिक emf ज्ञात करने के लिए माना गतिक तार इस प्रकार है कि $\vec{B}, \vec{v}, \vec{\ell}$ एक दूसरे के लम्बवत् है।

$$d\varepsilon = Bv_0B_0\left[1 + \left(\frac{y}{L}\right)^{\beta}\right]V_0dy$$

emf in loop = $\Delta\phi = \int_0^L de$

$\Delta\phi = \int_0^L B_0\left(1+\left(\frac{y}{L}\right)^{\beta}\right)V_0 dy$

$\Delta\phi = B_0V_0\int_0^L dy + \frac{B_0V_0}{L^{\beta}}\left[\frac{y^{\beta+1}}{\beta+1}\right]_0^L$

$= B_0V_0L + \frac{B_0V_0}{L^{\beta}}\left[\frac{L^{\beta+1}}{\beta+1}-0\right]$

$= B_0V_0L + B_0V_0L\left[1+\frac{1}{\beta+1}\right]$

छड में उत्पन्न emf का मान दिये गए β के लिए L के निम्न प्रकार समानुपाती है।

$\beta = 0$; $\Delta\phi = 2B_0V_0L$

$\beta = 2$; $\Delta\phi = B_0V_0L\left[1+\frac{1}{3}\right] = \frac{4}{3}B_0V_0L$

1, 2, 4 लम्बाई के तार की के अनुदिश प्रक्षेप लम्बाई है। इसलिए उत्तर अपरिवर्तित रहेगा।

अतः उत्तर 1, 2, 4

Correct option – 1, 2, 4

16. $\varepsilon = \left(\vec{v}\times\vec{B}\right)\vec{\ell} = Bv\ell = 10^{-2}\times1\times10^{-1}1 \times 10^{-2} \times 10^{-3} = Bvl.$

$\varepsilon = 10^{-3}$ volt

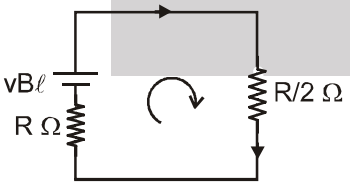
$i = \frac{\varepsilon}{R}\left(1-e^{-\frac{Rt}{L}}\right) = \frac{10^{-3}}{1}(1-e^{-1})$

$i = 10^{-3}$ (1– 0.37)

I = 0.63 mA

भाग - II

1.



धारा $I = \frac{vB\ell}{R/2+R} = \frac{2vB\ell}{3R}$

$I_1 = I_2 = \frac{vB\ell}{3R}$

2. LC दोलन में ऊर्जा C से L तथा L से C में क्रमागत रूप से स्थानान्तरित होती रहती है

L में अधिकतम ऊर्जा = $\frac{1}{2}LI^2_{max}$

C में अधिकतम ऊर्जा = $\frac{q^2_{max}}{2C}$ है

समान ऊर्जा होगी जब

$$\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}\frac{1}{2}LI^2_{max} \qquad I = \frac{1}{\sqrt{2}}I_{max} \qquad I = I_{max}\sin\omega t = \frac{1}{\sqrt{2}}I_{max}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{4}$$

या $\frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{4}$ या $t = \frac{T}{8}$

$t = \frac{1}{8}2\pi\sqrt{LC} = \frac{\pi}{4}\sqrt{LC}$ **Ans.**

3. $E_{ind} = B \times v \times \ell$

$= 5.0 \times 10^{-5} \times 1.50 \times 2$

$= 10.0 \times 10^{-5} \times 1.5$

$= 15 \times 10^{-5}$ vot.

$= 0.15$ mv

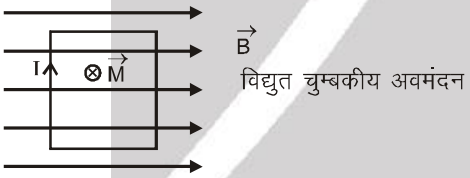
4. W ⟶ E

$\varepsilon_{ind} = Bv\ell$

$= 0.3 \times 10^{-4} \times 5 \times 20$

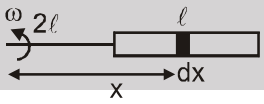
$= 3 \times 10^{-3}$ v

$= 3$ mv.

5. 

विद्युत चुम्बकीय अवमंदन

6. $e = \int_{2\ell}^{3\ell}(\omega x)Bdx = B\omega\frac{[(3\ell)^2 - (2\ell)^2]}{2}$



$= \frac{5B\ell^2\omega}{2}$

Ans. (4)

7. $\frac{\mu_0(2)(20\times10^{-2})^2}{2\left[(0.2)^2+(0.15)^2\right]^{3/2}} \times \pi\,(0.3\times10^{-2})^2$

हल करने पर

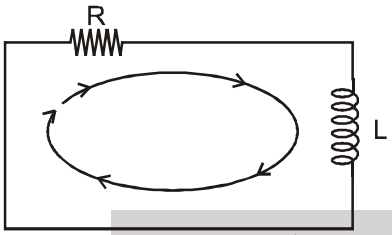
$= 9.216 \times 10^{-11}$

$\approx 9.2 \times 10^{-11}$ weber

Ans (1)

8. $q = CV\ (1 - e^{t/\tau})$
पर $t = 2\tau$
$q = CV\ (1 - e^{-2})$
Ans (3)

9. कुंजी को विस्थापित करने पर यह L–R क्षय परिपथ की तरह कार्य करेगा



किरचॉफ का नियम लागू करने पर

$V_R + V_L = 0$

$\Rightarrow V_R = -V_L$

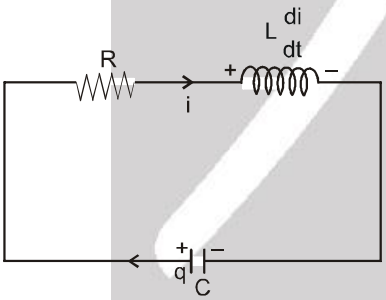
अतः $\frac{V_R}{V_L} = -1$

10. t = 0 पर धारा $I_0 = \frac{E_0}{R}$

परिपथ में धारा ह्रास के लिये $I = I_0\, e^{-\frac{tR}{L}}$

$I = \frac{E_0}{R} e^{-\frac{tR}{L}} \Rightarrow I = 0.67\ mA$

11.



किसी समय 't' पर KVL के द्वारा

$\frac{q}{C} - iR - L\frac{di}{dt} = 0$

$i = -\frac{dq}{dt} \quad \Rightarrow \quad \frac{q}{C} + \frac{dq}{dt}R + \frac{Ld^2q}{dt^2} = 0$

$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dq}{dt} + \frac{q}{LC} = 0$

अवमंदित आर्वती दोलन के लिए आयाम निम्न प्रकार दिया जाता है।

$A = A_0 e^{-\frac{dt}{2m}}$, द्विअवकलित व्यापक समीकरण के लिए $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0$

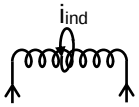
$\Rightarrow \quad Q_{max}^{(t)} = Q_0 e^{-\frac{Rt}{2L}} \quad \Rightarrow \quad Q_{max}^2 = Q_0^2 e^{-\frac{Rt}{L}}$

कम स्वप्रेरकत्व के लिए अवमंदन तेजी से होगें।

12. $\Delta Q = \frac{\Delta\phi}{r}$ = i–t ग्राफ का क्षेत्रफल

$= \frac{\Delta\phi}{100} = \frac{1}{2} \times 10 \times .5 \Rightarrow \Delta\phi = 2.5 \times 100 = 250$

13.



$i_{ind} \propto -\frac{di}{dt} = -\frac{d}{dt}(\alpha\, t\, e^{-\beta t})$

$= -(\alpha\, e^{-\beta t} + \alpha t\, e^{-\beta t}(-\beta))$

$= -\alpha e^{-\beta t}(1 - \beta t)$

Check value at t = 0

14. $E = BV\ell = 1 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} = 5 \times 10^{-4}$ Volt

$R_{eq} = \frac{4}{3} + 1.7 = 1.33 + 1.7 = 3.03\Omega$

$I = \frac{5 \times 10^{-4}}{3.03}$; 166 μA

15. $I = I_0 t - I_0 t^2$

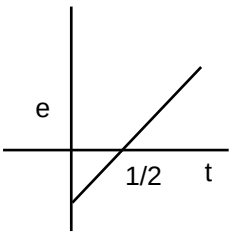
$\phi = BA$

$\phi = \mu_0 nIA$

$V_R = -\frac{d\phi}{dt} = -\mu_0 nAI_0\,(1 - 2t)$

$V_R = 0$ at $t = \frac{1}{2}$

तथा $I_R = \frac{V_R}{\text{लुप का प्रतिरोध}}$



17. $\therefore \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{5}$

जब $\omega t = \frac{\pi}{2}$

$\because$ ϕ न्यूनतम होगा

$\therefore$ e अधिकतम होगा

$$t = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{\pi}{5}} = 2.5\,\text{sec}$$

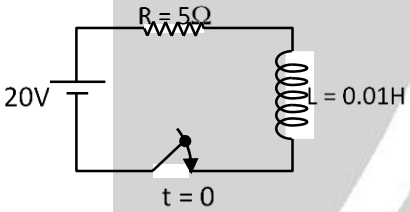
जब $\omega t = \pi$

$\because$ ϕ अधिकतम होगा

$\because$ e न्यूनतम होगा

$$t = \frac{\pi}{\pi/5} = 5 \text{ sec.}$$

18. $i = i_0\left(1 - e^{\frac{-t}{L/R}}\right)$



$$= \frac{20}{5}\left(1 - e^{\frac{-t}{0.01/5}}\right) = 4(1 - e^{-500t})$$

$i_\infty = 4$

$i_{40} = 4(1 - e^{-500 \times 40})$

$$= 4\left(1 - \frac{1}{\left(e^2\right)^{10000}}\right) = 4\left(1 - \frac{1}{7.29^{10000}}\right)$$

$\frac{i_\infty}{i_{40}} \approx 1$ से थोड़ा ज्यादा

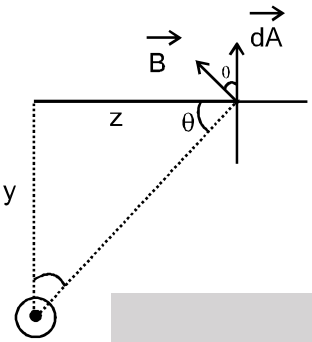
19. $q = \int_0^{T_C} i\,dt$

$$= \frac{\varepsilon}{R}\left[t - \frac{e^{-t/T_C}}{\frac{-1}{T_C}}\right]_0^{T_C}; = \frac{\varepsilon}{R}\left[T_C + T_C e^{-1} - T_C\right] = \frac{\varepsilon}{R} \times \frac{1}{e} \times \frac{L}{R}; = \frac{\varepsilon L}{R^2 e}$$

HIGH LEVEL PROBLEMS (HLP)

विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

1.



$\frac{di}{dt} = I_o \omega \cos \omega t$ $\quad B = \frac{\mu_o i}{2\pi\ [y^2 + z^2]^{1/2}}$

$d\phi = B\,(dA)\cos\theta = B\,(W\,dz)\cos\theta = \frac{\mu_o i}{2\pi\ [y^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}}\,(W\,dz)\cos\theta$

$\phi = \frac{\mu_o i\ W}{2\pi}\int_0^L \frac{Z}{y^2 + z^2}.\ dz = \frac{\mu_o i\ W}{4\pi}\,[\ln(y^2+z^2)]_0^L = \frac{\mu_o i\ W}{4\pi}\ \ln\left[\frac{y^2+L^2}{y^2}\right]$

$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_o\ W}{4\pi}\ln\left[\frac{y^2 + L^2}{y^2}\right]\frac{di}{dt}$

2. ϕ = t समय पर फ्लक्स = BA = (5t) (ℓvt) = 5ℓ vt^2

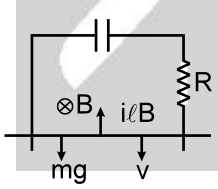
$\therefore \qquad \varepsilon = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = 10\ \ell\ vt$

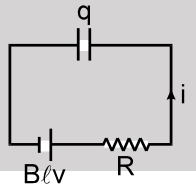
$\frac{q}{c} = \varepsilon - i\,R \Rightarrow \frac{q}{c} = 10\ \ell\ vt\ - iR$

दोनों ओर t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$10\ \ell v - \frac{di}{dt}\,R = \frac{i}{c} \qquad \therefore \qquad i = 10\ \ell\ Vc\ (1 - e^{-t/cR})$

3. न्यूटन के नियम से $mg - i\ell B = m\,\frac{dv}{dt}$ —— (1)





KVL के द्वारा $B\ell\,v = i\,R + \frac{q}{c}$ ..... (2)

(2) का t समय के सापेक्ष अवकलन करने पर $B\ell\,\frac{dv}{dt} = R\,\frac{di}{dt} + \frac{i}{c}$ ..... (3)

$\frac{dv}{dt}$ का विलोपन (1) और (3) से करने पर $\quad mg - i\ell\,B = \frac{m}{B\ell}\left[R\,\frac{di}{dt} + \frac{i}{c}\right]$

$\Rightarrow m\,g\,B\ell - i\,B^2\,\ell^2 = m\,R\,\frac{di}{dt} + \frac{mi}{c}$ ..... (4)

i अधिकतम होगी जब $\frac{di}{dt} = 0$ इसको समीकरण (4) में उपयोग करने पर

$\Rightarrow m\,g\,B\ell\,c = i\,(B^2\,\ell^2\,c + m) \qquad \Rightarrow \qquad i_{max} = \frac{mg\,B\ell c}{m + B^2\,\ell^2\,c}$ **Ans.**

4. माना किसी समय t पर L और R से गुजरने वाली धारा i_1 और i_2 है।

$\therefore i = i_1 + i_2 \Rightarrow \frac{B\ell v}{R} = i_2$ तथा $B\ell v = L\frac{di_1}{dt}$

चालक छड़ पर बल = $m\frac{dv}{dt} = -i\ell B = -\left(i_1 + \frac{B\ell v}{R}\right)\ell B$

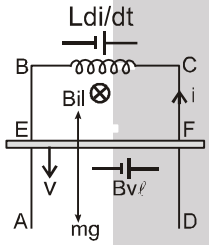
$\Rightarrow \quad m\,dv = -\ell B\, i_1\, dt - \frac{B^2\ell^2}{R} v\, dt \Rightarrow m\int dv = -\ell B\int i_1\, dt - \frac{B^2\ell^2}{R}\int v\, dt$

$\Rightarrow \quad m(v_f - u) = -\ell B Q - \frac{B^2\ell^2}{R} x$

(v_f = छड़ का वेग, जब यह 'x' दूरी तय चुकी होगी।)

$\Rightarrow \quad Q = \frac{-\frac{B^2\ell^2}{R}x - m(v_f - u)}{B\ell} = 1C.$

5.



$\frac{Ldi}{dt} = Bv\ell$ ....(i)

$mg - Bi\ell = m\frac{dv}{dt}$

अवकलन करने पर, $-B\ell\frac{di}{dt} = m\frac{d^2v}{dt^2}$ ...(ii)

(i) & (ii) से $\frac{d^2v}{dt^2} = \frac{B^2\ell^2}{mL} v = -\omega^2 v$

जहाँ $\omega = \frac{B\ell}{\sqrt{mL}}$ $\therefore$ $v = A\sin\omega t$

$\frac{dv}{dt} = A\omega\cos\omega t$, $t = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = g$

$\therefore \quad g = A\omega \quad \therefore \quad A = \frac{g}{\omega} \quad \therefore \quad v_{max} = A = \frac{g}{\omega}$

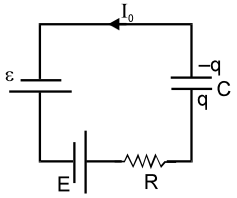
$\therefore \quad v = \frac{g}{\omega}\sin\omega t \quad \therefore \quad \frac{dx}{dt} = v = \frac{g}{\omega}\sin\omega t$

$\therefore \quad x = \frac{g}{\omega^2}(1 - \cos\omega t)$ **Ans.**

(ii) से $Bi\ell = mg - m\frac{dv}{dt} = mg - mA\omega\cos\omega t$

$i_{max} = \frac{mg + mA\omega}{B\ell} = \frac{mg + mg}{B\ell} = 2mg/(B\ell)$ **Ans.**

6. (i) लूप–छड़ निकाय का चुम्बकीय तुल्य



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

जहाँ , ω = किसी समय t का कोणीय वेग है, तब , $\omega = \omega_0 - \alpha t$

$\tau = I\alpha \ \Rightarrow (I_0\ \ell\ B)\ \frac{\ell}{2} = \frac{m\ell^2}{3}\alpha \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{3I_0B}{2} = \frac{3}{2}\ \text{rad/s}^2$

लूप नियम लगाने पर,

$\varepsilon + E - I_0R - \frac{q}{C} = 0$

$\frac{1}{2}\ B\ \ell^2\ (\omega_0 - \alpha t) + E - I_0\ R - \frac{I_0 t}{C} = 0 \quad \Rightarrow \quad E = I_0\left(R + \frac{t}{C}\right) - \frac{1}{2}\ B\ \ell^2\ (\omega_0 - \alpha t) = \frac{1}{2} + \frac{7t}{4}$

(ii) $\omega = 0 = \omega_0 - \frac{3}{2}t_0$ इसलिए, $t_0 = \frac{2\omega_0}{3} = \frac{2}{3}\ \text{sec}$

बैटरी द्वारा प्रदत्त ऊर्जा = $\int_0^{t_0} EI_0\ \ dt = \int_0^{\frac{2}{3}}\left(\frac{1}{2} + \frac{7t}{4}\right)I_0\ \ dt\ = \frac{t}{2} + \frac{7t^2}{8}\Big|_0^{\frac{2}{3}} = \frac{13}{18}\ \text{J}$ **Ans.**

7. आवेशित संधारित्र के कारण छड़ में धारा नीचे की ओर प्रवाहित होगी। अतः छड़ दायीं ओर एक बल अनुभव करती है। तब (गतिकीय) वि.वा.बल छड़ में प्रेरित होगा।

माना कि संधारित्र में आवेश व छड़ की चाल किसी समय t पर क्रमशः q व v है।

लूप नियम लगाने पर हम प्राप्त करते हैं

$\frac{q}{C} - iR - B\ell v = 0$ ….(1)

छड़ पर बल -

$F = m\frac{dv}{dt} = Bi\ell$ .....(2)

समीकरण (1) को t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$-\frac{i}{C} - R\frac{di}{dt} - B\ell\frac{dv}{dt} = 0$ ....(3)

समीकरण (2) व (3) से हम प्राप्त करते हैं।

$\frac{di}{dt} = \left[\frac{B^2\ell^2}{mR} + \frac{1}{RC}\right] - i \Rightarrow \frac{di}{i} = -Kdt$ ....(4)

जहाँ $K = \frac{B^2\ell^2C + m}{mRC}$

t = 0 sec पर , q = CV_0 ओर v = 0

$\therefore$ t = 0 पर धारा समीकरण (1) से $i_0 = \frac{V_0}{R}$

समीकरण (4) का समाकलन

$$\int_{V_0/R}^{i} \frac{di}{i} = -K\int_0^t dt$$

हम प्राप्त करते हैं

$$i = \frac{V_0}{R} e^{-Kt}$$

समीकरण (2) से

$$dv = \frac{B\ell}{m} i\, dt \qquad \text{या} \qquad dv = \frac{B\ell V_0}{mR} e^{-Kt} dt$$

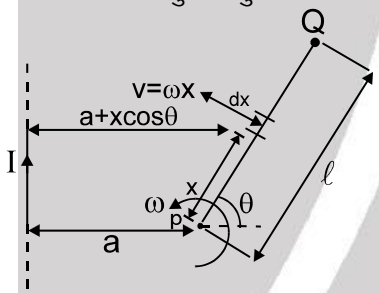
समीकरण के समाकलन से

$$\int_0^v dv = \int_0^t \frac{B\ell}{m}\frac{V_0}{R} e^{-Kt} dt \Rightarrow v = \frac{B\ell V_0}{mR}\left(-\frac{1}{K}\right)[e^{-Kt} - e^0] = \frac{B\ell V_0}{mRK}[1 - e^{-Kt}]$$

K का मान रखने पर हम प्राप्त करते हैं।

$$v = \frac{B\ell C\ V_0}{m + B^2\ell^2 C}\left(1 - e^{-\left(\frac{B^2\ell^2}{mR} + \frac{1}{RC}\right)t}\right)$$

8. अवकलनीय अवयव के बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र B है

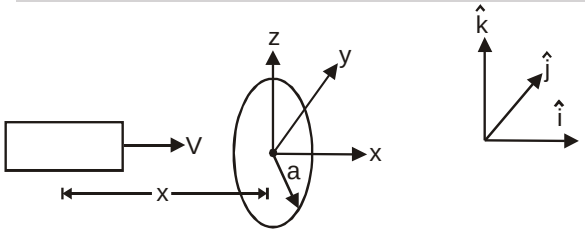


$$B = \frac{\mu_0\ i}{2\pi(a + x\cos\theta)}$$ इस अवयव पर प्रेरित वि.वा.बल $d\varepsilon = B\ V\ dx$

$$\Rightarrow \quad d\varepsilon = \frac{\mu_0 i\omega}{2\pi}.\frac{x\,dx}{(a + x\cos\theta)} \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = \int_0^{\varepsilon} d\varepsilon = \frac{\mu_0\ i\ \omega}{2\pi\cos\theta}\int_0^{\ell}\left(\frac{x}{\left(\frac{a}{\cos\theta}\right) + x}\right) dx$$

$$= \frac{\mu_0 i\omega}{2\pi\cos\theta}\left[\ell - \frac{a}{\cos\theta}\ell n\left(\frac{a + \ell\cos\theta}{a}\right)\right] \qquad \text{..... Ans.}$$

9. $x >> a$ दिया हुआ है



छड़ चुम्बक के कारण कुण्डली के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2M}{x^3} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{M}{x^3}$$

इसके कारण, कुण्डली से संबंधित चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = BS = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{M}{x^3}(\pi a^2) = \frac{\mu_0 M a^2}{2x^3}$$

$\therefore$ चुम्बक की गति के कारण, कुण्डली में प्रेरित वि.वा.बल

$$e = \frac{-d\phi}{dt} = -\left(\frac{\mu_0 M a^2}{2}\right)\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{x^3}\right)$$

$$= \frac{\mu_0 M a^2}{2}\left(\frac{3}{x^4}\right)\frac{dx}{dt} = \frac{3}{2}\frac{\mu_0 M a^2}{Rx^4}V \qquad \left(\frac{dx}{dt} = V\right)$$

इसलिए कुण्डली में प्रेरित धारा

$$i = \frac{e}{R} = \frac{3}{2}\frac{\mu_0 M a^2}{Rx^4}V$$

इस प्रेरित धारा के कारण कुण्डली का चुम्बकीय आघूर्ण

$$M' = iS = \frac{3}{2}\frac{\mu_0 M a^2}{Rx^4}V(\pi a^2)$$

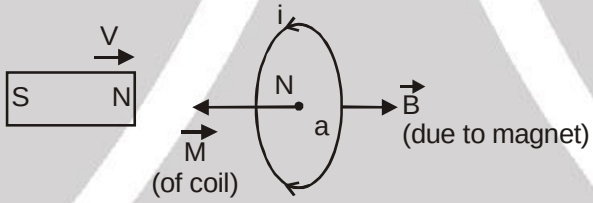
$$M' = \frac{3}{2}\frac{\mu_0 \pi M a^4 \quad V}{Rx^4}$$

$\vec{M}'$ व $\vec{B}$ के स्थितिज ऊर्जा ,

$$U = -M'B\cos 180^0$$

$$U = M'B$$

$$= \frac{3}{2}\frac{\mu_0 \pi M a^4 \quad V}{Rx^4}\left(\frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{M}{x^3}\right)$$



$$U = \frac{3}{4}\frac{\mu_0^2 M^2 a^4 \quad V}{R}\frac{1}{x^7}$$

$\therefore$ $$F = -\frac{dU}{dx} = \frac{21}{4}\frac{\mu_0^2 M^2 a^4 \quad V}{Rx^8}$$

F का धनात्मक चिन्ह दर्शाता है कि यहाँ चुम्बक व कुण्डली के मध्य प्रतिकर्षण बल है। यह हम उपयोग में नहीं कर सकते हैं।

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{6\ MM'}{x^4}$$ (directly सीधे ही).....(i)

क्योंकि, M' , x का फलन है। समीकरण (1) लगा सकते हैं, जब M व M' दोनों नियत हो।

10. $$I = \frac{EMF}{R} = -\frac{a^2\delta B}{R\ \delta X}v - \frac{a^2\delta B}{R\delta t} = 22.4mA$$

Method II:

$B = -10^{-3}x + 7t + B_0$ लेने पर जहाँ B_0 नियतांक है

$$\phi = \int_{y=x}^{x+a} adyB\ ,\ \varepsilon = \left|\frac{d\phi}{dt}\right|\ ,\ i = \frac{\varepsilon}{R}\ .$$

11. माना स्थिति परिवर्तन के पूर्व स्थाई अवस्था में प्रारंम्भिक धारा I_0 है।

$$\therefore \qquad I_0 = \frac{\varepsilon}{R}$$

$t = 0_+$ समय पर माना परिपथ में धारा I'_0 है।

चूंकि प्रेरकत्व से संबधित फ्लक्स कुंजि परिवर्तन के ठीक पहले व ठीक पश्चात् समान है (अन्यथा प्रेरित वि० वा० ब अनन्त हो जाएगा)

$$\phi = I_0L = I'_0 (L + 2L)$$

या $\qquad I'_0 = \frac{I_0}{3} = \frac{\varepsilon}{3R}$

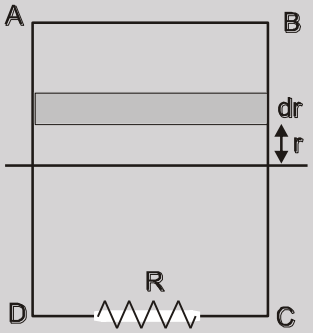
यदि समय t पर परिपथ में तात्क्षणिक धारा I है तो

$$\varepsilon - 3L\frac{dI}{dt} - IR = 0 \;\Rightarrow\; 3L\frac{dI}{dt} = \varepsilon - IR \quad \text{या} \quad \int_{I'_0}^{I}\frac{dI}{\varepsilon - IR} = \frac{1}{3L}\int_0^t dt$$

$$\Rightarrow \quad \ln\left(\frac{\varepsilon - IR}{\varepsilon - I'_0R}\right) = \frac{-Rt}{3L} \quad \text{या} \quad \frac{\varepsilon - IR}{\varepsilon - \frac{\varepsilon}{3R}R} = e^{-\frac{Rt}{3L}}$$

या $\qquad \varepsilon - IR = \frac{2\varepsilon}{3}\times e^{-\frac{Rt}{3L}} \qquad$ या $\qquad I = \frac{\varepsilon}{R}\left(1 - \frac{2}{3}\times e^{\frac{-Rt}{3L}}\right)$

12. पट्टी में फ्लक्स = B. I. dr = $B_0 (1 + \alpha r^2)$. Idr



पाश में कुल फ्लक्स $\qquad = \int_0^y B_0(1+\alpha r^2)\;\; Idr \qquad \phi = B_0 l.\left(y + \frac{\alpha y^3}{3}\right)$

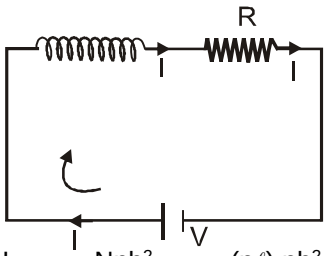
प्रेरित वि० वा० बल $\varepsilon = \frac{-d\phi}{dt} = -B_0 l\left(1 + \frac{3\alpha y^2}{3}\right)\frac{dy}{dt} = -\,B_0 l\left(1+\alpha y^2\right)\frac{dy}{dt}$

दिया है $\nu = \beta t$

$$\frac{dy}{dt} = \beta t \;\Rightarrow\; \int_0^y dy = \int_0^t \beta t dt \;\Rightarrow\; y = \frac{\beta t^2}{2}$$

$$\therefore \qquad \varepsilon = -\;B_0 l\left(1 + \frac{\alpha\times\beta^2 t^4}{4}\right)\beta t \;\Rightarrow\; \varepsilon = -\;B_0 l\beta\left(t + \frac{\alpha\times\beta^2 t^4}{4}\right)$$

13.



$L = \pi\mu_0 Nnb^2 = \pi\mu_0 (n\ell)\, nb^2 = \mu_0 n^2 \pi b^2 \ell$

$I =$ .....(i)

वलय में प्रेरित धारा ज्ञात करने के लिए

वलय से सम्बधित फ्लक्स $\phi_\rho = B\pi a^2 = \mu_0 nI\pi a^2$

यहाँ B = परिनलिका के द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र

$= \mu_0 nI$

$\therefore$ वलय में प्रेरित विद्युत वाहक बल $\varepsilon' = \dfrac{d\phi_r}{dt} = \mu_0 n\pi a^2 \dfrac{dI}{dt}$

$\therefore$ वलय में धारा $I' = \dfrac{\varepsilon'}{r} = \dfrac{\mu_0 n\pi a^2}{r} \dfrac{dI}{dt}$

समीकरण (i) से

$$I = \frac{V}{R}\left(1 - e^{-Rt/L}\right)$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{V}{L} e^{-Rt/L}$$

$$I' = \frac{\mu_0 n\pi a^2}{r} \frac{V}{L} e^{-Rt/L}$$

वलय की dL लम्बाई के अल्पाश पर चुम्बकीय बल ज्ञात करने के लिए

उपरोक्त अल्पाश पर चुम्बकीय बल $dF = I'dLB$

$\therefore$ इकाई लम्बाई पर बल $F_0 = \dfrac{dF}{dL} = I'B$

$\therefore$ मान रखने पर हम प्राप्त करते है $F_0 = \dfrac{\mu_0 n\pi a^2 V}{Lr} e^{-Rt/L}\ (\mu_0 nI)$

$$= \frac{\mu_0^2 n^2 \pi a^2 V}{Lr} e^{-Rt/L}(1 - e^{-Rt/L})$$

F_0 के अधिकतम मान के लिए = 0

हल करने पर $F_{0max} = \left(\dfrac{dF}{dL}\right)_{max} = \dfrac{\mu_0^2 a^2 V^2}{4rRIb^2}$

14. इस स्थिती में घूर्णन विभव के कारण वलय की सतह के अनुदिश लम्बाई के लम्बवत आवेश की गति के कारण धारा उत्पन्न होती है

हम बेलन पर dx मोटाई के वलयाकार अल्पाश की कल्पना करते है

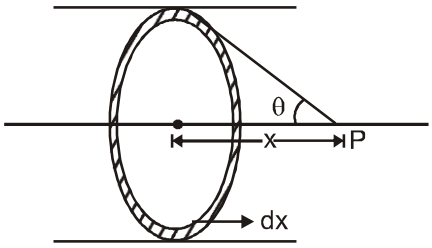
इस वलय पर आवेश

$$dq = \lambda dx$$

$\therefore$ उपरोक्त गति के कारण उत्पन्न धारा

$$dI = \frac{dq}{T} = \frac{dq}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{\omega dq}{2\pi} = \frac{\omega\lambda dx}{2\pi}$$

वलयाकार अल्पाश के कारण बिन्दू p पर चुम्बकीय क्षेत्र



$$B = \frac{\mu_0 dI a^2}{2\left(a^2 + x^2\right)^{3/2}}$$

या $$B = \frac{\mu_0 a^2}{2\left(a^2 + x^2\right)^{3/2}} \quad \frac{\omega\lambda}{2\pi} \quad dx = \frac{\mu_0 a^2 \omega\lambda}{4\pi\left(a^2 + x^2\right)^{3/2}} dx$$

$$\therefore \quad d\phi = \frac{\mu_0 a^2 \omega\lambda \pi a^2}{4\pi} \cdot \frac{dx}{\left(a^2 + x^2\right)^{3/2}}$$

$$\therefore \quad \phi = \frac{\mu_0 a^4 \omega\lambda}{4} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{\left(a^2 + x^2\right)^{3/2}}$$

$x = \tan\theta$ रखने पर $\therefore \quad \sin\theta = \dfrac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$

$dx = a \sec^2 d\theta$

$$\phi = \frac{\mu_0 a^4 \omega\lambda}{4} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{a\sec^2\theta d\nu}{\left(a^2 + a^2\tan^2\theta\right)^{3/2}}$$

$$\phi = \frac{\mu_0 a^4 \omega\lambda}{4a^2} \left[\sin\theta\right]_{x=-\infty}^{x=+\infty}$$

$$= \frac{\mu_0 a^2 \omega\lambda}{4} \left[\frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}}\right]_{-\infty}^{+\infty} = \frac{\mu_0 a^2 \omega\lambda}{4} [1 + 1]$$

$$= \frac{\mu_0 a^2 \omega\lambda}{2}$$

$\therefore \quad \phi = LI \quad \therefore LI^2 = \phi I$

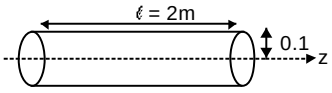
$\therefore$ चुम्बकीय ऊर्जा $U = \dfrac{1}{2} LI^2 = \dfrac{1}{2} (LI) I = \dfrac{1}{2} \phi I = \dfrac{\phi I}{2} = \dfrac{\mu_0 a^2 \omega\lambda}{4} I$

$\therefore$ प्रति लम्बाई चुम्बकीय ऊर्जा $\dfrac{U}{\ell} = \dfrac{\mu_0 a^2 \omega I}{4\ell}$

परन्तु $\dfrac{I}{\ell} = \dfrac{dI}{dx} = \dfrac{\omega\lambda}{2\pi}\dfrac{dx}{dx} = \dfrac{\omega\lambda}{2\pi}$ (समीकरण (i) से)

$$\frac{U}{\ell} = \frac{\mu_0 a^2 \omega\lambda}{4} \frac{\omega\lambda}{2\pi} = \frac{\mu_0 a^2 \omega^2 \lambda^2}{8\pi}$$

15.



N = 1000 . i_0 = 20 A

(a) $\vec{B} = \mu_0 \frac{N}{\ell} \; i_o \; (\pm \; \hat{k})$

$|\vec{B}|$ = $4\pi \times 10^{-3}$ Testa

(b) $\phi = Li_0$

$BNA = Li_0$

$L = \frac{BNA}{i_0} = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{\ell} = 2\pi^2 \times 10^{-3}$ H.

(c) $E = \frac{1}{2} Li_0^2 = \frac{4\pi^2}{10}$ Joules = 3.95 J

(d) $i = i_0 (1 - e^{-t/\tau})$ जहाँ $\tau = \frac{L}{R}$, $i_0 = \frac{\varepsilon}{R}$

(e) $\varepsilon - iR - \frac{d}{dt} (Li) = 0$

$\varepsilon - iR - L\frac{di}{dt} - i\frac{dL}{dt}$

$\varepsilon = iR + L\frac{di}{dt} + i\frac{dL}{dt}$

t के बाद ;

$L = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{(l + vt)} \rightarrow \frac{dL}{dt} = - \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2 v}{(L + vt)^2}$

$\varepsilon = iR + \frac{Ldi}{dt} - \frac{i\mu_0 N^2 \pi r^2 v}{(L + vt)^2}$.

(f) $E_{induced} = \int \vec{E}.\vec{dl} = - \frac{d\phi}{dt}$.

$\int \vec{E}.\vec{dl} = - \frac{d\phi}{dt}$

(d $\rightarrow$ परिनलिका की अक्ष से त्रिज्य दूरी ; r $\rightarrow$ परिनलिका की त्रिज्या)

(d < r) के लिए

$E. 2\pi d = - \pi d^2 \frac{dB}{dt}$

$= - \pi d^2 \; \mu_0 \frac{N}{\ell} \; \frac{di}{dt}$

$E. 2\pi d = \pi d^2 \; \mu_0 \frac{N}{\ell} \; i_0 \omega \sin(\omega t)$

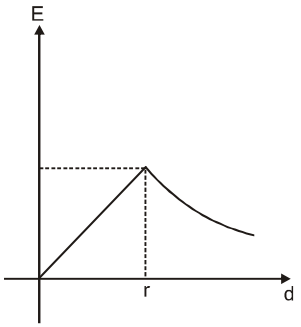
$E = \frac{\mu_0 N i_0 \omega d \; \sin(\omega t)}{2\ell}$

d $\geq$ r के लिए

$E. 2\pi d = - \pi r^2 \frac{dB}{dt}$

$E = \frac{\mu_0 N i_0 \omega \; r^2}{2d\ell} \sin(\omega t)$

(g)

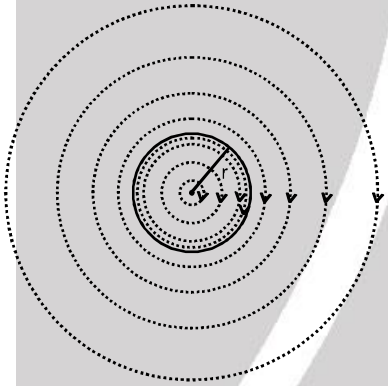


$t = \frac{\pi}{2w}$

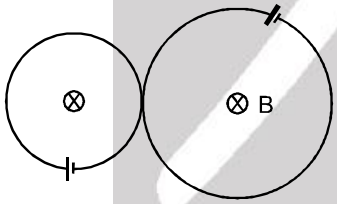
$E = \frac{\mu_0 N i_0 \omega d}{2\ell}$ $\quad d < r$

$E = \frac{\mu_0 N i_0 \omega r^2}{2d\ell}$ $\quad d \geq r$

बल रेखाऐं



16.



$B = B_0 \cos\omega t$

कुल फ्लक्स

$= BA_2 - BA_1$

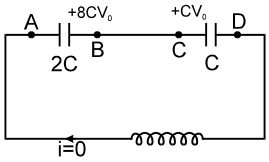
इसलिए प्रेरित विद्युत वाहक बल

$$e = (A_2 - A_1)\frac{dB}{dt}$$

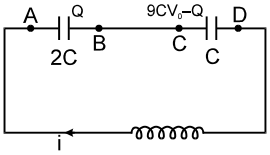
अतः $\quad i = \frac{(A_2 - A_1)}{R}.\frac{dB}{dt} = \frac{\pi.(r_2^2 - r_1^2)}{R} . B_0\omega\sin\omega t$

अतः $\quad i = \frac{\pi.(400-100)\times10^{-4}}{2\pi\times10^{-1}\times30\times10^{-2}}\times20\times10^{-3}\times100\pi = \pi$ ampere. **Ans.**

17.



चित्र a. t = 0 sec. पर आवेश



चित्र b. किसी समय t पर आवेश

t = 0 sec. पर दोनों संधारित्र पर आवेश और t समय बाद संधारित्र पर आवेश चित्र a व b में प्रदर्शित है। लूप में किसी समय t पर जब i धारा प्रवाहित हो रही है तो KVL लगाने पर

$$L\frac{di}{dt} + \frac{9CV_0 - Q}{2C} - \frac{Q}{2C} = 0$$

अधिकतम धारा के लिए $\frac{di}{dt} = 0$ या $\frac{-Q}{2C} + \frac{9CV_0 - Q}{C} = 0$ or या $Q = 6\,CV_0$

t = 0 पर निकाय की कुल ऊर्जा है $U_i = \frac{1}{2} L (0)^2 + \frac{1}{2} (2C) (4V_0)^2 + \frac{1}{2} CV_0^2 = \frac{33}{2} CV_0^2$

कुल ऊर्जा जब धारा i अधिकतम है

$$U_f = \frac{1}{2} L i_{max}^2 + \frac{1}{2} \frac{(6CV_0)^2}{2C} + \frac{1}{2} \frac{(3CV_0)^2}{C} = \frac{1}{2} Li_{max}^2 + \frac{27}{2} CV_0^2$$

ऊर्जा संरक्षण से $U_i = U_f$

$$\therefore \quad \frac{33}{2} CV_0^2 = \frac{1}{2} Li_{max}^2 + \frac{27}{2} CV_0^2 \; ; \qquad i_{max} = \sqrt{\frac{6CV_0^2}{L}}$$ **Ans**