EMW

1. यदि मुक्त आकश में एक विद्युत चुम्बकीय तरंग के विद्युत क्षेत्र में निहित ऊर्जा (U_E) तथा चुम्बकीय क्षेत्र में निहित ऊर्जा (U_B) है, तो :

(1) $U_E = \frac{U_B}{2}$ (2) $U_E < U_B$

(3) $U_E = U_B$ (4) $U_E > U_B$

2. आवृति 50 MHz वाली एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग मुक्ताकाश मे धनात्मक x-दिशा में गति करती है। समष्टि में किसी विशेष बिन्दु तथा समय पर $\vec{E} = 6.3\hat{j}V/m$ है। उस बिन्दु पर संगत चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ का मान होगा :

(1) $18.9\times10^{-8}\hat{k}T$ (2) $6.3\times10^{-8}\hat{k}T$

(3) $2.1\times10^{-8}\hat{k}T$ (4) $18.9\times10^{8}\hat{k}T$

3. एक चालक वृत्ताकार लूप एक पतले तार से बना हूआ है तथा इसका क्षेत्रफल 3.5×10^{-3} m^2 एवं प्रतिरोध 10Ω है। यह समय निर्भर चुम्बकीय क्षेत्र $B(t) = (0.4T)\sin(50\pi t)$ के लम्बवत् रखा है। क्षेत्र समष्टि में समरूप है। तब समय t = 0 s तथा t = 10 ms के दौरान लूप से प्रवाहित कुल आवेश का लगभग मान है :

(1) 14mC (2) 21 mC

(3) 6 mC (4) 7 mC

4. समय t = 0 पर मुक्ताकाश में किसी समतल ध्रुवित विद्युत चुम्बकीय तरंग का विद्युत क्षेत्र निम्न व्यंजक द्वारा दिया जाता है :-

$\vec{E}(x,y) = 10\hat{j}\cos[(6x + 8z)]$

चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ (x, z, t) है : (c प्रकाश का वेग है)

(1) $\frac{1}{c}\left(6\hat{k}+8\hat{i}\right)\cos\left[(6x-8z+10ct)\right]$

(2) $\frac{1}{c}\left(6\hat{k}-8\hat{i}\right)\cos\left[(6x+8z-10ct)\right]$

(3) $\frac{1}{c}\left(6\hat{k}+8\hat{i}\right)\cos\left[(6x+8z-10ct)\right]$

(4) $\frac{1}{c}\left(6\hat{k}-8\hat{i}\right)\cos\left[(6x+8z+10ct)\right]$

5. यदि एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र निम्न है :

$$B = 100 \times 10^{-6}\sin\left[2\pi\times2\times10^{15}\left(t-\frac{x}{c}\right)\right]$$

तो इसके संगत विद्युत क्षेत्र का अधिकतम मान होगा :

(प्रकश की चाल = 3×10^8/m/s)

(1) 4×10^4 N/C

(2) 4.5×10^4 N/C

(3) 6×10^4 N/C

(4) 3×10^4 N/C

6. 27 mW के एक लेसर किरणपुंज के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 10 mm^2 है। इस विद्युत चुम्बकीय तरंग के महत्तम वैद्युत क्षेत्र का परिमाण होगा (दिया है निर्वात की विद्युतशीलता $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12}$ SI मात्रक में प्रकाश की चाल c = 3×10^8 m/s]:-

(1) 1 kV/m (2) 2 kV/m

(3) 1.4 kV/m (4) 0.7 kV/m

7. 50 Wm^{-2} तीव्रता की एक विद्युत चुम्बकीय तरंग 'n' अपवर्तनांक के एक माध्यम में बिना किसी क्षय के प्रवेश करती है। तरंग के माध्यम में प्रवेश करने के पूर्व तथा पश्चात् विद्युत क्षेत्रों का अनुपात तथा चुम्बकीय क्षेत्रों का अनुपात क्रमशः होंगे :-

(1) $\left(\frac{1}{\sqrt{n}},\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$ (2) $\left(\sqrt{n},\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$

(3) $\left(\sqrt{n},\sqrt{n}\right)$ (4) $\left(\frac{1}{\sqrt{n}},\sqrt{n}\right)$

8. सूर्य की सतह पर विकिरण की माध्य तीव्रता लगभग 10^8 W/m^2 होती है। संगत चुम्बकीय क्षेत्र का वर्ग माध्यमूल मान लगभग होगा :

(1) 10^2T (2) 10^{-4}T (3) 1T (4) 10^{-2}T

node06\B080-BA-Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\7-EMW

9. एक विद्युत चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र निम्न है:-

$$\vec{B}=1.6\times10^{-6}\cos\left(2\times10^{7}z+6\times10^{15}t\right)\left(2\hat{i}+\hat{j}\right)\frac{Wb}{m^2}$$

इसके संगत विद्युत क्षेत्र होगा :-

(1) $\vec{E}=4.8\times10^{2}\cos\left(2\times10^{7}z+6\times10^{15}t\right)\left(\hat{i}-2\hat{j}\right)\frac{V}{m}$

(2) $\vec{E}=4.8\times10^{2}\cos\left(2\times10^{7}z-6\times10^{15}t\right)\left(2\hat{i}+\hat{j}\right)\frac{V}{m}$

(3) $\vec{E}=4.8\times10^{2}\cos\left(2\times10^{7}z-6\times10^{15}t\right)\left(-2\hat{j}+\hat{i}\right)\frac{V}{m}$

(4) $\vec{E}=4.8\times10^{2}\cos\left(2\times10^{7}z+6\times10^{15}t\right)\left(-\hat{i}+2\hat{j}\right)\frac{V}{m}$

10. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग मुक्त आकाश में x-दिशा में गतिशील है। आकाश के एक विशेष बिन्दु पर तरंग का विद्युत क्षेत्र घटक, एक समय पर E = 6 V m^{-1} y-दिशा में है। उसके संगत इसका चुम्बकीय क्षेत्र घटक B होगा –

(1) z-दिशा में 6×10^{-8} T

(2) x-दिशा में 6×10^{-8} T

(3) z-दिशा में 2×10^{-8} T

(4) y-दिशा में 2×10^{-8} T

11. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र निम्न है :

$$\vec{B}=B_0\hat{i}\left[\cos(kz-\omega t)\right]+B_1\hat{j}\cos(kz+\omega t)$$

यहाँ $B_0=3\times10^{-5}$ T तथा $B_1=2\times10^{-6}$ T है। एक स्थिर आवेश $Q=10^{-4}$ C को z = 0 पर रखा गया है। इस पर लगे वर्ग माध्य मूल बल का सन्निकट मान होगा:

(1) 0.9 N (2) 0.1 N

(3) 3×10^{-2} N (4) 0.6 N

12. एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग का विद्युत क्षेत्र निम्न है,

$$\vec{E}=E_0\hat{i}\cos(kz)\cos(\omega t)$$

तब संगत चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ होगा :

(1) $\vec{B}=\frac{E_0}{C}\hat{j}\sin(kz)\cos(\omega t)$

(2) $\vec{B}=\frac{E_0}{C}\hat{j}\sin(kz)\sin(\omega t)$

(3) $\vec{B}=\frac{E_0}{C}\hat{k}\sin(kz)\cos(\omega t)$

(4) $\vec{B}=\frac{E_0}{C}\hat{j}\cos(kz)\sin(\omega t)$

13. मुक्त आकाश में ν = 23.9 GHz की एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग धनात्मक z-अक्ष की दिशा में संचरण कर रही है। इसमें विद्युत क्षेत्र का अधिकतम मान 60 V/m है। निम्न में से कौनसा विकल्प इस तरंग के चुम्बकीय क्षेत्र के लिये स्वीकार्य है ?

(1) $\vec{B}=2\times10^{7}\sin(0.5\times10^{3}z+1.5\times10^{11}t)\hat{i}$

(2) $\vec{B}=2\times10^{-7}\sin(1.5\times10^{2}x+0.5\times10^{11}t)\hat{j}$

(3) $\vec{B}=2\times10^{-7}\sin(0.5\times10^{3}z-1.5\times10^{11}t)\hat{i}$

(4) $\vec{B}=60\sin(0.5\times10^{3}x+1.5\times10^{11}t)\hat{k}$

14. एक विद्युत चुम्बकीय तरंग को, विद्युत क्षेत्र $\vec{E}=E_0\hat{n}\sin[\omega t+(6y-8z)]$, से निरूपित किया जाता है। यदि x, y तथा z दिशा में इकाई सदिश क्रमशः $\hat{i},\hat{j},\hat{k}$, हैं संचरण की दिशा $\hat{s}$, के लिये सही विकल्प है:

(1) $\hat{s}=\frac{4\hat{j}-3\hat{k}}{5}$ (2) $\hat{s}=\frac{3\hat{i}-4\hat{j}}{5}$

(3) $\hat{s}=\left(\frac{-3\hat{j}+4\hat{k}}{5}\right)$ (4) $\hat{s}=\frac{-4\hat{k}+3\hat{j}}{5}$

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\7-EMW

SOLUTION

1. Ans. (3)

Average energy density of magnetic field,

$u_B = \frac{B_0^2}{2\mu_0}$, B_0 is maximum value of magnetic field.

Average energy density of electric field,

$u_E = \frac{\varepsilon_0 \in_0^2}{2}$

now, $\in_0 = CB_0$, $C^2 = \frac{1}{\mu_0 \in_0}$

$u_E = \frac{\in_0}{2} \times C^2 B_0^2$

$= \frac{\in_0}{2} \times \frac{1}{\mu_0 \in_0} \times B_0^2 = \frac{B_0^2}{2\mu_0} = u_B$

$u_E = u_B$

since energy density of electric & magnetic field is same, energy associated with equal volume will be equal.

$u_E = u_B$

2. Ans. (3)

$|B| = \frac{|E|}{C} = \frac{6.3}{3\times10^8} = 2.1\times10^{-8}\,T$

and $\hat{E}\times\hat{B} = \hat{C}$

$\hat{j}\times\hat{B} = \hat{i}$

$\hat{B} = \hat{k}$

$\vec{B} = |B|\hat{B}$ = $2.1\times10^{8}\hat{k}T$

3. Ans. (1)

$Q = \frac{\Delta\phi}{R} = \frac{1}{10}A(B_f - B_i) = \frac{1}{10}\times3.5\times10^{-3}\left(0.4\sin\frac{\pi}{2} - 0\right)$

$= \frac{1}{10}(3.5\times10^{-3})(0.4-0)$

$= 1.4 \times 10^{-4} = 0.14$ mC

No answer matching but NTA answer is 14 mC

4. Ans. (2)

$\vec{E} = 10\hat{j}\cos\left[\left(6\hat{i}+8\hat{k}\right)\cdot\left(x\hat{i}+z\hat{k}\right)\right]$

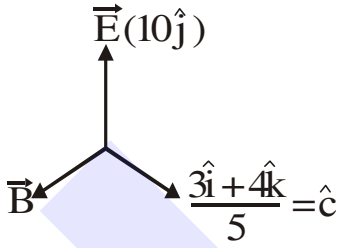
$= 10\hat{j}\cos[\vec{K}\cdot\vec{r}]$

$\therefore$ $\vec{K} = 6\hat{i}+8\hat{k}$; direction of waves travel.

i.e. direction of 'c'.

$\therefore$ Direction of $\hat{B}$ will be along

$\hat{C}\times\hat{E} = \frac{-4\hat{i}+3\hat{k}}{5}$



Mag. of $\vec{B}$ will be along $\hat{C}\times\hat{E} = \frac{-4\hat{i}+3\hat{k}}{5}$

Mag. of $\vec{B}$ = $\frac{E}{C} = \frac{10}{C}$

$\therefore$ $\vec{B} = \frac{10}{C}\left(\frac{-4\hat{i}+3\hat{k}}{5}\right) = \frac{\left(-8\hat{i}+6\hat{k}\right)}{C}$

5. Ans. (4)

$E_0 = B_0 \times C$

$= 100 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8$

$= 3 \times 10^4$ N/C

$\therefore$ correct answer is 3×10^4 N/C

6. Ans. (3)

Intensity of EM wave is given by

$I = \frac{\text{Power}}{\text{Area}} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 C$

$= \frac{27\times10^{-3}}{10\times10^{-6}} = \frac{1}{2}\times 9\times 10^{-12}\times E^2\times 3\times 10^8$

$E = \sqrt{2}\times10^3$ kv/m

$= 1.4$ kv/m

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\7-EMW

7. Ans. (2)

$$C=\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \in_0}}$$

$$V=\frac{1}{\sqrt{k \in_0 \mu_0}} \text{ [For transparent medium } \mu_r \approx \mu_0]$$

$$\therefore \quad \frac{C}{V}=\sqrt{k}=n$$

$$\frac{1}{2}\in_0 E_0^2 C \text{ = intensity = } \frac{1}{2}\in_0 kE^2 v$$

$$\therefore \quad E_0^2 C=kE^2 v$$

$$\Rightarrow \frac{E_0^2}{E^2}=\frac{kV}{C}=\frac{n^2}{n} \Rightarrow \frac{E_0}{E}=\sqrt{n}$$

similarly

$$\frac{B_0^2 C}{2\mu_0}=\frac{B^2 v}{2\mu_0} \Rightarrow \frac{B_0}{B}=\frac{1}{\sqrt{n}}$$

8. Ans. (2)

$I = \varepsilon_0 C E_{rms}^2$

$\&E_{rms} = cB_{rms}$

$I = \varepsilon_0 C^3 B_{rms}^2$

$$B_{rms} = \sqrt{\frac{I}{\in_0 C^3}}$$

$B_{rms} \approx 10^{-4}$

9. Ans. (4)

Sol. If we use that direction of light propagation will be along $\vec{E}\times\vec{B}$. Then (4) option is correct.

Detailed solution is as following.

magnitude of E = CB

$E = 3 \times 10^8 \times 1.6 \times 10^{-6} \times \sqrt{5}$

$E = 4.8 \times 10^2 \sqrt{5}$

$\vec{E}$ and $\vec{B}$ are perpendicular to each other

$\Rightarrow \vec{E}.\vec{B} = 0$

$\Rightarrow$ either direction of $\vec{E}$ is $\hat{i}-2\hat{j}$ or $-\hat{i}+2\hat{j}$ from given option

Also wave propagation direction is parallel to $\vec{E}\times\vec{B}$ which is $-\hat{k}$

$\Rightarrow \vec{E}$ is along $\left(-\hat{i}+2\hat{j}\right)$

10. Ans. (3)

Sol. The direction of propogation of an EM wave is direction of $\vec{E}\times\vec{B}$.

$\hat{i}=\hat{j}\times\hat{B}$

$\Rightarrow \hat{B}=\hat{k}$

$$C=\frac{E}{B} \Rightarrow B=\frac{E}{C}=\frac{6}{3\times10^8}$$

$B = 2 \times 10^{-8}$ T along z direction.

11. Ans. (4)

Sol. Maximum Electric field E = (B) (c)

$\vec{E}_0 = (3 \times 10^{-5})c\left(-\hat{j}\right)$

$\vec{E}_1 = (2 \times 10^{-6})c\left(-\hat{i}\right)$

Maximum force

$\vec{F}_{net} = q\vec{E} = qc\left(-3\times10^{-5}\hat{j}-2\times10^{-6}\hat{i}\right)$

$\vec{F}_{0max} = 10^{-4}\times 3\times 10^8 \sqrt{(3\times10^{-5})^2+(2\times10^{-6})^2}$

$= 0.9N$

$$F_{rms} = \frac{F_0}{\sqrt{2}} = 0.6 \text{ N} \qquad \text{(approx)}$$

Option (4)

node06\B080-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\7-EMW

12. Ans. (2)

Sol. $\because \vec{E} \times \vec{B} \parallel \vec{v}$

Given that wave is propagating along positive z-axis and $\vec{E}$ along positive x-axis. Hence $\vec{B}$ along y-axis.

From Maxwell equation

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

i.e. $\frac{\partial E}{\partial Z} = -\frac{\partial B}{dt}$ and $B_0 = \frac{E_0}{C}$

13. Ans. (3)

Sol. Magnetic field when electromagnetic wave propagates in +z direction

$B = B_0 \sin(kz - \omega t)$

where

$$B_0 = \frac{60}{3\times10^8} = 2 \times 10^{-7}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.5\times10^3$$

$\omega = 2\pi f = 1.5 \times 10^{11}$

14. Ans. (3)

Sol. $\vec{E} = E_0\hat{n}\sin(\omega t + (6y - 8z))$

$= E_0\hat{n}\sin(\omega t + \vec{k}.\vec{r})$

where $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

and $\vec{k}.\vec{r} = 6y - 8z$

$\Rightarrow \vec{k} = 6\hat{j} - 8\hat{k}$

direction of propagation

$\hat{s} = -\hat{k}$

$$= \left(\frac{-3\hat{j} + 4\hat{k}}{5}\right)$$

node06\B0BO-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\7-EMW