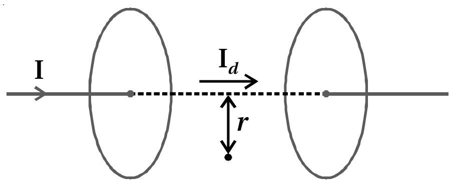
1. **"વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર એ વિકિરણ દબાણમાં ફાળો આપતું નથી તેમ છતાં વિદ્યુતક્ષેત્ર E માં વિદ્યુતભારિત કણ પર qE જેટલું બળ લગાડે છે." આ વિધાન સમજાવો.**

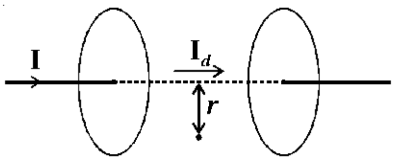
➠ વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર એ આંદોલન કરતું ક્ષેત્ર છે. તેથી, તે વિદ્યુતભારિત કણ પર બળ લગાડે છે. પૂર્ણ સંખ્યાના ચક્રો પર આ સરેરાશ વિદ્યુતબળનું મૂલ્ય શૂન્ય છે. જો કે દરેક અડધા ચક્ર પછી તેની દિશા બદલાય છે. તેથી, વિકિરણ દબાણ માટે વિદ્યુતક્ષેત્ર જવાબદાર નથી.

2. **સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરના ચાર્જિંગ દરમિયાન તેની બે પ્લેટો વચ્ચેના કોઈ એક બિંદુએ ચુંબકીયક્ષેત્રની તીવ્રતા**

$B = \dfrac{\mu_0 \epsilon_0 r}{2} \cdot \dfrac{dE}{dt}$ **છે એમ બતાવો. (સંજ્ઞાઓના પ્રચલિત અર્થ છે).**



➠ સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટરની બે પ્લેટો વચ્ચેના વિસ્તારમાં સ્થાનાંતર પ્રવાહ I_d વિચારો જે નીચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યું છે.



➠ કેપેસિટરની બે પ્લેટો વચ્ચેના વિસ્તારના કોઈ બિંદુથી તેની અક્ષથી r લંબ અંતરે આવેલાં બિંદુએ ચુંબકીયક્ષેત્રની તીવ્રતા,

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0}{2\pi r} I_d = \frac{\mu_0}{2\pi r} \times \left(\epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}\right) \left[\because I_d = \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}\right]$$

$$= \frac{\mu_0 \epsilon_0}{2\pi r}\left[\frac{d}{dt}(E\pi r^2)\right]$$

$$= \frac{\mu_0 \epsilon_0}{2\pi r} \cdot \pi r^2 \frac{dE}{dt}$$

$$B = \frac{\mu_0 \epsilon_0 r}{2} \cdot \frac{dE}{dt} \quad [\because \phi_E = EA = E \times \pi r^2]$$

3. **(i) ઉપગ્રહના પ્રસારણમાં λ_1**
   (ii) પાણીના પ્યૂરિફાયરમાં જંતુઓના નાશ માટે λ_2
   (iii) અન્ડરગ્રાઉન્ડ પાઇપલાઈનમાં લીકેજ શોધવા માટે λ_3
   (iv) ફોગ (ધુમ્મસ) અને ભેજવાળી સ્થિતિમાં રસ્તાઓને સારી રીતે જોવા માટે λ_4 તરંગલંબાઈ સાથેના વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે તો
   (a) વિદ્યુતચુંબકીય વર્ણપટના કયા ભાગમાં આ વિકિરણો આવેલાં છે તેમને ઓળખો અને નામ આપો.
   (b) તેમની તરંગલંબાઈના મૂલ્યને ચઢતાં ક્રમમાં ગોઠવો.
   (c) દરેકનો એક વધુ ઉપયોગ લખો.

➠ (a) (i) ઉપગ્રહના પ્રસારણમાં માઈક્રોતરંગોનો ઉપયોગ થાય છે, તેથી λ_1 તરંગલંબાઈવાળા માઈક્રોવેવ તરંગો છે.
(ii) પારજાંબલી કિરણો પાણીના પ્યૂરિફાયરમાં જંતુઓને મારવા વપરાય છે. તેથી λ_2 તરંગલંબાઈવાળા પારજાંબલી

કિરણો છે.

(iii) અન્ડરગ્રાઉન્ડ પાઇપલાઈનમાં લીકેજ શોધવા માટે X-ray નો ઉપયોગ થાય છે. તેથી λ_3 એ X-rays છે.

(iv) ફોગ (ધુમ્મસ) અને ભેજવાળી સ્થિતિમાં રસ્તાઓને સ્પષ્ટ રીતે જોવા માટે પારરક્ત તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે. તેથી λ_4 તરંગલંબાઈવાળા તરંગો પારરક્ત તરંગો છે.

(b) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_4 < \lambda_1$

(c) (i) રડાર તરીકે માઇક્રોવેવનો ઉપયોગ થાય છે.

(ii) આંખની સર્જરી માટે પારજાંબલી તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.

(iii) હાડકામાં ભાંગતૂટ નક્કી કરવા X-ray નો ઉપયોગ થાય છે.

(iv) પ્રકાશીય પ્રસારણ (TV) માં પારરક્ત તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે.

4. 2 μF કેપેસિટન્સનું સમાંતર પ્લેટ કેપેસિટર તમને આપેલું છે. પ્લેટો વચ્ચેની જગ્યામાં 1 mA નો તત્કાલિન સ્થાનાંતર પ્રવાહ તમે કેવી રીતે મેળવશો ?

➠ પ્લેટો પરનો વિદ્યુતભાર,

$$q = CV$$

$$I_d\, dt = C dV$$

$$\therefore I_d = C\frac{dV}{dt}$$

$$\therefore \frac{dV}{dt} = \frac{I_d}{C} = \frac{10^{-3}}{2\times10^{-6}}$$

$$\therefore \frac{dV}{dt} = 500\frac{V}{s}$$

તેથી કેપેસિટરને $500\frac{V}{s}$ નો ચલ સ્થિતિમાન આપીને આપણે જોઈતાં મૂલ્યનો સ્થાનાંતર પ્રવાહ મેળવી શકીએ.

5. બલ્બથી બમણા અંતરે રહેલાં બિંદુએ પ્રકાશની તીવ્રતા કેટલી થશે ? જ્યારે રૂમની લંબાઈમાંથી પસાર થાય ત્યારે ખરેખર લેસર બીમના પ્રકાશની તીવ્રતા અચળ રહે છે. અચળ તીવ્રતા રહેવા માટે લેસર બીમની કઈ ભૌમિતિક લાક્ષણિકતા જવાબદાર છે જે બલ્બના પ્રકાશના કિસ્સામાં ગેરહાજર છે.

➠ જો અંતર બમણું થાય તો પ્રકાશિત વર્તુળાકારનું ક્ષેત્રફળ ચાર ગણું થાય. તેથી, પ્રકાશની તીવ્રતા મૂળ તીવ્રતાના ચોથા ભાગની $\left(\because I \propto \frac{1}{r^2}\right)$ થાય પણ લેસરના કિસ્સામાં બીમનું વિસ્તરણ થતું નથી તેથી તેની તીવ્રતા અચળ રહે છે.

➠ લેસર બીમના પ્રકાશની તીવ્રતા અચળ રહેવા માટેની ભૌમિતિક લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.

(i) એકજ દિશામાં (ii) એક રંગીય

(iii) સુસંગત પ્રકાશ (iv) અથડામણ

આ લાક્ષણિકતાઓ બલ્બના પ્રકાશના કિસ્સામાં ગેરહાજર છે.

6. બતાવો કે, શૂન્યાવકાશમાં રાખેલી સપાટી પર I તીવ્રતાવાળા વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો $\frac{I}{c}$ જેટલું વિકિરણ દબાણ લગાડે છે.

➠ દબાણ $= \frac{\text{બળ}}{\text{ક્ષેત્રફળ}} = \frac{F}{A} \quad \therefore P = \frac{F}{A}$

➠ બળ એટલે વેગમાનના ફેરફારનો દર,

$$\therefore F = \frac{dp}{dt}$$

➠ હવે $E = mc^2$

$\therefore U = (mc)c \qquad [\because E = U]$

$\therefore U = Pc \qquad [\because mc = P$ વેગમાન$]$

બંને બાજુનું સમયની સાપેક્ષે વિકલન કરતાં,

$$\frac{dU}{dt} = c\frac{dP}{dt}$$

$\therefore \dfrac{dU}{dt} \times \dfrac{1}{c} = F \qquad \left[\because \dfrac{dP}{dt} = F\right]$

➠ હવે $P = \dfrac{F}{A} = \dfrac{dV}{dt} \times \dfrac{1}{Ac}$

$\therefore P = \dfrac{I}{c} \qquad \left[\because \dfrac{dV}{Adt} = \text{તીવ્રતા } I\right]$

7. એક આવર્તકાળ T જેટલા સમયમાં સરેરાશ વિકિરણ ફ્લક્સ ઘનતાનું મૂલ્ય $S = \dfrac{1}{2c\mu_0} E_0^2$ થી આપવામાં આવે છે તેમ બતાવો.

➠ વિકિરણ ફ્લક્સ ઘનતા

$$S = \frac{1}{\mu_0}(\vec{E} \times \vec{B})$$

$$\therefore S = c^2 \epsilon_0 (\vec{E} \times \vec{B}) \qquad \ldots (1)$$

$$\left[\because c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}\right]$$

ધારો કે, વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો x-અક્ષની દિશામાં પ્રસરે છે. વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોનો વિદ્યુતક્ષેત્ર સદિશ y-દિશામાં અને ચુંબકીયક્ષેત્ર સદિશ z-દિશામાં હશે તેથી,

$$\vec{E} = \vec{E_0} \cos(kx - \omega t)$$

$$\vec{B} = \vec{B_0} \cos(kx - \omega t)$$

$$\vec{E} \times \vec{B} = (\vec{E_0} \times \vec{B_0}) \cos^2(kx - \omega t)$$

$S = c^2 \epsilon_0 (\vec{E} \times \vec{B})$ [∵ સમીકરણ (1) પરથી]

$$c^2 \epsilon_0 (\vec{E_0} \times \vec{B_0}) \cos^2(kx - \omega t)$$

➠ એક પૂર્ણ ચક્ર પરનું વિકિરણ ફ્લક્સ ઘનતાનું સરેરાશ મૂલ્ય,

$$S_{\text{સરેરાશ}} = c^2 \epsilon_0 |\vec{E_0} \times \vec{B_0}| \frac{1}{T} \int_0^T \cos^2(kx - \omega t) dt$$

$$= c^2 \epsilon_0 E_0 B_0 \times \frac{1}{T} \times \frac{T}{2} \qquad \left[\because |\vec{E_0} \times \vec{B_0}| = E_0 B_0 \sin 90^\circ = E_0 B_0\right]$$

અને $\displaystyle\int_0^T \cos^2(kx - \omega t) dt = \frac{T}{2}$

$$\therefore S_{\text{સરેરાશ}} = \frac{c^2}{2} \cdot \epsilon_0 E_0 \left(\frac{E_0}{c}\right) \qquad \left[\because c = \frac{E_0}{B_0} \Rightarrow B_0 = \frac{E_0^2}{c}\right]$$

$$= \frac{c}{2} \epsilon_0 E_0^2$$

$$= \frac{c}{2} \times \frac{1}{c^2 \mu_0} \times E_0^2 \qquad \left[\because c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \Rightarrow \epsilon_0 = \frac{1}{c^2 \mu_0}\right]$$

$$= \frac{E_0^2}{2\mu_0 c}$$