

## ઉકેલ

### પ્રકરણ 1

1. આકૃતિમાં દર્શાવેલ નેટવર્ક સંતુલિત વીસ્ટનબ્રિજ હોવાથી નેટવર્કનો સમતુલ્ય અવરોધ  $R^1 = 3 \Omega$  લૂપનો અવરોધ  $1 \Omega$  હોવાથી,

પરિપથનો અસરકારક અવરોધ  $R = 3 + 1 = 4 \Omega$  થશે.

લૂપમાં પ્રેરિત emf,  $\mathcal{E} = Blv$

$$\text{લૂપમાં પ્રવાહ } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Blv}{R}$$

$$\Rightarrow v = \frac{IR}{Bl} \text{ પરથી } v \text{ શોધો.}$$

2. ચુંબકીય ક્ષેત્ર ગૂંચળાના પૃષ્ઠને લંબ હોવાથી,  $\therefore \theta = 0^\circ$

$$\therefore \text{ચુંબકીય ફ્લક્સ } \phi = AB\cos 0 = AB$$

$$B_1 = 0.1 \text{ Wbm}^{-2} \text{ હોય, ત્યારે પ્રારંભિક ફ્લક્સ } \phi_1 = AB_1$$

$$B_2 = 0.2 \text{ Wbm}^{-2} \text{ થાય, ત્યારે અંતિમ ફ્લક્સ } \phi_2 = AB_2$$

$$\text{ફ્લક્સનો ફેરફાર } \Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = A(B_2 - B_1)$$

$$\text{સરેરાશ પ્રેરિત emf } \langle \mathcal{E} \rangle = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \text{ સૂત્રનો ઉપયોગ કરી ગણો.}$$

3. (i)  $0^\circ$  થી  $90^\circ$  ભ્રમણ દરમિયાન,

$$\phi_1 = BA\cos 0^\circ = BA$$

$$\phi_2 = BA\cos 90^\circ = 0$$

$$\text{સરેરાશ પ્રેરિત emf } \langle \mathcal{E} \rangle = -\frac{N\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{N(\phi_2 - \phi_1)}{t}$$

$$t = \frac{T}{4} \text{ મૂકતાં} \quad = -\frac{N(0 - BA)}{\left(\frac{T}{4}\right)} = \frac{4NBA}{T}$$

- (ii)  $(90^\circ \text{ થી } 180^\circ)$  ભ્રમણ દરમિયાન,

$$\phi_1 = BA\cos 90^\circ = 0, \phi_2 = BA\cos 180^\circ = -BA, t = \frac{T}{4}$$

$$\langle \mathcal{E} \rangle = -\frac{N\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{N(0 - BA)}{\left(\frac{T}{4}\right)},$$

$$\langle \mathcal{E} \rangle = \frac{+4NBA}{T}$$

તે જ પ્રમાણે (iii) અને (iv)ના કિસ્સામાં પ્રેરિત  $\langle \mathcal{E} \rangle = \frac{-4NBA}{T}$  મળશે.

4. તારથી  $x$  અંતરે,  $dx$  પહોળાઈનો અને  $b$  લંબાઈનો એક પૃષ્ઠખંડ કલ્પો.

તારથી  $x$  અંતરે,  $I$  પ્રવાહધારિત લાંબા તારને કારણે ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર,  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$

ઉપર્યુક્ત પૃષ્ઠખંડ સાથે સંકળાયેલ ચુંબકીય ફ્લક્સ,

$$d\phi = AB = \frac{\mu_0 I}{2\pi x} (b dx)$$

લૂપ સાથે સંકળાયેલ કુલ ચુંબકીય ફ્લક્સ શોધવા માટે  $d\phi$ નું  $x = a$  થી  $x = L + a$  વચ્ચે સંકલન કરો.

5.  $l = 2$  m,  $d = 20$  m,  $B = 0.7 \times 10^{-4}$  T

એન્ગલ ઓફ ડિપ  $\phi = 60^\circ$

ગતિના સમીકરણ  $v^2 = 2gd$ નો ઉપયોગ કરી સળિયાનો વેગ ( $v$ ) શોધો.

$$B_h = B \cos \phi = (0.7 \times 10^{-4}) \cos 60^\circ = 0.35 \times 10^{-4} \text{ T}$$

હવે,  $\mathcal{E} = B_h v l$  સૂત્ર વાપરી સળિયામાં ઉત્પન્ન થતું પ્રેરિત emf શોધો.

6. જ્યારે સળિયાનો વેગ  $v$  હોય ત્યારે, સળિયામાં પ્રેરિત emf  $\mathcal{E} = Bvl$

$$\text{સળિયામાં પ્રેરિત પ્રવાહ } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvl}{R}$$

સળિયા પર, તેની ગતિની વિરુદ્ધ લાગતું બળ,

$$F_B = BIl = \frac{B^2 v l^2}{R}$$

જ્યારે આ બળ સળિયાના વજન જેટલું થાય, ત્યારે પ્રવેગ શૂન્ય થાય અને પછી સળિયો અચળ ટર્મિનલવેગ ( $v_t$ ) થી ગતિ ચાલુ રાખે.

$$\therefore mg = \frac{B^2 v_t l^2}{R} \text{ પરથી } v_t \text{ શોધો.}$$

7. ધારો કે,  $t$  સમયે  $L_1$  અને  $L_2$  ઇન્ડક્ટરમાંથી વહેતા પ્રવાહનાં મૂલ્યો અનુક્રમે  $I_1$  અને  $I_2$  છે અને તેમના ફેરફારના

દર અનુક્રમે  $\left(\frac{dI_1}{dt}\right)$  અને  $\left(\frac{dI_2}{dt}\right)$  છે.

ઇન્ડક્ટર  $L_1$ ના બે છેડા વચ્ચે ઉદ્ભવતું p.d.

$$\mathcal{E} = -L_1 \frac{dI_1}{dt} \Rightarrow \frac{dI_1}{dt} = -\frac{\mathcal{E}}{L_1}$$

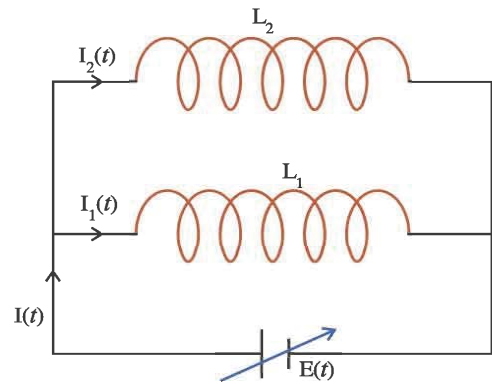
ઇન્ડક્ટર  $L_2$ ના બે છેડા વચ્ચે

$$\mathcal{E} = -L_2 \frac{dI_2}{dt} \Rightarrow \frac{dI_2}{dt} = -\frac{\mathcal{E}}{L_2}$$

ઇન્ડક્ટર્સના તંત્રનું સમતુલ્ય ઇન્ડક્ટન્સ  $L$  હોય તો,

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt} \text{ જ્યાં } I = \text{મુખ્ય પરિપથમાં } t \text{ સમયે}$$

વહેતો પ્રવાહ



$$\rightarrow \varepsilon = -L \frac{d}{dt}(I_1 + I_2)$$

$$\rightarrow \varepsilon = -L \left( \frac{dI_1}{dt} + \frac{dI_2}{dt} \right) \text{ મિ } \frac{dI_1}{dt} \text{ અને } \frac{dI_2}{dt} \text{ ની મૂલ્યો મૂકી } L \text{ મેળવો.}$$

#### 8. A ગૂંચળું

$$N_A = 600$$

$$I_A = 3.0 \text{ A}$$

$$\phi_A = 1.2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

(i) ગૂંચળા A નું આત્મ-પ્રેરકત્વ

$$L_A = \frac{\Phi_A}{I_A} = \frac{N_A \Phi_A}{I_A} = \frac{600 \times 1.2 \times 10^{-4}}{3} = 2.4 \times 10^{-2} \text{ H} = 24 \text{ mH}$$

(ii) ગૂંચળા A અને B થી બનતા તંત્રનું અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ,

$$M_{BA} = \frac{\Phi_A}{I_A} = \frac{9 \times 10^{-5}}{3} = 3 \times 10^{-5} \text{ H} = 30 \mu\text{H} \text{ સૂત્રોનો ઉપયોગ કરો.}$$

#### B ગૂંચળું

$$N_B = 300$$

$$\phi_B = 9 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

#### 9. ટોરોઇડલ રિંગના વર્તુળની ત્રિજ્યા $r_1 = 10 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\text{ટોરોઇડલ રિંગના આડછેદની ત્રિજ્યા } r_2 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{વાઈરિંગમાં આંટાઓની સંખ્યા } N = 1.5 \times 10^4$$

$$\text{ટોરોઇડલ રિંગમાં ચુંબકીય ક્ષેત્ર, } B = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r_1}$$

ટોરોઇડલ રિંગ સાથે સંકળાયેલ કુલ ફ્લક્સ

$$\Phi = NAB$$

$$\Phi = N(\pi r_2^2) \left( \frac{\mu_0 N I}{2\pi r_1} \right)$$

$$\text{રિંગનું ઇન્ડક્ટન્સ } L = \frac{\Phi}{I} \text{ પરથી શોધો.}$$

#### 10. ધારો કે R ત્રિજ્યાની મોટી લૂપમાંથી I પ્રવાહ વહે છે. આ પ્રવાહને લીધે મોટી લૂપના કેન્દ્ર આગળ ઉદ્ભવતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

$r$  ત્રિજ્યાની નાની લૂપ સાથે સંકળાતું ફ્લક્સ,

$$\Phi = AB$$

$$\Phi = (\pi r^2) \left( \frac{\mu_0 I}{2R} \right)$$

બંને લૂપના તંત્રનું અન્યોન્ય પ્રેરકત્વ,

$$M = \frac{\Phi}{I} \text{ સૂત્રનો ઉપયોગ કરી ગણો.}$$

## પ્રકરણ 2

1. લેમ્પનો અવરોધ  $R = \frac{V^2}{P}$  માં  $V$  અને  $P$  નાં (રેટિંગનાં) મૂલ્યો મૂકી અવરોધ શોધો. બલ્બમાંથી પસાર થઈ

શકતો મહત્તમ પ્રવાહ  $I = \frac{P}{V}$  માં  $P$  અને  $V$  ના મૂલ્યો (રેટિંગ પરથી) મૂકી પ્રવાહ શોધો. બલ્બને 220 V ના ઉદ્દગમ સાથે જોડતાં આ મહત્તમ પ્રવાહ જેટલો પ્રવાહ પસાર થાય, તો તે સંપૂર્ણ રીતે પ્રકાશિત થાય. આ હેતુ માટે બલ્બની સાથે શ્રેણીમાં ચોકકોઈલ (એક ખાસ પ્રકારનું ઇન્ડક્ટર જ છે.) મૂકવી જોઈએ. આદર્શ રીતે ચોક કોઈલમાં કોઈ પાવરનો વ્યય થતો નથી અને પ્રવાહ નિયંત્રિત કરી શકાય છે. આમ, આ L-R એ.સી. પરિપથ બને છે.

$$\therefore I_{rms} = \frac{V_{rms}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

માંથી  $L$  ને સૂત્રનો કર્તા બનાવી તેના માં  $R$ ,  $\omega = 2\pi f$ . જ્યાં  $f = 50 \text{ Hz}$ ,  $V_{rms} = 220 \text{ V}$ ,  $I_{rms}$  = મહત્તમ પ્રવાહનાં મૂલ્યો મૂકી  $L$  શોધો.

2. L-C-R શ્રેણી એ.સી. પરિપથ માટે  $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$\text{જ્યાં } X_L = \omega L = 2\pi fL \text{ અને } X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

પરથી  $|Z|$  શોધો. અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો વોલ્ટેજ =  $I_{rms} R$  શોધો.

3. ટ્યૂન કરવું એટલે પરિપથને અનુનાદ સ્થિતિમાં લાવવો. અનુનાદ સ્થિતિમાં

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \text{ એટલે } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\therefore f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$\therefore C = \frac{1}{4\pi^2 f^2} \frac{1}{L}$$

મિ  $f = 800 \times 10^3$  Hz મૂકી C શોધો. તે જ રીતે  $f = 1200 \times 10^3$  Hz મૂકી C શોધો.  
C ની આ બે મૂલ્યો ચલ કેપેસિટરની રેન્જ દર્શાવે છે. એટલે કે C નાં બે મૂલ્યો વચ્ચેનાં મૂલ્યો વડે 800 kHz અને 1200 kHz વચ્ચેની આવૃત્તિ માટે પરિપથમાં ટ્યૂનિંગ મેળવી શકાય છે.

4. (1)  $I_{max} = \sqrt{2} I_{rms} = \sqrt{2} \frac{V_{rms}}{|Z|}$  મિ  $V_{rms}$  અને  $Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$  નો ઉપયોગ કરી  $I_{max}$  શોધો.

$$\omega = 2\pi f$$

(2)  $\tan \delta = \frac{\omega L}{R}$  પરથી  $\delta$  શોધો. સમય-તફાવત  $= \frac{\delta(\text{in rad})}{\omega}$  (રેડિયનમાં) પરથી સમય તફાવત શોધો.

5. (1)  $\frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} = \frac{N_s}{N_p}$  પરથી  $\epsilon_s$  શોધો.

(2)  $\epsilon_p I_p = \epsilon_s I_s \Rightarrow I_p = \frac{\epsilon_s}{\epsilon_p} I_s = \frac{N_s}{N_p} I_s$  પરથી  $I_p$  શોધો.

(3) આઉટપુટ પાવર  $= \epsilon_s I_s$  ઇનપુટ પાવર  $= \epsilon_p I_p$

6. પાવર  $= V_{rms} I_{rms} \cos \delta$

પરંતુ  $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{|Z|}$ ,

$$\therefore \text{પાવર} = \frac{V_{rms}^2}{|Z|} \cos \delta \text{ જ્યાં } |Z|^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 \text{ પરથી પાવર શોધો.}$$

પાવરફેક્ટર  $\cos \delta = \frac{R}{|Z|}$  પરથી પાવરફેક્ટર શોધો.

7. આવર્તકાળના અર્ધચક્ર પર  $V$  નું સરેરાશ મૂલ્ય

$$= \frac{1}{T/2} \int_0^{T/2} V dt = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} V_m \sin \omega t dt$$

$$= \frac{2V_m}{T} \left[ -\frac{\cos \omega t}{\omega} \right]_0^{T/2} = \frac{2V_m}{T} \left[ -\cos \frac{2\pi}{T} \frac{T}{2} + \cos \left( \frac{2\pi}{T} 0 \right) \right]$$

$$= \frac{2V_m}{T \frac{2\pi}{T}} (1 + 1)$$

$$= \frac{2V_m}{\pi}$$

8. અત્રે  $t = 0$ ,  $V = 0$  દર્શાવે છે કે, વોલ્ટેજને sine વિધેય વડે દર્શાવી શકાય.  $\therefore V = V_m \sin \omega t$ , જ્યાં

$V_m = 100$  V આપેલ છે.  $t = \frac{1}{100\pi}$  s,  $V = 2$  V તથા  $\omega = 2\pi f$  મૂકી  $f$  શોધો.

9. અત્રે  $V = V_m \cos \omega t$ .....(i) તથા  $I = \frac{V_m}{|Z|} \cos(\omega t - \delta)$  .....(ii) દ્વારા ઈન્ડક્ટર ધરાવતા

એ.સી. પરિપથ માટે  $|Z| = \omega L$ ,  $\delta = \frac{\pi}{2}$  વળી,  $\omega = 2\pi f$  આ મૂલ્યો સમીકરણ (ii)માં મૂકી,  $I$ નું સમીકરણ મેળવો.

10.  $P = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cos \delta$  માં  $\cos \delta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$

$X_C = 30 \, \Omega$ ,  $R = 40 \, \Omega$ ,  $V_m = 220 \, V$  તથા  $I_m = 4.4 \, A$  મૂકી પાવર તથા પાવર-ફેક્ટર ગણો.

11. મહત્તમ વીજપ્રવાહ  $I_m = \frac{V_m}{|Z|}$  જ્યાં  $|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$   $\omega = 2\pi f$  માં મૂલ્યો મૂકી  $I_m$  શોધો.

12.  $I^2$  ની rms મૂલ્ય માટે

$$I^2 = (I_1 \sin \omega t + I_2 \cos \omega t)^2 \text{ નું વિસ્તરણ કરો.}$$

આ વિસ્તરણ પરથી

$$\therefore \langle I^2 \rangle = I_1^2 \langle \sin^2 \omega t \rangle + I_2^2 \langle \cos^2 \omega t \rangle + 2I_1 I_2 \langle \sin \omega t \cos \omega t \rangle$$

$$\text{હવે } \langle \cos^2 \omega t \rangle = \langle \sin^2 \omega t \rangle = \frac{1}{2} \text{ તથા } \langle \sin \omega t \cos \omega t \rangle = 0$$

$$\therefore \langle I^2 \rangle = \frac{I_1^2}{2} + \frac{I_2^2}{2} + 0$$

$$\therefore I_{rms} = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2}{2}}$$

13. મુક્ત LC દોલનોના પ્રાકૃતિક કોણીય આવૃત્તિ  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  માં  $L$  અને  $C$  નાં મૂલ્યો મૂકી  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

ગણો.

### પ્રકરણ 3

1. (a)  $\lambda = \frac{2\pi}{k}$ ,  $f = \frac{\omega}{2\pi}$

(b)  $E_0 = B_0 c$

સમીકરણ પરથી તરંગનો વેગ (c) ઋણ X-અક્ષની દિશામાં છે, અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર Y-અક્ષ પર ધન છે.  $\vec{c}$  ની દિશા  $(\vec{E} \times \vec{B})$  ની દિશા મુજબ હોવાથી  $\vec{E} = E_0 \hat{k} \equiv E_z \hat{k}$ .

2.  $I = \frac{\text{પાવર}}{\text{ક્ષેત્રફળ}} = \frac{\text{પાવર}}{4\pi r^2}, r = 1 \text{ m}$

3. (a)  $B_0 = \frac{E_0}{c},$

(b)  $I = \epsilon_0 c E_{rms}^2 = \epsilon_0 c \left( \frac{E_0}{\sqrt{2}} \right)^2,$

(c)  $\text{પાવર} = I \times \text{ક્ષેત્રફળ} = I \times 4\pi r^2$

4.  $I = \epsilon_0 c E_{rms}^2 = \frac{P_S}{4\pi r^2}$

$\therefore E_{rms} = \sqrt{\frac{P_S}{4\pi r^2 \epsilon_0 c}}$

$B_{rms} = \frac{E_{rms}}{c}$

5. તરંગની તીવ્રતા  $I = \epsilon_0 c E_{rms}^2$

$\text{પાવર} = I \times \text{ક્ષેત્રફળ}$

$\therefore \text{ઊર્જા} = \text{પાવર} \times \text{સમય} \text{ (સમય } t = 1 \text{ s)}$

એકમ સમયમાં મળતું વેગમાન

$\Delta p = \frac{\Delta U}{c}$

રેડિયેશન-દબાણ =  $\frac{\Delta P}{\text{ક્ષેત્રફળ}}$

6. (a) ઊર્જાઘનતા માટે  $\rho_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2$  સમીકરણનો ઉપયોગ કરો.

(b) નળાકારમાં સમાયેલી ઊર્જા માટે  $\Delta U = \rho_E \times V$ નો ઉપયોગ કરો.

(c) વિકિરણની તીવ્રતા માટે  $I = \rho_E c$ નો ઉપયોગ કરો.

(d) સંપૂર્ણ શોષણ માટે એક સેકન્ડમાં નળાકારને મળતું વેગમમન  $\Delta p = \frac{\Delta U}{c}.$

(e) વિકિરણનું દબાણ શોધવા  $p = \frac{\Delta p}{A}$ નો ઉપયોગ કરો.

#### પ્રકરણ 4

1. અપ્રકાશિત શલાકા માટે  $\frac{x_n d}{D} = (2n - 1) \frac{\lambda}{2}$  પરથી  $\lambda$  ગણો.

2. પ્રકાશિત શલાકા માટે  $\frac{x_n d}{D} = n\lambda$

અપકાશિત શલાકા માટે  $\frac{x_m d}{D} = (2n - 1) \frac{\lambda}{2}$

$\therefore$  આ શલાકાઓ વચ્ચેનું અંતર  $x_m - x_n$ .

3. સમીકરણ  $\frac{x_n d}{D} = n\lambda$  નો ઉપયોગ કરવો.

4.  $\bar{x}_1 = \frac{\lambda D}{d}$  અને  $\bar{x}_2 = \frac{\lambda(D + 50)}{d} \therefore \lambda = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1)d}{50}$

5.  $t_2 - t_1 = nT = n\left(\frac{1}{f}\right)$  (આપેલ છે.)

પથ તફાવત  $= r_2 - r_1 = c(t_2 - t_1) = c \times \frac{n}{f} = n\lambda$

6. આકૃતિ પરથી, પથ તફાવત  $= SS_2P - SS_1P = (SS_2 - SS_1) + (r_2 - r_1)$   
 $= 0.25\lambda + \frac{xd}{D} = \frac{\lambda}{4} + \frac{xd}{D}$

(i) સહાયક વ્યતિકરણ માટે

$$\frac{\lambda}{4} + \frac{xd}{D} = n\lambda \Rightarrow \lambda\left(n - \frac{1}{4}\right) = \frac{xd}{D}$$

(ii) વિનાશક વ્યતિકરણ માટે

$$\frac{\lambda}{4} + \frac{xd}{D} = (2n - 1) \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} \left(2n - \frac{3}{2}\right) = \frac{xd}{D}$$

7. સમીકરણ  $d \sin \theta = n\lambda$  પરથી,  $\sin \theta = \frac{n}{2}$  ( $\because d = 2\lambda$ ).

પણ  $\sin \theta \leq 1 \Rightarrow n \leq 2$ , અર્થાત્  $n = 0, 1$  અને  $2$ .

8.  $\frac{xd}{D} = n\lambda$  સૂત્રનો ઉપયોગ કરો.

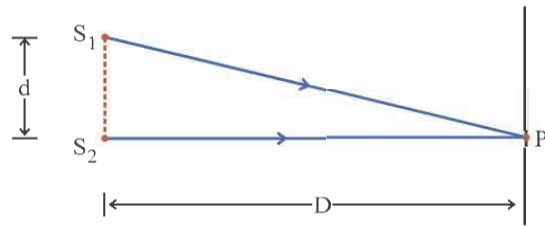
9. અહીં,  $d \ll D$ .

પથ તફાવત  $= (D^2 + d^2)^{\frac{1}{2}} - D$

$$= D \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right)^{\frac{1}{2}} - D$$

$$= D \left(1 + \frac{d^2}{2D^2}\right)^{\frac{1}{2}} - D \quad (\because d \gg D)$$

$$= \frac{d^2}{2D}$$



વિનાશક વ્યતિકરણ માટે  $\frac{d^2}{2D} = (2n - 1) \frac{\lambda}{2}$

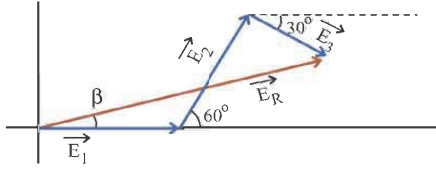


$$\therefore \lambda = \frac{d^2}{D(2n-1)}$$

$$n = 1 \text{ માટે } \lambda = \frac{d^2}{D}$$

$$n = 2 \text{ માટે } \lambda = \frac{d^2}{3D} \text{ વગેરે.}$$

10. સમક્ષિતિજ ઘટકોનો સરવાળો લેતાં,  $E_0 + E_0 \cos 60^\circ + E_0 \cos(-30^\circ) = 2.37E_0$



શિરોલંબ ઘટકોનો સરવાળો લેતાં,  $0 + E_0 \sin 60^\circ +$

$$E_0 \sin(-30^\circ) = 0.366E_0$$

$$\text{હવે, } E_R = \sqrt{(2.37E_0)^2 + (0.366E_0)^2} = 2.4 E_0$$

$$\text{અને કળા, } \beta = \tan^{-1}\left(\frac{0.366E_0}{2.37E_0}\right) = 8.8^\circ$$

11. વિવર્તન મહત્તમ માટે  $d \sin \theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

12. દ્વિતીય મહત્તમની પહોળાઈ = દ્વિતીય અને તૃતીય લઘુત્તમો વચ્ચેનું અંતર

વિવર્તન લઘુત્તમ માટે,  $d \sin \theta = n\lambda$

વળી, નાના  $\theta$  (rad માં),  $\sin \theta \approx \tan \theta$

13. (i) પ્રવાહીનો વક્રીભવનાંક,  $n_1 = \frac{\lambda}{\lambda'}$

જ્યાં,  $\lambda$  = હવામાં પ્રકાશની તરંગલંબાઈ

$\lambda'$  = પ્રવાહીમાં પ્રકાશની તરંગલંબાઈ

$$\therefore \lambda' = \frac{\lambda}{n_1} = \frac{6300 \text{ Å}}{1.33}$$

$$\text{હવે, } \bar{x} = \frac{\lambda D}{d} = \frac{6300 \times 10^{-10}}{1.33 \times 10^{-3}} \times 1.33$$

$$\therefore \bar{x} = 0.63 \times 10^{-3} \text{ m}$$

- (ii) આકૃતિ (a) પરથી,  $d = v_1 t_1$ ;

અહીં,  $n_1$  = પ્રવાહીનો વક્રીભવનાંક

$v_1$  = તરંગની પ્રવાહીમાં ઝડપ

પણ,  $v_1 n_1 = C$

$$\therefore v_1 n_1 t_1 = c t_1 = r_1 \quad (1)$$

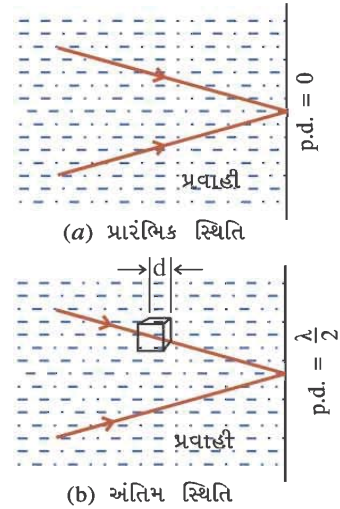
તે જ રીતે, આકૃતિ (b) પરથી,

$$v_2 n_2 t_2 = c t_2 = r_2 \quad (2)$$

પ્રથમ ક્રમના ન્યૂનતમ માટે, પથ તફાવત

$$r_2 - r_1 = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{સમીકરણ (1) અને (2), } d = \frac{\lambda}{2(n_2 - n_1)}.$$



**પ્રકરણ 5**

1. હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં  $n$  મુખ્ય ક્વોન્ટમ-અંક ધરાવતી કક્ષાની ત્રિજ્યા,

$$r = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

અને આ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ઝડપ,

$$v = \frac{e^2}{2\epsilon_0 n h}$$

કક્ષીય ઇલેક્ટ્રોનની આવૃત્તિ,

$$f = \frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi r} = \frac{m e^4}{4\epsilon_0^2 n^3 h^2}$$

અથવા

$$f = \frac{m e^4}{8\epsilon_0^2 c h^3} \times \frac{2c}{n^3}$$

$$= \frac{2Rc}{n^3}$$

$$n = 2 \text{ માટે } f = 8.23 \times 10^{14} \text{ sec}^{-1}$$

∴ સરેરાશ જીવનકાળ દરમિયાન થતા પરિભ્રમણોની સંખ્યા,

$$(8.23 \times 10^{14}) \times (10^{-8}) = 8.23 \times 10^6$$

2. (i)  $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_k^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$

(ii)  $E = \frac{hc}{\lambda}$

3.  $\frac{1}{\lambda} = R = \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$  સૂત્ર પરથી.

4.  $\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  સૂત્ર પરથી પ્રથમ બામર શ્રેણી અને તે પરથી લાયમન શ્રેણી માટે ગણતરી કરો. અને નોંધો કે  $R$  આપેલ નથી.

5. (i) ફાઈન-સ્ટ્રક્ચર અચળાંક  $\alpha$ નું પારિમાણિક સૂત્ર મેળવો.

(ii) તેની કિંમત શોધો.

(iii) હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે  $E_n = -\frac{m e^2}{8\epsilon_0^2 h^2 n^2}$  છે.

હવે,  $4\pi^2 c^2$  વડે ગુણી અને ભાગતાં,  $E_n = \frac{-m c^2 \alpha^2}{2n^2}$  મળે.

(iv) કોણીય વેગમાન,  $l = mvr = \frac{h}{2\pi}$

$$\therefore v = \frac{\hbar}{\left( \frac{mn^2h^2\epsilon_0}{\pi Ze^2m} \right)} \quad (\because r = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi Ze^2m})$$

(હવે  $\alpha$ નું સૂત્ર વાપરતાં  $v = \alpha c$  મળે.)

6. હાઈડ્રોજન પરમાણુની બંધન-ઊર્જા,  $|E| = + 21.76 \times 10^{-19} \text{ J}$

હાઈડ્રોજન વાયુની સરેરાશ ગતિ-ઊર્જા  $= \frac{3}{2} k_B T$

$$\therefore \frac{3}{2} k_B T = 21.76 \times 10^{-19}$$

$$\therefore T = 1.05 \times 10^5 \text{ K}$$

7.  $E = \frac{-me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{Z^2}{n^2}$

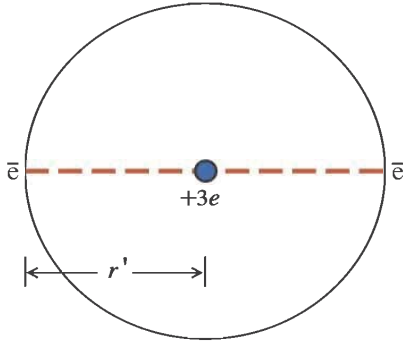
$\text{He}^+$  આયન માટે  $Z = 2$ ,  $n = 1$ .

વળી,  $\frac{-me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 \text{ eV}$  (જ્ઞાતિક્રિમત)

8.  $\text{H}_\beta$ -રેખા (એટલે કે,  $n = 4 \rightarrow n = 2$ )ના ઉત્સર્જન માટે ઇલેક્ટ્રોનને પહેલાં  $n = 4$  કક્ષામાં ઉત્તેજિત કરવો પડે.

તેથી આ બે કક્ષાનાં ઊર્જા-તફાવત જેટલી ઊર્જા આપવી પડે.

9.  $\text{Li}^+$  આયનની કુલ ઊર્જા,



$$E_{tot} = 2 \times \left[ \frac{1}{2}mv^2 - \frac{3e^2}{4\pi\epsilon_0 r'} \right] + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 (2r')}$$

$$\text{પરંતુ } \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{3e^2}{r'}$$

અને

$$r' = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m Z e^2}$$

$$\therefore E_{tot} = \frac{-15}{n^2} \left( \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \right) = -204 \text{ eV} \quad (\because n = 1 \text{ અને } \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} = 13.6 \text{ eV})$$

$$E_{tot}^{exp} = 198.09 \text{ eV (આપેલ છે.)} \therefore \% \text{ ત્રુટિ} = 2.98\%$$

10. કુલ ઊર્જા,  $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m\omega^2 r^2$  ( $\because k = m\omega^2$ )  $= mv^2$  ( $\because v = r\omega$ )

$$\text{કોણીય વેગમાન } mvr = n\frac{h}{2\pi} \therefore mv^2 = n\hbar \frac{v}{r} \therefore E = n\hbar \frac{v}{r} = n\hbar \omega.$$

11. મોઝેલેના નિયમાનુસાર  $K_\alpha$ -રેખા માટે  $\frac{1}{\lambda} = R(Z - 1)^2 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$

12.  $K_{\alpha}$ -રેખા L-કક્ષામાંથી K-કક્ષામાં થતી ઇલેક્ટ્રોનની સંક્રાંતિને અનુરૂપ હોય છે, તેને અનુરૂપ તરંગલંબાઈ

$$\frac{hc}{\lambda_{K_{\alpha}}} = (78 \times 10^3 - 12 \times 10^3) \times (1.6 \times 10^{-19}) \text{ J} \therefore \lambda_{K_{\alpha}} = 0.188 \text{ \AA}$$

$K_{\beta}$  રેખા M-કક્ષામાંથી L-કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની થતી સંક્રાંતિને અનુરૂપ હોય છે, તેની તરંગલંબાઈ  
 $\lambda_{K_{\beta}} = 0.165 \text{ \AA}$

#### પ્રકરણ 6

1. કોઈ પ્રક્રિયામાં કુલ બંધન-ઊર્જામાં વધારો થાય-તો તે પ્રક્રિયામાં ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય (છૂટી પડે !)

(a)  $Y \rightarrow 2Z$  પ્રક્રિયા માટે,

$$Y\text{ની કુલ બંધન-ઊર્જા} = 8.5 \times 60 = 510 \text{ MeV}$$

$$2Z\text{ની કુલ બંધન-ઊર્જા} = 2(5.0 \times 30) = 300 = \text{MeV}$$

અહીં, કુલ બંધન-ઊર્જા ઘટે છે. તેથી ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થશે નહીં.

(b)  $W \rightarrow 2Y$  પ્રક્રિયા માટે,

$$W\text{ની કુલ બંધન-ઊર્જા} = 8 \times 120 = 960 \text{ MeV}$$

$$2Y\text{ની કુલ બંધન-ઊર્જા} = 2(8.5 \times 60) = 1020 \text{ MeV.}$$

અહીં, કુલ બંધન-ઊર્જા ઘટે છે. તેથી ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થશે નહીં.

2. બંને ઉત્સર્જનને અનુરૂપ કુલ ક્ષય-નિયતીક  $\lambda_i$  એ  $\lambda_{\alpha} + \lambda_{\beta}$ ના સરવાળા જેટલો થાય.

$$\therefore \lambda_i = \frac{1}{1600} + \frac{1}{400} = \frac{1}{320} \text{ Yr}^{-1} \therefore \tau_{\frac{1}{2}}(\text{total}) = \frac{0.693}{\lambda_i} = \frac{0.693}{1/320} = 221.76 \text{ Yr.}$$

75 % ન્યુક્લિયસ ક્ષય પામે, તો 25 % બચે

$$\therefore \frac{N}{N_0} = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau_{\frac{1}{2}}}}$$

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau_{\frac{1}{2}}}}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau_{\frac{1}{2}}}}$$

$$\therefore \frac{t}{\tau_{\frac{1}{2}}} = 2 \therefore t = 2(\tau_{\frac{1}{2}}) = 443.52 \text{ Yr}$$

3. પૂર્ણ દૂરની સ્થિતિમાં (ગતિ + સ્થિતિ) કુલ-ઊર્જા = લઘુત્તમ અંતરે (ગતિ + સ્થિતિ) કુલ ઊર્જા (ઊર્જા + ઊર્જા)

$$2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) + 0 = 0 + \frac{kq^2}{r_0}$$

$$2(1.8 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19}) = \frac{(9 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})^2}{r_0} \therefore r_0 = 4 \times 10^{-14} \text{ m}$$

4. જો અર્ધ-આયુ  $x$  hr હોય તો,

$$0 \text{ સમયે એક્ટિવિટી} = 16000 \text{ counts/min}$$

$$x \text{ hr બાદ એક્ટિવિટી} = 8000 \text{ counts/min}$$

$$2x \text{ hr બાદ એક્ટિવિટી} = 4000 \text{ counts/min}$$

$$3x \text{ hr બાદ એક્ટિવિટી} = 2000 \text{ counts/min}$$

$$4x \text{ hr બાદ એક્ટિવિટી} = 1000 \text{ counts/min}$$

$$5x \text{ hr બાદ એક્ટિવિટી} = 500 \text{ counts/min}$$

$$\therefore 5x = 240 \text{ min} \therefore x = 48 \text{ min}$$

5. 226 g રેડિયમમાં  $6.02 \times 10^{23}$  પરમાણુ હોય

$$\therefore 1 \text{ g માં } \frac{6.02 \times 10^{23}}{226} = N \text{ પરમાણુ હોય.}$$

$$\tau_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{0.693}{\tau_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{4.98 \times 10^{10}} \text{ s}^{-1}$$

$$I = \lambda N = \left( \frac{0.693}{4.98 \times 10^{10}} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{226} \right) = 3.7 \times 10^{10} \text{ વિભંજન / s} = 1 \text{ Ci}$$

6. મુક્ત અવસ્થામાં બધા ન્યુક્લિયોન્સનું કુલ દળ  $= Zm_p + Nm_n = 17 \times 1.00783 + 18 \times 1.00866 = 35.28899 \text{ u}$ .

$$\text{દળક્ષતિ} = \Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{nucleus}} = 35.28899 - 34.9800 = 0.30899 \text{ u}$$

$$\therefore \text{બંધન-ઊર્જા} = 0.30899 \times 931 = 287.66 \text{ MeV}$$

$$\therefore \text{ન્યુક્લિયોન દીઠ બંધન-ઊર્જા} = \frac{287.66}{35} = 8.219 \frac{\text{MeV}}{\text{ન્યુક્લિયોન}}$$

7.  $R = R_0 A^{\frac{1}{3}} \therefore (6.6 \text{ fm}) = (1.1 \text{ fm}) A^{\frac{1}{3}} \therefore A = 216 = \text{ન્યુક્લિયોનની સંખ્યા}$

$$\therefore \text{ન્યુક્લિયસનું દળ} = 216 \times 1.0088 \text{ u} = 216 \times 1.0088 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{ન્યુક્લિયસનું કદ} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} (3.14) (6.6 \times 10^{-15})^3 \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{ન્યુક્લિયસની ઘનતા } \rho = \frac{\text{દળ}}{\text{કદ}} = \frac{(216)(1.008)(1.66 \times 10^{-27})}{\left(\frac{4}{3}\right)(3.14)(6.6 \times 10^{-15})^3} = 3 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$$

8.  $I = \lambda N \Rightarrow 8000 = \lambda(8 \times 10^7) \therefore \lambda = 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ,

$$\tau_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{10^{-4}} = 6930 \text{ s.}$$

9. 2 g  ${}_1\text{H}^2$ માં ન્યુક્લિયસની સંખ્યા  $= 6.02 \times 10^{23}$

$$\therefore 1000 \text{ g of } {}_1\text{H}^2 \text{માં ન્યુક્લિયસની સંખ્યા} = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 1000}{2} \\ = 3.01 \times 10^{26}$$

$$2 \text{ } {}_1\text{H}^2 \text{ના સંલયનથી } 3.27 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J ઊર્જા મળે.}$$

$$\therefore 3.01 \times 10^{26} \text{ } {}_1\text{H}^2 \text{ના સંલયનથી મળતી ઊર્જા} = \frac{3.27 \times 10^6 \times 1.6 \times 3.01 \times 10^{26}}{2} \text{ J}$$

$$100 \text{ W નો બલ્બ } t \text{ સેકન્ડ અજવાળે, તો ખર્ચાતી ઊર્જા} = (100)(t) \text{ J}$$

$$\therefore 100 \text{ J} = \frac{3.27 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 3.01 \times 10^{26}}{2} \therefore t = \frac{7.874 \times 10^{11} \text{ s}}{3.16 \times 10^7 \text{ s/year}} = 24917 \text{ Yr}$$

**પ્રકરણ 7**

1.  $n_e = 6 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ ,  $\kappa = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^{-3}$   
 શુદ્ધ અર્ધવાહક માટે,  $n_e = n_h = 6 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$   
 $\therefore$  હોલની સંખ્યા  $= 2 \times 10^{-3} \text{ m}^{-3} = n_h \times \kappa = 6 \times 10^{19} \times 2 \times 10^{-6}$   
 $= 12 \times 10^{13}$
2.  $n_i = 1.5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$   
 મેજોરિટી ચાર્જકેરિયર્સ  $n_h = 4.5 \times 10^{22} \text{ m}^{-3}$ , માઈનોરીટી ચાર્જકેરિયર્સ  $n_e = ?$   
 હવે,  $n_i^2 = n_e n_h$  અને  $n_e$  ની ગણતરી કરો.
3. વાપરો  $E_g = \frac{hc}{\lambda}$       4. વાપરો  $E_g = \frac{hc}{\lambda}$
5.  $d = 400 \text{ nm}$ ,  $E = 5 \times 10^5 \text{ V/m}$   
 બેરિયર સ્થિતિમાન  $V_0 = Ed = 5 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-7} = 0.2 \text{ V}$   
 મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની લઘુત્તમ ઊર્જા  $= V_0 = 0.2 \text{ eV}$ .
6. (1)  $V_A > V_B$ , માટે  $D_1$  ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ અને  $D_2$  રિવર્સ બાયસ થશે, તેથી A અને B વચ્ચેનો અવરોધ  $R_{AB} = 50 \Omega$ .  
 (2)  $V_B > V_A$ , માટે  $D_1$  રિવર્સ બાયસ અને  $D_2$  ફોરવર્ડ બાયસ થશે.  
 $\therefore$  A અને B વચ્ચેનો અવરોધ  $R_{AB} = 50 \Omega$ .
7.  $R_L = 10 \text{ k } \Omega$ ,  $A_v = 200$ ,  $r_i = 10 \text{ k } \Omega$   
 (1)  $A_v = -g_m R_L$  માટે ગણતરી કરો  $g_m$ . (2)  $g_m = \frac{\beta a c}{r_i} = \frac{A_i}{r_i}$  વાપરો અને ગણતરી કરો  $A_i$ .
8.  $I_C = 18.6 \text{ mA}$ ,  $I_C = ?$ ,  $\alpha = ?$   $I_C = 0.93 I_E$  માટે ગણતરી કરો.  $I_E$  અને  $I_B = I_E - I_C$  માટે ગણતરી કરો  $I_B$  વાપરો.  $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$  ગણતરી કરો  $\alpha$ .
9.  $\Delta V_{BE} = 200 \times 10^{-3} \text{ V}$ ,  $\Delta V_{CE} = 200 \mu\text{A}$ ,  $r_i = ?$ ,  $A_v = ?$   
 $r_i = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} = \frac{200 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-6}} = 1000 \Omega$        $A_v = \frac{\Delta V_{CE}}{\Delta V_{BE}} = \frac{2}{200 \times 10^{-3}} = 10$
10. પાવર ગેઈન  $A_p = A_v A_i = (-g_m R_L) A_i = \left( \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}} \right) R_L A_i$ . હવે ગણતરી કરો  $R_L$ .
11. ઈનપુટ પરિપથ માટે  $V_{BB} = I_B R_B + V_{BE}$  ગણતરી કરવા આ સમીકરણ વાપરો  $I_B$   
 આઉટપુટ સરકિટ માટે  $V_{CC} = V_{CE} + I_C R_L$   $I_C$  ની ગણતરી માટે  
 હવે પ્રવાહબદ્ધ  $A_i = \frac{I_C}{I_B}$ .

12. ઈનપુટ પ્રવાહ માટે

$$V_{CC} - I_B R_B - V_{BE} = 0 \therefore V_{BE} = V_{CC} - I_B R_B = 6 - 5 \times 10^{-6} (1 \times 10^6) = 1 \text{ V}$$

$$\text{આઉટપુટ પ્રવાહ માટે } V_{CC} - I_C R_L - V_{CE} = 0$$

$$\therefore V_{CE} = V_{CC} - I_C R_L = 6 - (5 \times 10^{-3} \times 1.1 \times 10^3) = 0.5 \text{ V}$$

13.  $A_P = A_V \cdot A_i = g_m R_L A_i \therefore A_P = \frac{\beta a c}{r_i} = R_L A_i \therefore R_L = \frac{A_P \cdot r_i}{A_i \cdot A_i} = \frac{2000 \times 1000}{100 \times 100} = 200 \Omega$

#### પ્રકરણ 8

1. ક્ષેત્રફળ  $A = \pi d_T^2 = \pi (2h_T R)$

$$\text{એન્ટેનાની ઊંચાઈ } h_T = \frac{A}{2\pi R} = \frac{3140}{2 \times 3.14 \times 6400} = 0.078125 \text{ km} = 78.125 \text{ m}$$

2. ક્ષેત્રફળ  $A = \pi d_T^2 = \pi (2h_T R) = 3.14 \times 2 \times 81 \times 6400 \times 10^3$   
 $= 3255552 \times 10^3 \text{ m}^2 = 3255.552 \text{ km}^2$

3.  $E_C = 12 \text{ V}, m_a = 0.75, E_m = ?$

$$m_a = \frac{E_m}{E_C} \therefore E_m = m_a \times E_C = 0.75 \times 12 = 9 \text{ V}$$

4.  $e = 100(1 + 0.6 \sin 6280t) \sin 2\pi \times 10^6 t$  ને

$$e = E_C(1 + m_a \sin \omega_m t) \sin \omega_c t \text{ માં સરખાવતાં,}$$

$$m_a = 0.6, \omega_m = 6280 \text{ rad/s}, \omega_c = 2\pi \times 10^6 \text{ rad/s}$$

$$\therefore f_m = \frac{\omega_m}{2\pi} = \frac{6280}{2\pi} = 10^3 \text{ Hz} = 1 \text{ kHz}$$

$$f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = \frac{2\pi \times 10^6}{2\pi} = 10^6 \text{ Hz} = 1000 \text{ kHz}$$

$$\text{LSB ની આવૃત્તિ} = f_c - f_m = 1000 - 1 = 999 \text{ kHz}$$

$$\text{USB ની આવૃત્તિ} = f_c + f_m = 1000 + 1 = 1001 \text{ kHz}$$