EM WAVE

1. यदि एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}=3\times10^{-8}\sin\left(1.6\times10^{3}x+48\times10^{10}t\right)\hat{j}\,T$ हो, तो इसका विद्युत क्षेत्र होगा:

(1) $\vec{E}=\left(9\sin\left(1.6\times10^{3}x+48\times10^{10}t\right)\hat{k}\ V/m\right)$

(2) $\vec{E}=\left(3\times10^{-8}\sin\left(1.6\times10^{3}x+48\times10^{10}t\right)\hat{i}\ V/m\right)$

(3) $\vec{E}=\left(60\sin\left(1.6\times10^{3}x+48\times10^{10}t\right)\hat{k}\ V/m\right)$

(4) $\vec{E}=\left(3\times10^{-8}\sin\left(1.6\times10^{3}x+48\times10^{10}t\right)\hat{j}\ V/m\right)$

2. एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग का विद्युत क्षेत्र $\vec{E}=E_0\dfrac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\cos(kz+\omega t)$ है।

समय $t=0$ पर एक धनावेशित कण $(x, y, z)=\left(0,0,\dfrac{\pi}{k}\right)$ बिन्दु पर है। यदि इस समय $(t=0)$ पर कण का वेग $\upsilon_0\ \hat{k}$ हो तो तरंग के कारण इस पर लगने वाला बल होगा :

(1) शून्य
(2) $\dfrac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ के समान्तर
(3) $\dfrac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ के प्रतिसमान्तर
(4) $\hat{k}$ के समान्तर

3. 25 GHz आवृत्ति की एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग निर्वात में z- दिशा में चल रही है। यदि किसी एक समय पर एक स्थान तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}=5\times10^{-8}\hat{j}\,T$ हो तो वहाँ पर उस समय विद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ होगा: (प्रकाश की गति $c = 3\times10^{8}\ ms^{-1}$)

(1) $1.66\times10^{-16}\ \hat{i}\,V/m$

(2) $15\ \hat{i}\ V/m$

(3) $-1.66\times10^{-16}\ \hat{i}\ V/m$

(4) $-15\ \hat{i}\ V/m$

4. निर्वात में दो समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंगो के विद्युत क्षेत्र

$\vec{E}_1=E_0\hat{j}\cos(\omega t-kx)$ तथा

$\vec{E}_2=E_0\hat{k}\cos(\omega t-ky)$ है

समय $t = 0$ पर q आवेश का एक कण $\vec{v}=0.8c\hat{j}$ (c निर्वात में प्रकाश की गति है) वेग से मूलबिन्दु पर चल रहा है। कण पर लगने वाला तात्क्षणिक बल है :

(1) $E_0q(-0.8\hat{i}+\hat{j}+\hat{k})$

(2) $E_0q(0.8\hat{i}-\hat{j}+0.4\hat{k})$

(3) $E_0q(0.8\hat{i}+\hat{j}+0.2\hat{k})$

(4) $E_0q(0.4\hat{i}-3\hat{j}+0.8\hat{k})$

5. एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग की आवृत्ति 2.0×10^{10} Hz है तथा इसका निर्वात में ऊर्जा घनत्व $1.02\times10^{-8}\ J/m^3$ है। इससे संबंधित चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम निम्न में से किसके निकट होगा ($\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}=9\times10^{9}\dfrac{Nm^2}{C^2}$, प्रकाश की निर्वात में गति $= 3\times10^{8}\ ms^{-1}$) :

(1) 180 nT
(2) 160 nT
(3) 150 nT
(4) 190 nT

6. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र व चुम्बकीय क्षेत्र की दिशाएँ क्रमशः $\hat{k}$ औ $2\hat{i}-2\hat{j}$ की ओर है। तरंग के चलने की दिशा में इकाई वेक्टर है?

(1) $\dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{i}+\hat{j}\right)$
(2) $\dfrac{1}{\sqrt{5}}\left(\hat{i}+2\hat{j}\right)$
(3) $\dfrac{1}{\sqrt{5}}\left(2\hat{i}+\hat{j}\right)$
(4) $\dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{j}+\hat{k}\right)$

7. एक समतलीय विद्युत-चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}=3\times10^{-8}\sin[200\pi(y+ct)]\hat{i}\ T$

यहाँ $c = 3\times10^{8}\ ms^{-1}$ प्रकाश की गति का मान है। इस तरंग का विद्युत क्षेत्र होगा:

(1) $\vec{E}=-10^{-6}\sin[200\pi(y+ct)]\hat{k}\ \ V/m$

(2) $\vec{E}=-9\sin[200\pi(y+ct)]\hat{k}\ \ V/m$

(3) $\vec{E}=9\sin[200\pi(y+ct)]\hat{k}\ \ V/m$

(4) $\vec{E}=3\times10^{-8}\sin[200\pi(y+ct)]\hat{k}\ \ V/m$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\EM Wave

8. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग, जो निर्वात में x दिशा में चल रही है, का विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_0\hat{j}\cos(\omega t - kx)$. है। समय t = 0 पर इसका चुम्बकीय क्षेत्र होगा :

(1) $\vec{B} = E_0\sqrt{\mu_0 \in_0}\cos(kx)\hat{j}$

(2) $\vec{B} = \frac{E_0}{\sqrt{\mu_0 \in_0}}\cos(kx)\hat{k}$

(3) $\vec{B} = E_0\sqrt{\mu_0 \in_0}\cos(kx)\hat{k}$

(4) $\vec{B} = \frac{E_0}{\sqrt{\mu_0 \in_0}}\cos(kx)\hat{j}$

9. विद्युतचुम्बकीय तरंग स्पैक्ट्रम के विभिन्न भागों की तरंगदैर्ध्य के संदर्भ में सही विकल्प चुनिये।

(1) $\lambda_{x\text{-rays}} < \lambda_{micro\ waves} < \lambda_{radio\ waves} < \lambda_{visible}$
(2) $\lambda_{visible} > \lambda_{x\text{-rays}} > \lambda_{radio\ waves} > \lambda_{micro\ waves}$
(3) $\lambda_{radio\ waves} > \lambda_{micro\ waves} > \lambda_{visible} > \lambda_{x\text{-rays}}$
(4) $\lambda_{visible} < \lambda_{micro\ waves} < \lambda_{radio\ waves} < \lambda_{x\text{-rays}}$

10. एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग के विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_0(\hat{x} + \hat{y})\sin(kz - \omega t)$ है। इसका चुम्बकीय क्षेत्र होगा :

(1) $\frac{E_0}{c}(\hat{x} - \hat{y})\cos(kz - \omega t)$

(2) $\frac{E_0}{c}(-\hat{x} + \hat{y})\sin(kz - \omega t)$

(3) $\frac{E_0}{c}(\hat{x} - \hat{y})\sin(kz - \omega t)$

(4) $\frac{E_0}{c}(\hat{x} + \hat{y})\sin(kz - \omega t)$

11. एक विद्युत चुम्बकीय तरंग की उपस्थिति में एक इलेक्ट्रॉन गति 0.1 c से y-अक्ष पर चलने को बाध्य है, (जहाँ c प्रकाश की चाल है।) तरंग का विद्युत क्षेत्र है,
$\vec{E} = 30\hat{j}\ \sin(1.5\times10^7 t - 5\times10^{-2} x)V/m$.
इलेक्ट्रॉन द्वारा अनुभव किये गये चुम्बकीय बल का अधिकतम मान होगा :
(दिया है c = 3 × 10^8 ms^{-1} और इलेक्ट्रॉन का आवेश = 1.6 × 10^{-19} C)

(1) 1.6 × 10^{-19} N (2) 4.8 × 10^{-19} N
(3) 3.2 × 10^{-18} N (4) 2.4 × 10^{-18} N

12. सूची I तथा सूची II की प्रविष्टियों के बीच सही मिलन है :

I	II
विकिरण	**तरंगदैर्ध्य**
(a) सूक्ष्म तरंग	(i) 100m
(b) गामा किरणें	(ii) 10^{-15} m
(c) ए.एम. रेडियो तरंगे	(iii) 10^{-10} m
(d) X-किरणें	(iv) 10^{-3} m

(1) (a)-(ii), (b)-(i), (c)-(iv), (d)-(iii)
(2) (a)-(i), (b)-(iii), (c)-(iv), (d)-(ii)
(3) (a)-(iii), (b)-(ii), (c)-(i), (d)-(iv)
(4) (a)-(iv), (b)-(ii), (c)-(i), (d)-(iii)

13. माना कि लेज़र प्रकाश की तीव्रता $\left(\frac{315}{\pi}\right)W/m^2$ है स्त्रोत के संगत rms विद्युत क्षेत्र का निकटतम मान v/m की इकाई में निकटतम पूर्णांक में हैं _____।
($\in_0$ = 8.86 × 10^{-12} C^2 Nm^{-2}; c = 3 × 10^8 ms^{-1})

14. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिये किसी बिन्दु x व समय t पर चुम्बकीय क्षेत्र

$\vec{B}(x,t) = \left[1.2\times10^{-7}\sin(0.5\times10^3 x + 1.5\times10^{11} t)\hat{k}\right]T$

हे, तो $\vec{B}$ के संगत वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}$ होगा –
(प्रकाश की चाल c = 3 × 10^8 ms^{-1})

(1) $\vec{E}(x,t) = \left[36\sin(0.5\times10^3 x + 1.5\times10^{11} t)\hat{k}\right]\frac{V}{m}$

(2) $\vec{E}(x,t) = \left[-36\sin(0.5\times10^3 x + 1.5\times10^{11} t)\hat{j}\right]\frac{V}{m}$

(3) $\vec{E}(x,t) = \left[36\sin(1\times10^3 x + 0.5\times10^{11} t)\hat{j}\right]\frac{V}{m}$

(4) $\vec{E}(x,t) = \left[36\sin(1\times10^3 x + 1.5\times10^{11} t)\hat{j}\right]\frac{V}{m}$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Vee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\EM Wave

SOLUTION

1. NTA Ans. (1)

Sol. $\vec{E}\times\vec{B}=\vec{C}=-\hat{i}$

where $\vec{B}$ is along $\hat{j}$

$$\frac{E}{B}=C$$

$E = 3 \times 10^{-8} \times 3 \times 10^{8} = 9$ V/m.

2. NTA Ans. (3)

Sol. $\vec{F}=q(\vec{E}+\vec{v}\times\vec{B})$

$$\vec{E}=E_0\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)\cos\pi$$

$$=-E_0\,\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$$

as $\vec{E}\times\vec{B}=\vec{c}$

$$+E_0\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)\times\vec{B}=c\hat{k}$$

$$\Rightarrow \vec{B}=-\left(\frac{\hat{i}-\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)\frac{E_0}{c}$$

$$\vec{F}=q\left(-E_0\frac{(\hat{i}+\hat{j})}{\sqrt{2}}-\frac{v_0\hat{k}}{c}\times(\hat{i}-\hat{j})E_0\right)$$

since $\frac{v_0}{c}<<1$

$\Rightarrow$ F is antiparallel to $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$

3. NTA Ans. (2)

Sol. $E = \vec{B} \times \vec{V}$

$= (5\times10^{-8}\hat{j})\times(3\times10^{8}\hat{k})$

$= 15\,\hat{i}$ V / m

4. NTA Ans. (3)

Sol. $\vec{E}_1=E_0\hat{j}\cos(\omega t-kx)$

Its corresponding magnetic field will be

$$\vec{B}_1=\frac{E_0}{c}\hat{k}\cos(\omega t-kx)$$

$$\vec{E}_2=E_0\hat{k}\cos(\omega t-ky)$$

$$\vec{B}_2=\frac{E_0}{c}\hat{i}\cos(\omega t-ky)$$

Net force on charge particle

$$=q\vec{E}_1+q\vec{E}_2+q\vec{v}\times B_1+q\vec{v}\times\vec{B}_2$$

$$=qE_0\hat{j}+qE_0\hat{k}+q(0.8c\hat{j})\times\left(\frac{E_0}{c}\hat{k}\right)+q(0.8c\hat{j})\times\left(\frac{E_0}{c}\hat{i}\right)$$

$$=qE_0\hat{j}+qE_0\hat{k}+0.8qE_0\hat{i}-0.8qE_0\hat{k}$$

$$\vec{F}=qE_0[0.8\hat{i}+1\hat{j}+0.2\hat{k}]$$

5. Official Ans. by NTA (2)

Sol. Energy density $\frac{dU}{dV}=\frac{B_0^2}{2\mu_0}$

$$1.02\times10^{-8}=\frac{B_0^2}{2\times4\pi\times10^{-7}}$$

$$B_0^2=(1.02\times10^{-8})\times(8\pi\times10^{-7})$$

$B_0 = 16 \times 10^{-8}$ T = 160 nT

6. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $\hat{E}=\hat{k}$

$$\vec{B}=2\hat{i}-2\hat{j}\Rightarrow\hat{B}=\frac{\vec{B}}{|B|}=\frac{2\hat{i}-2\hat{j}}{2\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow\hat{B}=\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i}-\hat{j})$$

Direction of wave propagation $=\hat{C}=\hat{E}\times\hat{B}$

$$\hat{C}=\hat{k}\times\left[\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i}-\hat{j})\right]$$

$$\hat{C}=\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{k}\times\hat{i}-\hat{k}\times\hat{j})$$

$$\hat{C}=\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i}+\hat{j})$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE\MAIN\Vee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\EM Wave

7. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $\vec{B} = 3\times10^{-8}\sin[200\pi(y+ct)]\hat{i}\ T$

$E_0 = CB_0 \Rightarrow E_0 = 3\times10^8\times3\times10^{-8}$

$= 9$ V/m

and direction of wave propagation is given as

$(\vec{E}\times\vec{B}) \parallel \vec{C}$

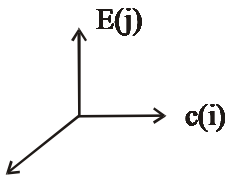
$\hat{B} = \hat{i}$ & $\hat{C} = -\hat{j}$

so $\hat{E} = -\hat{k}$

$\therefore \vec{E} = E_0\sin[200\pi(y+ct)](-\hat{k})\ V/m$

8. Official Ans. by NTA (3)

Sol.



$\therefore \vec{B}(\hat{k})$

$\Rightarrow \vec{B} = B_0\cos(wt-kx)\hat{k}$

Now put t = 0.

9. Official Ans. by NTA (3)

Sol. Information based

$\lambda_{radiowaves} > \lambda_{microwaves} > \lambda_{visible} > \lambda_{x\text{-}rays}$

10. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $\vec{E} = E_0(\hat{x}+\hat{y})\sin(kz-\omega t)$

direction of propagation = $+\hat{k}$

$\hat{E} = \dfrac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$

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

$\hat{k} = \left(\dfrac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)\times\hat{B} \qquad \Rightarrow \hat{B} = \dfrac{-\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$

$\therefore \vec{B} = \dfrac{E_0}{C}(-\hat{x}+\hat{y})\sin(kz-\omega t)$

11. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $\Rightarrow E = \vec{E} = 30\hat{j}\sin(1.5\times10^7 t - 5\times10^{-2}x)V/m$

$\Rightarrow B \Rightarrow E/V \Rightarrow \dfrac{30}{1.5\times10^7}\times5\times10^{-2}$

$\Rightarrow 10^{-7}$ Tesla

$\Rightarrow F_{mag} = q(\vec{V}\times\vec{B}) = |qVB|$

$= 1.6\times10^{-19}\times0.1\times3\times10^8\times10^{-7}$

$= 4.8\times10^{-19}$ N

12. Official Ans. by NTA (4)

Sol. Energes of given Radiation can have The following relation

$E_{\gamma\text{-Rays}} > E_{X\text{-Rays}} > E_{microwave} > E_{AM\ Radiowaves}$

$\therefore \lambda_{\gamma\text{-Rays}} < \lambda_{X\text{-Rays}} < \lambda_{microwave} < \lambda_{AM\ Radiowaves}$

According To tres.

(a) Microwave $\rightarrow 10^{-3}$m (iv)

(b) Gamma Rays $\rightarrow 10^{-15}$m (ii)

(c) AM Radio wave $\rightarrow$ 100 m (i)

(d) X-Rays $\rightarrow 10^{-10}$m (iii)

13. Official Ans. by NTA (275.00)

Allen Ans. (194.00)

Sol. $I = \epsilon_0 E_{rms}^2 C$

$E_{rms}^2 = \dfrac{I}{\epsilon_0 C}$

$= \dfrac{315}{\pi\epsilon_0}\times\dfrac{1}{C}$

$= \dfrac{4\times315}{4\pi\epsilon_0}\times\dfrac{1}{3\times10^8}$

$= \dfrac{4\times315\times9\times10^9}{3\times10^8}$

$E_{rms}^2 = 4\times315\times30$

$E_{rms} = 2\sqrt{315\times30}$

$= 194.42$

Ans. 194.00

14. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $\vec{E}$ and $\vec{B}$ are perpendicular for EM wave

$E_0 = CB_0$

$= 3\times10^8\times1.2\times10^{-7}$

$= 36$

Having same phase

Propagation is along –x-axis, $\vec{B}$ is along z-axis

hence $\vec{E}$ must be along y-axis.

So, option (2) is correct

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2020_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\EM Wave