15 વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો

વિદ્યુત માટેનો ગાઉસનો નિયમ, $\oint_{\text{બંધપૃષ્ઠ}} \vec{B} \cdot d\vec{a} = \frac{Q}{\varepsilon_0} = \phi$

ચુંબકીયક્ષેત્ર માટેનો ગાઉસનો નિયમ, $\oint_{\text{બંધપૃષ્ઠ}} \vec{B} \cdot d\vec{a} = 0$

ચુંબકીય બળરેખાઓ બંધગાળાઓ રચે છે.

વિદ્યુત ચુંબકીય પ્રેરણ અંગેનો ફેરેડેનો નિયમ :

પ્રેરિત emf $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left[\oint_{\text{પૃષ્ઠ}} \vec{B} \cdot d\vec{a}\right]$

બદલાતું જતું ચુંબકીયક્ષેત્ર વિદ્યુતક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે.

ઍમ્પિયરનો સર્કિટલ નિયમ : $\oint_{\text{રેખા}} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$

$$= \mu_o \int_{\text{પૃષ્ઠ}} \vec{J} \cdot d\vec{a} \qquad \left(\because I = \vec{J} \cdot d\vec{a}\right)$$

ઍમ્પિયર-મેક્સવેલનો નિયમ :

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 Ic + \mu_0 \varepsilon_0 \int \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot d\vec{a}$$

$$= \mu_0 I_c + \mu_0 I_d$$

$$\because \mu_0 I = \mu_0 \left(I_c + I_d\right)$$

આ નિયમ દર્શાવે છે કે કોઈ બંધ પરિપથને દોરતા બંધ પૃષ્ઠમાંથી પસાર થતો કુલ પ્રવાહ એ વહનપ્રવાહ અને સ્થાનાંતર પ્રવાહના સરવાળા જેટલો હોય છે.

જ્યાં I_c = વહનપ્રવાહ, I_d = સ્થાનાંતર પ્રવાહ, I = કુલ પ્રવાહ

સ્થાનાંતર પ્રવાહ (I_d) :

કૅપેસિટરના ચાર્જિંગ અને ડિસ્ચાર્જિંગની પ્રક્રિયા દરમિયાન તેની બે પ્લેટો વચ્ચે સમય સાથે બદલાતા જતાં વિદ્યુતક્ષેત્રને કારણે એટલે કે બદલાતા વિદ્યુત ફ્લક્સના કારણે સ્થાનાંતર પ્રવાહ (Id) ઉદ્‌ભવે છે.

- જ્યારે કૅપેસિટરની બે પ્લેટો વચ્ચેના અવકાશ સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુત ફ્લક્સ અચળ થાય ત્યારે સ્થાનાંતર પ્રવાહ શૂન્ય બંને.
- જ્યારે કૅપેસિટર ચાર્જ કે ડિસ્ચાર્જ થતું હોય ત્યારે સ્થાનાંતર પ્રવાહ અને વહનપ્રવાહ સમાન હોય.

- વહનપ્રવાહની જેમ જ સ્થાનાંતર પ્રવાહ ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે.
- વહનપ્રવાહ અને સ્થાનાંતર પ્રવાહના એકમ 'A' (ઍમ્પિયર) સમાન છે.

વહનપ્રવાહ $I_c = \int \vec{J} \cdot d\vec{a}$

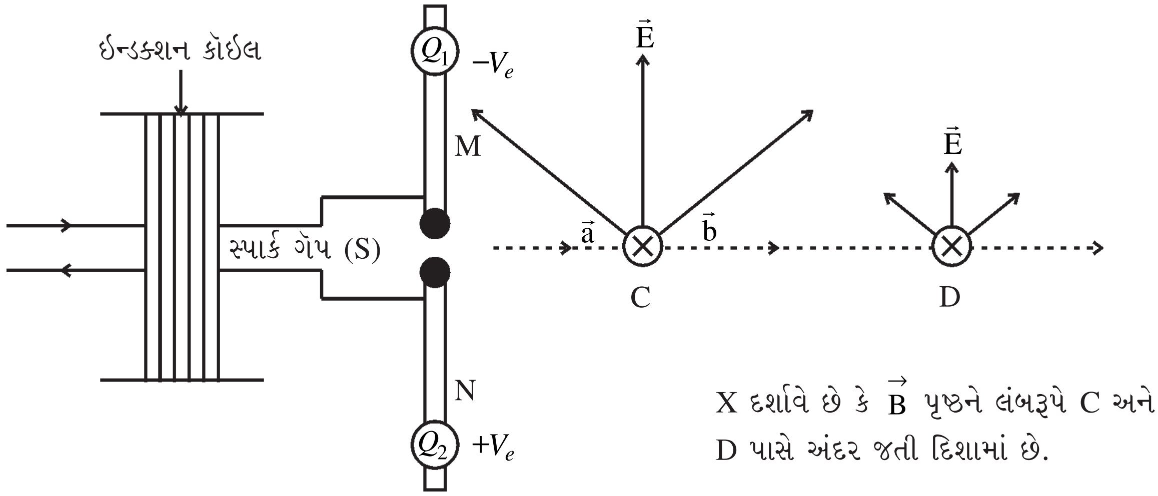
સ્થાનાંતર પ્રવાહ $I_d = \varepsilon_o A \frac{dE}{dt} = \varepsilon_o \frac{d\phi_E}{dt}$, જ્યાં $\phi_E = \vec{A} \cdot \vec{E}$

સંકલન સ્વરૂપમાં સ્થાનાંતર પ્રવાહ,

$$I_d = \varepsilon_o \int \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot d\vec{a}$$

જ્યાં ε_o = શૂન્યાવકાશની પરમિટિવિટી અને $\frac{dE}{dt}$ = વિદ્યુતક્ષેત્રના ફેરફારનો દર છે.

હટ્ર્ઝનો પ્રયોગ :



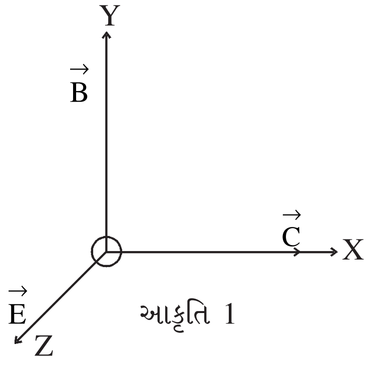
અહીં રચાતા વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો આકૃતિ મુજબ ધન X દિશામાં પ્રસરે છે. ગોળા Q_1, Q_2 પરના વીજભારો કૅપેસિટર રચે છે.

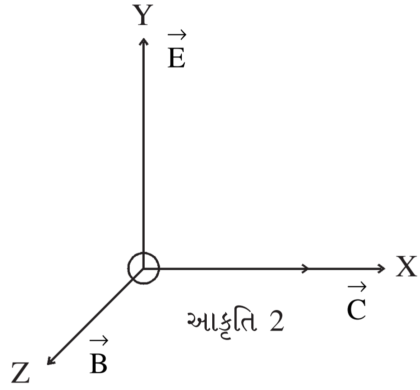
સળિયા MN ઇન્ડક્ટર તરીકે વર્તે છે અને સમગ્ર રચના LC દોલક પરિપથ રચે છે. જેને હર્ટ્ઝિયન ડાઇપોલ પણ કહે છે. જેની ડાઇપોલ મૉમેન્ટ, $\rho = \rho_o \cos \omega t$ છે.

રચાતા વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોની આવૃત્તિ દોલકની આવૃત્તિ જેટલી જ હોય છે અને વીજભારોની ગતિઊર્જા વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોની ઊર્જામાં રૂપાંતર પામે છે. $\vec{E}$ અને $\vec{B}$ પરસ્પર લંબ હોય છે તથા પ્રસરણ દિશાને પણ લંબ હોય છે.

- વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગના પ્રસરણની દિશા $\vec{E} \times \vec{B}$ પરથી મળે છે, અને તેનું મૂલ્ય (શૂન્યાવકાશમાં) 3×10^8 ms^{-1} છે.

(1) કોઈ એક ક્ષણે X - અક્ષની દિશામાં ગતિ કરતાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ માટે વિદ્યુત અને ચુંબકીય સદિશોની દિશા આકૃતિ (1) અને આકૃતિ (2) માં દર્શાવી છે તે પરથી સત્યાર્થતા ચકાસો.





(A) (1) સાચું છે. (2) ખોટું છે.

(B) (1) અને (2) બંને સાચા છે.

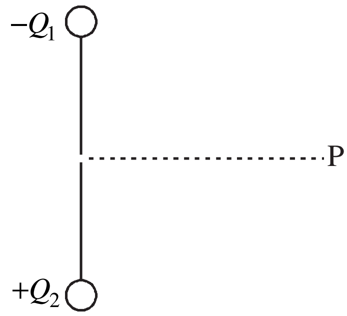
(C) (2) સાચું છે. (1) ખોટું છે.

(D) (1) અને (2) બંને ખોટા છે.

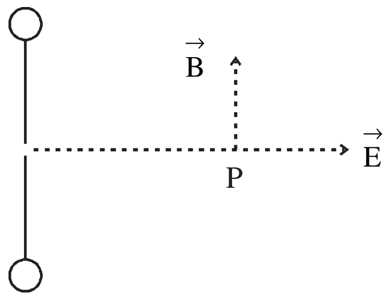
(2) મુક્ત અવકાશમાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગના વિદ્યુતક્ષેત્રનો સદિશ Y-દિશામાં અને ચુંબકીયક્ષેત્રનો સદિશ Z-દિશામાં છે, તો નીચેનામાંથી કયો વિકલ્પ સાચો છે ?

(A) $\left(\vec{E} \times \vec{B}\right) \cdot \vec{E} = 1$ (B) $\left(\vec{E} \times \vec{B}\right) \cdot \vec{B} = 1$ (C) $\left(\vec{E} \times \vec{B}\right) \cdot \vec{B} = 0$ (D) એક પણ નહિ.

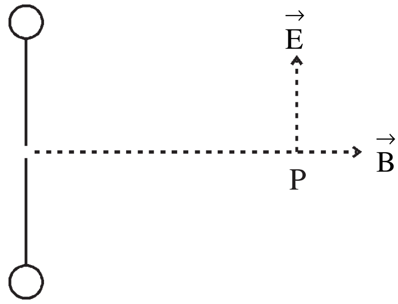
(3) નીચે આકૃતિમાં એક હર્ટ્ઝિયન ડાઇપોલ દર્શાવી છે. નીચે આપેલા વિકલ્પોમાંની કઈ આકૃતિ બિંદુ P પાસે ડાઇપોલથી ઉત્પન્ન થતાં $\vec{E}$ ક્ષેત્રે અને $\vec{B}$ ક્ષેત્રની સાચી દિશા દર્શાવે છે ?



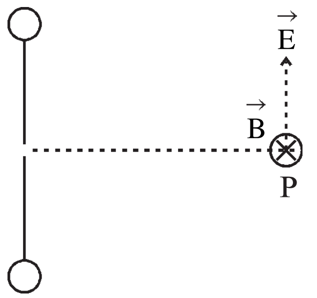
(A)



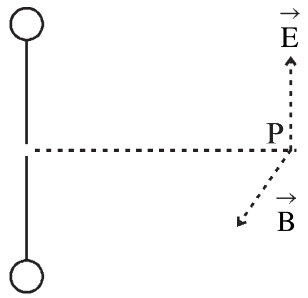
(B)



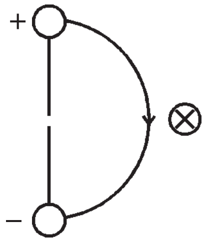
(C)

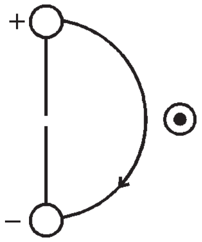


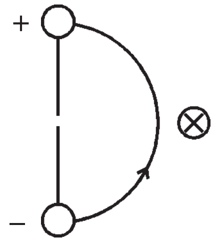
(D)

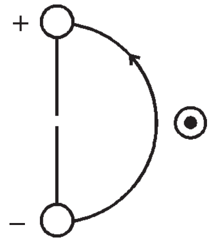


(4) આકૃતિમાં $t = t$ સમયે વિદ્યુત ડાઈપોલના વિદ્યુતભારો દોલિત થતાં દર્શાવ્યા છે. નીચેનામાંથી કઈ આકૃતિ તે ક્ષણે દોલિત વિદ્યુતભારોથી ઉત્પન્ન થતી વિદ્યુત અને ચુંબકીયક્ષેત્ર રેખાઓ દર્શાવે છે.

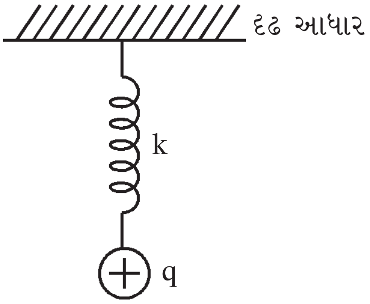
(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

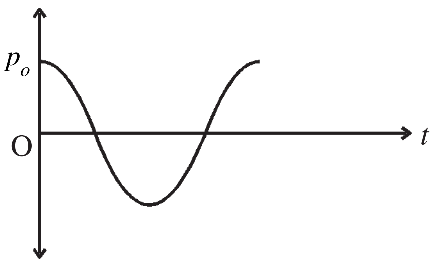
(5) આકૃતિમાં બતાવ્યા અનુસાર એક 5 *mg* દળ ધરાવતાં વિદ્યુતભારિત ગોળાને સ્પ્રિંગના મુક્ત છેડેથી લટકાવેલ છે. જો સ્પ્રિંગનો બળ-અચળાંક 2×10^{-5} Nm^{-1} હોય, તો ઉત્સર્જિત વિકિરણની આવૃત્તિ ________ .

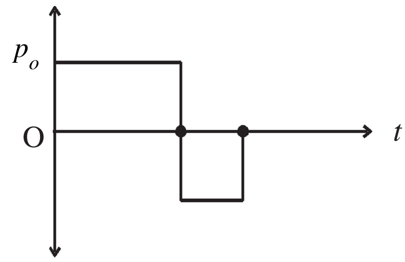


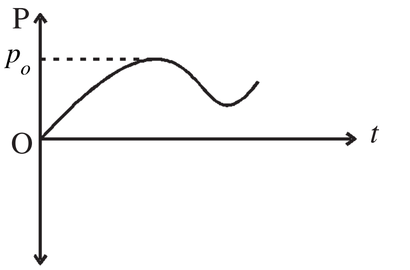
(A) $\frac{1}{2\pi}$ Hz (B) 2π Hz

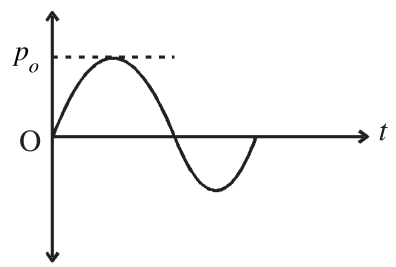
(C) π Hz (D) $\frac{1}{\pi}$ Hz

(6) જો હર્ટ્ઝિયન ડાઈપોલ મૉમેન્ટ $p = p_o \cos\omega t$ હોય, તો $t = \frac{T}{4}, \frac{T}{2}, \frac{3T}{4}$ અને T સમયના સાચો આલેખ કયો છે ?

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

(7) વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો માટે નીચેના પૈકી કયો ગુણધર્મ ખોટો છે ?

(A) વિદ્યુત અને ચુંબકીય તરંગસદિશો એક સાથે અને એક જ સમયે અધિકતમ અને ન્યૂનતમ મૂલ્ય પ્રાપ્ત કરે છે.

(B) વિદ્યુતચુંબકીય તરંગની ઊર્જા વિદ્યુત અને ચુંબકીય સદિશો વચ્ચે સરખે ભાગે વહેંચાયેલી છે.

(C) વિદ્યુત અને ચુંબકીયક્ષેત્ર સદિશો એકબીજાને લંબ અને તરંગ ગતિની દિશામાં હોય છે.

(D) આ તરંગોને આગળ વધવા માટે માધ્યમની જરૂર નથી.

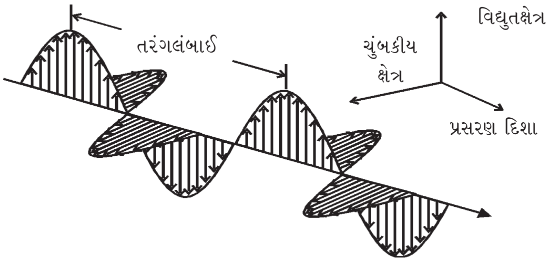
(8) મેક્સવેલનાં સમીકરણો ________ ના મૂળભૂત નિયમો વર્ણવે છે.

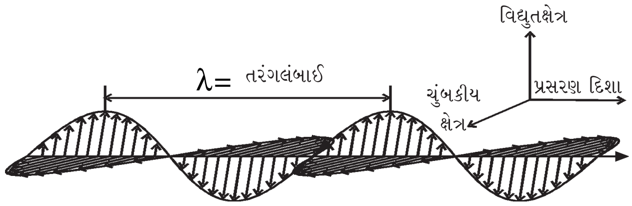
(A) માત્ર વિદ્યુત (B) માત્ર ચુંબક (C) માત્ર યંત્રશાસ્ત્ર (D) (A) અને (B) બંને

જવાબો : 1 (A), 2 (C), 3 (C), 4 (A), 5 (D), 6 (A), 7 (C), 8 (D)

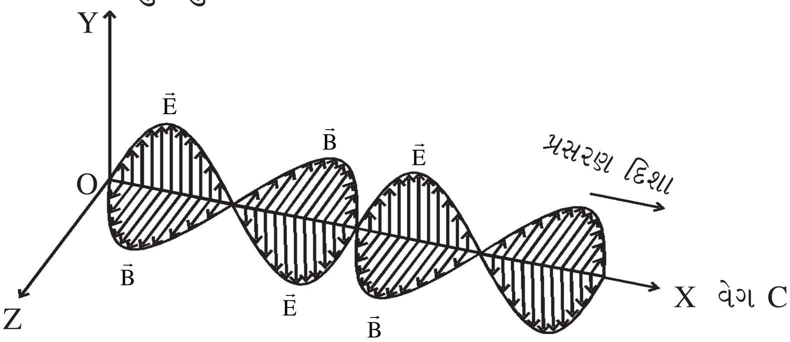
- **વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો અને સમતલ વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો વચ્ચેનો તફાવત.**

વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ (Electromagnetic Wave)	**સમતલ વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો (Plane Electromagnetic Wave)**
• વિદ્યુત તીવ્રતાના ($\vec{E}$) સદિશો અને ચુંબકીય-ક્ષેત્રની તીવ્રતાના ($\vec{B}$) સદિશો પરસ્પર લંબ અને પ્રસરણની દિશાને પણ લંબ શક્ય એવી બધી જ દિશામાં દોલનો કરતાં હોય છે.	• $\vec{E}$ સદિશો અને $\vec{B}$ સદિશો પરસ્પર લંબ અને પ્રસરણની દિશાને પણ લંબ હોય તેવી કોઈ એક ચોક્કસ દિશામાં દોલનો કરતાં હોય છે. દા.ત., પ્રસરણની દિશા X, $\vec{E}$ સદિશોના દોલનોની દિશા Y, $\vec{B}$ સદિશોના દોલનોની દિશા Z, અહીં $\frac{dE}{dx} = 0$ અને $\frac{dE}{dr} = 0$.
• આ તરંગો અધ્રુવીભૂત હોય છે.	• આવા તરંગો તલધ્રુવીભૂત હોય છે.
• સામાન્ય રીતે ઉદ્‌ગમથી નજીકના વિસ્તારમાં હોય છે.	• સામાન્ય રીતે ઉદ્‌ગમથી દૂરના વિસ્તારમાં હોય છે.
• તરંગ અગ્રો નળાકાર હોઈ શકે.	• તરંગો અગ્રો સમતલ જ હોય છે.
• આવા તરંગોની આવૃત્તિ અચળ હોતી નથી.	• આવા તરંગોથી આવૃત્તિ અચળ હોય છે.





- **ધન X-દિશામાં પ્રસરતાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો :**



- **આ તરંગોની લાક્ષણિક્તા :**
  - વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગમાં વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E}$ અને ચુંબકીયક્ષેત્ર $\vec{B}$ નું સમીકરણ :

    વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E} = E_x \hat{i} + E_y \hat{j} + E_z \hat{k}$ માં $E_x = 0,\ E_z = 0$ પણ

$E_y = E_o \sin(\omega t - kx)$ મૂકતાં,

$$\vec{E} = E_o \sin(\omega t - kx)\,\hat{j}$$

જ્યા $\omega =$ કોણીય આવૃત્તિ અને $k =$ તરંગસદિશ.

વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{B} = B_x\,\hat{j} + B_y\,\hat{j} + B_z\,\hat{k}$ માં $B_x = 0, B_y = 0$ અને

$B_z = B_o \sin(\omega t - kx)$ મૂકતાં,

$$\vec{B} = B_o \sin(\omega t - kx)\,\hat{k}$$

- **અવકાશમાં વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોનો વેગ :**

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon o}}$$

જ્યાં $\mu_0 =$ અવકાશની પરમિએબિલિટી $= 4\pi \times 10^{-7}\,\mathrm{NA^{-2}}$

$\varepsilon_o =$ અવકાશની પરમિટિવિટી $= 8.85 \times 10^{-12}\ \mathrm{C^2N^{-1}m^{-2}}$

- **કોઈ માધ્યમમાં વિદ્યુતચુંબકીય તરંગનો વેગ :**

$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$ અથવા $v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\mu_r\varepsilon_o\varepsilon_r}}$ અથવા $v = \frac{c}{\sqrt{\mu_r K.}}$

જ્યાં μ = માધ્યમની પરમિટિવિટી

$\varepsilon =$ માધ્યમની પરમિટિવિટી

$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} =$ માધ્યમની સાપેક્ષ પરમિએબિલિટી

$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} =$ માધ્યમની સાપેક્ષ પરમિએટિવિટી

$= K =$ માધ્યમનો ડાઈ ઈલેક્ટ્રિક અચળાંક

- **માધ્યમનો વક્રીભવનાંક :**

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\mu_r K} = \sqrt{\mu_r \varepsilon_r}$$

- **$\vec{E}$ અને $\vec{B}$ વચ્ચેનો સંબંધ :**

E = cB

  - વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ ધન X દિશામાં પ્રસરે, તો $E_y = cB_z$ અને જો વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ ઋણ X દિશામાં પ્રસરે, તો $E_y = -cB_z$.
  - $\vec{c}$ ની દિશા $= \left(\vec{E} \times \vec{B}\right)$ ની દિશા
  - $\vec{E} = -C\,\hat{C} \times \vec{B}$ અને $\vec{B} = \frac{\hat{C}}{C} \times \vec{E}$ છે.

  જ્યાં $\hat{C} = \vec{C}$ ની દિશામાંનો એકમ સદિશ અને $\vec{C}$ નું મૂલ્ય $= 3.0 \times 10^8\ \mathrm{ms^{-1}}$

- **વિદ્યુત ચુંબકીય તંરગથી એકમ કદ દીઠ વિદ્યુત ચુંબકીય ઊર્જા (ઊર્જાઘનતા) :**
  - વિદ્યુતક્ષેત્રમાં ઊર્જાઘનતા, $\rho_\varepsilon = \frac{1}{2} \varepsilon_o \text{E}^2_{rms}$
  - ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ઊર્જાઘનતા $\rho_B = \frac{\text{B}^2_{rms}}{2\mu_0}$
  - વિદ્યુત ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ઊર્જાઘનતા

    $P = \varepsilon_o \text{E}^2_{rms}$ અથવા $P = \frac{\text{B}^2_{rms}}{\mu_0}$

- **વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગની તીવ્રતા :**

તીવ્રતા $\text{I} = \frac{\text{ઊર્જા}}{\text{સમય થ ક્ષેત્રફળ}} = \frac{\text{પાવર}}{\text{ક્ષેત્રફળ}}$

$$I = \varepsilon_0 \text{E}^2_{rms} \cdot c = \frac{\varepsilon_o^2}{2\mu_0 c} = P.c$$

- **તીવ્રતાનાં સૂત્રો $\mathbf{B}_{rms}$ સ્વરૂપે :**

$$\text{I} = \frac{c\text{B}^2_{rms}}{\mu_0}$$

$$\text{I} = \frac{\text{E}_{rms} \cdot \text{B}_{rms}}{\mu_0}$$

- **વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ દ્વારા સપાટીને મળતું વેગમાન :**

$P = \frac{\text{U}}{\text{c}}$

જ્યાં U = સપાટી પર આપાત થતી વિદ્યુત ચુંબકીય ઊર્જા જે સંપૂર્ણ શોષાય છે.

c = તરંગનો વેગ

જો સપાટી વડે તેના ઉપર આપાત થતી બધી જ ઊર્જાનું પરાવર્તન થાય, તો તે સપાટીને મળતું વેગમાન $P = \frac{2\text{U}}{\text{c}}$ કારણ કે વિકિરણ ઊર્જાનું સંપૂર્ણ પરાવર્તન થાય ત્યારે વેગમાનમાં થતો ફેરફાર $P - (-P) = 2P$.

- **પૉઇન્ટિંગ સદિશ :**

તરંગના પ્રસરણની દિશામાં એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ વહેતા પાવરને પૉઇન્ટિંગ સદિશ ($\vec{S}$) કહે છે.

$$\therefore \vec{\text{S}} = \vec{\text{E}} \times \vec{\text{H}}$$

  - તરંગ ઇમ્પિડન્સ : $\text{Z} = \frac{\text{E}}{\text{H}} = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} = \sqrt{\frac{\mu_r \mu_o}{\varepsilon_r \varepsilon_o}}$

    જ્યાં $\vec{\text{E}} =$ વિદ્યુતક્ષેત્રનો સદિશ, $\vec{\text{H}} =$ ચુંબકીય તીવ્રતા

- તરંગનું વેગમાન $P = \frac{\text{ઊર્જા}}{\text{વેગ}} = \frac{E}{c}$

- વિકિરણનું દબાણ $P = \frac{\vec{S}}{c}$

- **વિદ્યુત ચુંબકીય વર્ણપટ :**

γ-rays, X-rays, અલ્ટ્રાવાયોલેટ, દશ્ય, ઈન્ફ્રારેડ, માઈક્રોવેવ, ટૂંકા રેડિયોતરંગ, લાંબા રેડિયો તરંગ

આવૃત્તિ f ઘટે (γ-rays થી રેડિયો તરંગ તરફ જતાં) (મૂલ્યો ઊતરતા ક્રમમાં)

તરંગલંબાઈ λ વધે (γ-rays થી રેડિયો તરંગ તરફ જતાં) (મૂલ્યોનો ચડતો ક્રમ)

- જુદા જુદા પ્રકારના વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોની તરંગલંબાઈ, ઉદ્ભવસ્થાન, ડિટેક્ટર અને ઉપયોગો :

પ્રકાર વિભાગ	**તરંગલંબાઈનો વિસ્તાર**	**ઉદ્ભવસ્થાન**	**ડિટેક્ટર**	**ઉપયોગો**
રેડિયો	> 0.1m	વાહક એન્ટેનામાંથી ઈલેક્ટ્રૉનની પ્રવેગિત અને પ્રતિપ્રવેગિત ગતિ	રિસીવરનું એન્ટેના (વાહક તાર)	રેડિયો અને TVના પ્રસારણમાં
માઈક્રોવેવ	> 0.1m થી 1 mm	ક્લાઈસ્ટ્રોન મેગ્નેટ્રોન, ગનડાયોડ	પૉઈન્ટ કોન્ટેક્ટ ડાયોડ	મેગ્લેવ ટ્રેન, લડાકું વિમાન, રડાર ઈન્ટરસેપ્ટર વાનમાં, ઓવનમાં વગેરેમાં.
ઈન્ફ્રારેડ (IR)	1 mm થી 700 nm	અણુઓ અને પરમાણુઓનાં દોલનો ફોટોગ્રાફિક ફિલ્મ	થરમોપાઈલ, બોલોમીટર, ઈન્ફ્રારેડ	ઈન્ફ્રારેડ લૅમ્પનો ઉપયોગ ફિઝિયોથેરાપીમાં થાય છે. ઈન્ફ્રારેડ ડિટેક્ટરર્સનો ઉપયોગ રિમોટ સેન્સિંગ મિલિટરી, ખેતીવાડી, TV વિડિયો પ્લેયર અને વાઈફાઈ સિસ્ટમનાં રિમોટમાં થાય છે.
દશ્યપ્રકાશ	700 nm થી 400 nm	જ્યારે અણુમાંના ઈલેક્ટ્રૉન એક ઊર્જા સ્તરમાંથી ઓછી ઊર્જાવાળા સ્તરમાં જાય ત્યારે પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે છે.	આંખ, ફોટોસેલ્સ ફોટોગ્રાફિક ફિલ્મ ફોટો ડાયોડ, લાઈટ ડિપેન્ડન્ટ રેઝિસ્ટર(LDR) સોલરસેલ	વસ્તુઓને દશ્યમાન બનાવવામાં ઉપયોગી છે.
અલ્ટ્રાવાયોલેટ	400 nm થી 1 nm	પરમાણુની અંદરની કક્ષામાંના ઈલેક્ટ્રૉન જ્યારે એક ઊર્જાસ્તરમાંથી ઓછી ઊર્જાસ્તરમાં જાય ત્યારે	ફોટોસેલ્સ, ફોટોગ્રાફિક ફિલ્મ	આંખના LASIK સર્જરીમાં અને વૉટર પ્યુરિફાયરમાં જીવાણુઓના નાશ કરવામાં ઉપયોગી છે.
X-*ray*	1 nm થી 10^{-3} nm	X-*ray* ટ્યૂબ પરમાણુઓની અંદરની કક્ષાના ઈલેક્ટ્રૉન	ફોટોગ્રાફિક ફિલ્મ, ગાઈગર ટ્યૂબ, આયોનાઈઝેશન ચેમ્બર	તબીબીક્ષેત્રે હાડકાંનું ફ્રેકચર શોધવા અને અમુક પ્રકારના કૅન્સરની સારવારમાં થાય છે.
ગેમા કિરણો	$< 10^{-3}$ nm	રેડિયો-ઍક્ટિવ ન્યુક્લિયરનો ક્ષય	ઉપર મુજબ	મેડિકલ સર્જરીમાં કૅન્સરગ્રસ્ત કોષોનો નાશ કરવામાં ઉપયોગી છે.

(9) એક વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ સાથે સંકળાયેલ વિદ્યુતક્ષેત્રનું મૂલ્ય $E = 8.284 \left[\left(7.54 \times 10^{6}\right) \left(t - \frac{x}{3 \times 10^{8}}\right) \right] Vm^{-1}$ છે, તો આ તરંગ સાથે સંચળાયેલા ચુંબકીયક્ષેત્રની ઊર્જાઘનતા ________.

(A) 318.5×10^{-19} J (B) 318.5×10^{-19} Wm^{-3} (C) 318.5×10^{-19} Jm^{-3} (D) 318.5×10^{-19} W

(10) 1.328 Wm^{-2} તીવ્રતા ધરાવતાં વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણનું વિદ્યુતક્ષેત્ર $\vec{E} = E_o \sin\left[\pi\left(9 \times 10^{14}\, t - 3 \times 10^{6} x\right)\right] i$ વડે આપી શકાય છે, તો વિદ્યુતક્ષેત્રનું મહત્તમ મૂલ્ય E_o = ________ Vm^{-1}.

($c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1}) અને ($\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}$ SI)

(A) 100 (B) $10\sqrt{10}$ (C) 0.1 (D) 1000

(11) એક વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગના વિદ્યુતક્ષેત્રનું સમીકરણ $E = 10 \sin\left[30 \times 10^{14} t - 10^{7} x\right]$ છે, તો વિકિરણ વડે લાગતું દબાણ ________.

(A) 4.42×10^{-8} Pa (B) 442 Pa (C) 4.42×10^{-10} Pa (D) 442×10^{10} Pa

(12) પૃથ્વીની સપાટી પર આપાત થતા સૂર્યપ્રકાશની સરેરાશ તીવ્રતા 1480 Wm^{-2} છે, તો તે પૃથ્વીની સપાટી પર ________ Pa દબાણ ઉત્પન્ન કરશે. ($c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1} લો.)

(A) 49.3×10^{-6} (B) 49.3×10^{-7} (C) 4.93×10^{-6} (D) 4.93×10^{-5}

(13) 1.5 વક્રીભવનાંક ધરાવતાં માધ્યમના ડાઇ ઇલેક્ટ્રિક-2 હોય, તો આ માધ્યમની પરમિએબિલિટી ________ TmA^{-1} હોય. $\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ TmA^{-1}\right)$

(A) $0.45\,\pi \times 10^{-7}$ (B) $5\pi \times 10^{-7}$ (C) $5\pi \times 10^{-7}$ (D) $4.5\pi \times 10^{-7}$

(14) વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોની સરેરાશ તીવ્રતા તરંગના કંપવિસ્તારના વર્ગમાં સપ્રમાણમાં હોય છે. આ સંબંધમાં આવતા સપ્રમાણતાના એકમનું પારિમાણિક સૂત્ર ________ થશે.

(A) $M^{1} L^{2} T^{-3} A^{-1}$ (B) $M^{-1} L^{-2} T^{3} A^{2}$ (C) $M^{1} L^{2} T^{-3} A^{-2}$ (D) $M^{-1} L^{-2} T^{3} A^{1}$

(15) 50 W જેટલી વિકિરણ ઊર્જા $25.8 m^{2}$ ક્ષેત્રફળ ધરાવતી સપાટી પર આપાત થાય છે. જો બધી જ ઊર્જાનું સંપૂર્ણ શોષણ થતું હોય, તો E_{rms} અને B_{rms} નાં મૂલ્યો અનુક્રમે ________ Vm^{-1} અને ________ T થાય.

(A) $15, 5 \times 10^{-8}$ (B) $21, 7 \times 10^{-8}$ (C) $18, 6 \times 10^{-8}$ (D) $27, 9 \times 10^{-8}$

(16) ΔV જેટલા સૂક્ષ્મ કદમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોની ઊર્જા આ કદ સાથે સંકળાય છે. ત્યારે આ ઊર્જાનાં દોલનોની આવૃત્તિ ________ હશે.

(A) શૂન્ય (B) તરંગોની આવૃત્તિ કરતાં અડધી

(C) તરંગોની આવૃત્તિ જેટલી જ (D) તરંગોની આવૃત્તિ કરતાં બમણી

(17) એક વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગનું વિદ્યુતક્ષેત્રનું સમીકરણ $E = 50 \sin\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right] \frac{V}{m}$ વડેઆપી શકાય છે.આ તરંગની 50 cm લાંબા અને 10 cm^2 આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતાં નળાકારમાં ઊર્જા ________ J થશે.

(A) 4.5×10^{-12} (B) 7.5×10^{-12} (C) 5×10^{-12} (D) 5.5×10^{-12}

(18) સૂર્યથી પૃથ્વી પર પહોંચતાં સૂર્યપ્રકાશના એકરંગી વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગની તીવ્રતા 1380 Wm^{-2} છે. આ તરંગના ચુંબકીયક્ષેત્રની તીવ્રતાનું મૂલ્ય ________ T હશે.

(A) 3.4×10^{-6} (B) 5×10^{-4} (C) 4.2×10^{-6} (D) 2.6×10^{-4}

(19) શૂન્યાવકાશમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગને $E = E_0 \sin(kx - \omega t)$ વડે આપી શકાય છે, તો નીચે પૈકીની ________ ભૌતિકરાશિ તેની તરંગલંબાઈથી સ્વતંત્ર હશે.

(A) $\frac{k}{\omega}$ (B) k (C) ω (D) ωk

(20) જો ચુંબકીય એક ધ્રુવનું અસ્તિત્વ હોય, તો નીચે આપેલ મેક્સવેલ સમીકરણો પૈકી કયા સમીકરણમાં ફેરફાર થઈ શકે ?

(A) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q_m}{\varepsilon_o}$ (B) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{a}$

(C) $\oint \vec{B} \cdot d\vec{a} = 0$ (D) $\mu_0 \omega_o \frac{d}{dt} \int \vec{E} \cdot d\vec{a} + \mu_0 i$

(21) R અવરોધ અને a ત્રિજ્યા અને l લંબાઈ ધરાવતાં લાંબા સુરેખ વાહકતારમાંથી I પ્રવાહ થઈ રહ્યો છે. આ વાહકતાર માટે પૉઇન્ટિંગ સદિશ $\vec{S}$ = ________.

(A) $\frac{IR}{2\pi al}$ (B) $\frac{I^2R}{al}$ (C) $\frac{IR^2}{al}$ (D) $\frac{I^2R}{2\pi al}$

(22) સંદેશાવ્યવહારમાં તથા રડારમાં માઇક્રો તરંગોનો ઉપયોગ થાય છે કારણ કે ________.

(A) તેમની તરંગલંબાઈ ખૂબ જ ઓછી છે. (B) તેમનું વિવર્તન ખૂબ જ ઓછું થાય છે.

(C) તેમનું વિવર્તન વધુ પ્રમાણમાં થાય છે. (D) તેઓ ઝડપથી પ્રસરી શકે છે.

(23) દૃશ્યપ્રકાશ જેમાંથી ઉત્પન્ન થતાં હોય તેવી રચનાનું નામ આપો.

(A) ક્લાઇસ્ટ્રોન (B) મૅગ્નેટ્રોન (C) ગન ડાયોડ (D) ઈન્કન્ડેસન્ટ લૅમ્પ

જવાબો : 9 (B), 10 (B), 11 (C), 12 (C), 13 (D), 14 (B), 15 (D), 16 (D), 17 (D), 18 (A), 19 (A), 20 (A), 21 (D), 22 (B), 23 (D)

વિધાન-કારણ પ્રકારના પ્રશ્નો

સૂચનાઓ : નીચેનાં વિધાન અને કારણ વાંચી નીચે આપેલ જવાબોમાંથી યોગ્ય પસંદ કરો :

(a) વિધાન અને કારણ બંને સાચાં છે તથા કારણ એ વિધાનનું સમર્થન કરે છે.

(b) વિધાન અને કારણ બંને સાચાં છે પરંતુ કારણ એ વિધાનનું સમર્થન કરતું નથી.

(c) વિધાન સાચું છે પરંતુ કારણ ખોટું છે.

(d) વિધાન ખોટું છે પરંતુ કારણ સાચું છે.

---

(24) **વિધાન :** શૂન્યાવકાશમાં પ્રસરણ પામતાં વિદ્યુતચુંબકીય તરંગને $E = E_o \sin(kx - \omega t)$ સમીકરણ વડે રજૂ કરી શકાય છે, તો $\frac{\omega}{k}$ ભૌતિકરાશી તરંગલંબાઈથી સ્વતંત્ર છે.

કારણ : $\frac{\omega}{k}$ ભૌતિકરાશિ તરંગની ઝડપ સૂચવે છે.

(A) a (B) b (C) c (D) d

(25) **વિધાન :** જ્યારે જ્યારે કૅપેસિટરનું ચાર્જિંગ કે ડિસ્ચાર્જિંગ થતું હોય ત્યારે ત્યારે તેની બે પ્લેટો વચ્ચેના અવકાશમાં સ્થાનાંતર પ્રવાહ રચાય છે.

કારણ : સ્થાનાંતર પ્રવાહ. $I_d = \mu_0 \frac{d\phi_E}{dt}$

(A) a (B) b (C) c (D) d

(26) **વિધાન :** સૂક્ષ્મ કદમાં રહેલી વિદ્યુતચુંબકીય ઊર્જા તેમાંથી પસાર થતાં વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોની આવૃત્તિ જેટલા હોય છે.

કારણ : વિદ્યુતતરંગોની ઊર્જા ઘનતા $\frac{1}{2}\varepsilon_o E^2$ સૂત્ર વડે આપી શકાય.

(A) a (B) b (C) c (D) d

જવાબો : **24 (C), 25 (C), 26 (B)**

ફકરા આધારિત પ્રશ્નો :

ફકરો :

X દિશામાં ગતિ કરતાં પ્રકાશિય કિરણ જૂથના વિદ્યુતક્ષેત્રનું સમીકરણ $E_y = 300 \sin\omega\left(t - \frac{x}{c}\right) Vm^{-1}$ વડે આપી શકાય છે. તેના પરિણામે ઇલેક્ટ્રૉન Y દિશામાં $2 \times 10^{-7}\ ms^{-1}$ ના વેગથી ગતિ કરે છે, તો નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો.

(27) અહીં ચુંબકીયક્ષેત્રનું મહત્તમ મૂલ્ય ________ હશે.

(A) 9×10^{10} T $-Z$ દિશામાં (B) 9×10^{10} T $+Z$ દિશામાં

(C) 10^{-6} T $+Z$ દિશામાં (D) 10^{-6} T $-Z$ દિશામાં

(28) ઇલેક્ટ્રૉન પર લાગતું મહત્તમ વિદ્યુતબળ ________ N હશે.

(A) 4.8×10^{-17} (B) 3.6×10^{-17} (C) 2.4×10^{-17} (D) 1.2×10^{-17}

(29) ઈલેક્ટ્રૉન પર લાગતું મહત્તમ ચુંબકીય બળ ________ N હશે.

(A) 4.8×10^{-18} (B) 3.2×10^{-18} (C) 6.4×10^{-18} (D) 1.6×10^{-18}

ફકરો :

સમતલ વિદ્યુતચુંબકીય તરંગોમાં ચુંબકીયક્ષેત્રને $B = 200 \sin \left[\left(4 \times 10^{15} \ S^{-1} \right) \left(t - \frac{x}{c} \right) \right] \mu T$ વડે આપી શકાય છે. જ્યાં $C = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1} હોય, તો નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો :

(30) મહત્તમ વિદ્યુતક્ષેત્ર ________ NC^{-1} હશે.

(A) 2×10^{4} (B) 6×10^{4} (C) 5×10^{4} (D) 3×10^{4}

(31) ઊર્જા ઘનતાનું મૂલ્ય ________ Jm^{-3}.

(A) 18×10^{-3} (B) 21×10^{-3} (C) 24×10^{-3} (D) 16×10^{-3}

(32) આ વિદ્યુતચુંબકીય તરંગ માટે પૉઇન્ટિંગ સદિશ ($\vec{S}$) નું મૂલ્ય ________ A T^{-1} s^{-1}.

(A) 9.55×10^{6} (B) 3.17×10^{6} (C) 4.75×10^{-6} (D) 6.34×10^{6}

ફકરો :

2000 W બલ્બથી 20 m દૂર આવેલ ગોળાકાર સપાટી (જેનું કેન્દ્ર બલ્બ છે.) પર બલ્બ વડે ઉદ્ભવેલા વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો માટે નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો : (બલ્બની કાર્યક્ષમતા 2 % લો અને બલ્બને બિંદુવત્ ઉદ્ગમ ધારો.)

$\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}$ SI અને $c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1}

(33) ઉદ્ભવેલા વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો માટે વિદ્યુતક્ષેત્રનું મહત્તમ મૂલ્ય (E_o) = ________ .

(A) 1.73 NC^{-1} (B) 2.45 NC^{-1} (C) 7.96 NC^{-1} (D) 7.13 NC^{-1}

(34) ઉદ્ભવેલા વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગની તીવ્રતા I = ________ Wm^{-2} .

(A) 1.73×10^{-3} (B) 2.45×10^{-3} (C) 7.96×10^{-3} (D) 7.13×10^{-3}

(35) સપાટી પર લાગતું બળ ________ N .

(A) 7.5×10^{-8} (B) 1.33×10^{-7} (C) 2.65×10^{-7} (D) 2.45×10^{-7}

(36) સપાટી પરની ઊર્જાઘનતા ________ Jm^{-3}.

(A) 1.33×10^{-10} (B) 2.65×10^{-11} (C) 7.50×10^{-8} (D) 2.65×10^{-10}

જવાબો : 27 (C), 28 (A), 29 (B), 30 (B), 31 (D), 32 (A), 33 (B), 34 (C), 35 (B), 36 (B)

●