EM WAVES

1. 5 GHz आवत्ति की कोई विद्युत चुम्बकीय तरंग उस माध्यम में गमन कर रही है जिसका आपेक्षिक विद्युत परावैद्युतांक और चुम्बकीय पारगम्यता दोनों ही 2 है। इस माध्यम में इस तरंग का वेग _____ $\times 10^7$ m/s है।

2. सूची-I को सूची-II से मिलाइए।

सूची-I	सूची-II
(a) सूक्ष्म तरंग आवत्ति का स्त्रोत	(i) नाभिक पर रेडियोऐक्टिव क्षय
(b) अवरक्त आवत्ति का स्त्रोत	(ii) मैग्नेट्रॉन
(c) गामा किरणों का स्त्रोत	(iii) अंतरकक्षीय इलेक्ट्रॉन
(d) X-किरणों का स्त्रोत	(iv) परमाणुओं और अणुओं का कम्पन
	(v) लेजर
	(vi) RC परिपथ

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनिए :
(1) (a)-(vi), (b)-(iv), (c)-(i), (d)-(v)
(2) (a)-(vi), (b)-(v), (c)-(i), (d)-(iv)
(3) (a)-(ii), (b)-(iv), (c)-(vi), (d)-(iii)
(4) (a)-(ii), (b)-(iv), (c)-(i), (d)-(iii)

3. कोई 3 GHz आवत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंग निर्वात से किसी परावैद्युत माध्यम जिसकी सापेक्षिक विद्युतशीलता 2.25 है में प्रवेश करती है। इस माध्यम में इस तरंग की तरंगदैर्ध्य ____ $\times 10^{-2}$ cm होगी।

4. 8 W के किसी बल्ब से आने वाले विकिरणों द्वारा बल्ब से 10 m की दूरी के किसी बिन्दु पर, जबकि इस बल्ब की दक्षता 10% है और यह बिन्दु स्त्रोत है, उत्पन्न शिखर विद्युत क्षेत्र $\frac{x}{10}\sqrt{\frac{\mu_0 c}{\pi}}\ \frac{V}{m}$ है। यहाँ x का मान _____ है।

5. 1000 W के बल्ब द्वारा उत्सर्जित कोई विकिरण 2 m दूरी पर स्थित किसी बिन्दु P पर कोई विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। इस बल्ब की दक्षता 1.25% है। बिन्दु P पर शिखर विद्युत क्षेत्र का मान $x \times 10^{-1}$ V/m है तो x का मान _____होगा। [$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}\ m^{-2}$ और $c = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$ लीजिए।] (निकटतम संभावित पूर्णांक तक)

6. 500 MHz आवत्ति की कोई समतल विद्युतचुम्बकीय तरंग, निर्वात में y-अक्ष के अनुदिश गति कर रही है। मुक्त आकाश के किसी विशिष्ट बिन्दु पर, $\vec{B}$ का मान $8.0\times10^{-8}\hat{z}T$ है। इस बिन्दु पर विद्युत क्षेत्र का मान होगा। (प्रकाश की चाल = $3 \times 10^8\ ms^{-1}$) $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ क्रमशः x, y, z दिशा के अनुदिश एकांक सदिश हैं।
(1) $-24\hat{x}$ V/m (2) $2.6\hat{x}$ V/m
(3) $24\hat{x}$ V/m (4) $-2.6\hat{y}$ V/m

7. मुक्त आकाश में गतिमान किसी विद्युतचुम्बकीय तरंग के लिए, विद्युत क्षेत्र एवं चुम्बकीय क्षेत्र के कारण औसत ऊर्जा घनत्वों, (U_e) और (U_m) में सम्बन्ध होगा :
(1) $U_e = U_m$ (2) $U_e > U_m$
(3) $U_e < U_m$ (4) $U_e \neq U_m$

8. किसी 100 W के बल्ब से उत्सर्जित विकिरणों द्वारा बल्ब से 3m दूरी पर उत्पन्न विद्युत क्षेत्र तीव्रता E है। इतनी ही दूरी पर 60 W के बल्ब से उत्सर्जित विकिरणों द्वारा उत्पन्न विद्युत क्षेत्र तीव्रता होगी $\sqrt{\frac{x}{5}}E$, यहाँ x =_____है।

9. एक समतल विद्युतचुम्बकीय तरंग जिसकी आवत्ति 100 MHz है x-अक्ष के अनुदिश निर्वात में गति कर रही है। समय और मुक्त आकाश में किसी विशेष बिन्दु पर, $\vec{B}$ का मान $2.0\times10^{-8}\hat{k}T$ है (जहाँ $\hat{k}$, z-अक्ष के अनुदिश एकांक सदिश है) इस बिन्दु पर $\vec{E}$ का मान होगा : (प्रकाश की चाल, $c = 3 \times 10^8$ m/s)
(1) $0.6\hat{j}$ V/m (2) $6.0\hat{k}$ V/m
(3) $6.0\hat{j}$ V/m (4) $0.6\hat{k}$ V/m

10. कोई समतल विद्युतचुम्बकीय तरंग जो y-दिशा के अनुदिश संचरण कर रही है, के विद्युत क्षेत्र $(\vec{E})$ और चुम्बकीय क्षेत्र $(\vec{B})$ घटकों का युग्म निम्न लिखित हो सकता है:
(1) E_y, B_y अथवा E_z, B_z (2) E_y, B_x अथवा E_x, B_y
(3) E_x, B_z अथवा E_z, B_x (4) E_x, B_y अथवा E_y, B_x

11. किसी विद्युत चुम्बकीय तरंग के विद्युत क्षेत्र सदिश और चुम्बकीय क्षेत्र सदिश क्रमशः $\vec{E} = E_0\ \hat{i}$ और $\vec{B} = B_0\hat{k}$ हैं। इस विद्युत चुम्बकीय तरंग की संचरण दिशा होगी:
(1) $(\hat{k})$ (2) $\hat{J}$ (3) $(-\hat{k})$ (4) $(-\hat{j})$

12. मुक्त आकाश में किसी बिन्दु पर सूर्य के प्रकाश की तीव्रता 0.092 Wm^{-2} है। इस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र का शिखर मान होगाः– ($\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}C^2N^{-1}m^{-2}$)
(1) 2.77×10^{-8} T (2) 1.96×10^{-8} T

node06\B0BA-BB\Kota\JEE (MAIN)\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ EM Waves

(3) 8.31 T (4) 5.88 T

13. वायु में कोई रैखिकत : ध्रुवित विद्युत चुम्बकीय तरंग $E = 3.1\cos\left[(1.8)z-(5.4\times10^{6})t\right]\hat{i}\ N/C$ z = a पर स्थित किसी आदर्श परावर्ती दीवार पर अभिलम्बवत आपतन करती है।
सही विकल्प चुनिए।
(1) तरंगदैर्ध्य 5.4 m है।
(2) विद्युत–चुम्बकीय तरंग की आवत्ति 54×10^{4} Hz है।
(3) पारगत तरंग
$3.1\cos\left[(1.8)z-(5.4\times10^{6})t\right]\hat{i}\ N/C$ होगी।
(4) परावर्तित तरंग
$3.1\cos\left[(1.8)z+(5.4\times10^{6})t\right]\hat{i}\ N/C$ होगी।

14. एक प्रकाश पुंज $E = 800\ \sin\omega\left(t-\frac{x}{c}\right)$ से वर्णित है। एक इलेक्ट्रॉन $3\times10^{7}\ ms^{-1}$ चाल से प्रकाश पुंज के अभिलम्बवत गति करता है। इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला अधिकतम चुम्बकीय बल क्या है?
(1) 1.28×10^{-18} N (2) 1.28×10^{-21} N
(3) 12.8×10^{-17} N (4) 12.8×10^{-18} N

15. एक विद्युत चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र सदिश $B = B_o\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\cos(kz-\omega t)$ से दिया गया है, जहाँ $\hat{i}$ तथा $\hat{j}$ क्रमशः x तथा y-अक्ष के अनुदिश मात्रक सदिश है। t = 0 s पर दो विद्युत आवेश 4π कूलाम का q_1 तथा 2π कूलाम q_2 क्रमशः $\left(0,0,\frac{\pi}{k}\right)$ तथा $\left(0,0,\frac{3\pi}{k}\right)$ पर रखे गये है जिनके समान वेग 0.5 c $\hat{i}$ हैं, (जहाँ c प्रकाश का निर्वात में वेग है।) आवेश q_1 पर कार्यरत बल तथा आवेश q_2 पर कार्यरत बल का अनुपात होगा :
(1) $2\sqrt{2}:1$ (2) $1:\sqrt{2}$
(3) 2 : 1 (4) $\sqrt{2}:1$

16. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र $E = 50\sin(500x-10\times10^{10}t)$ V/m दिया गया है। माध्यम में विद्युतचुम्बकीय तरंग का वेग है :
(दिया है C = निर्वात में प्रकाश की चाल)
(1) $\frac{3}{2}C$ (2) C (3) $\frac{2}{3}C$ (4) $\frac{C}{2}$

17. एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग 30 मेगाहर्त्ज आवत्ति से निर्वात में गति करती है। निश्चित अवकाश तथा समय पर, विद्युत क्षेत्र 6 V/m है। इस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र $x\times10^{-8}$ टेसला होगा। x का मान _____ है।

18. एक विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र $E = (50\ NC^{-1})\ \sin\omega(t-x/c)$ द्वारा दिया जाता है। आयतन V के एक बेलन में सम्मिलित ऊर्जा 5.5×10^{-12} J है। V का मान _____cm^3 है।
$\left(\text{दिया है}\ \epsilon_0 = 8.8\times10^{-12}C^2N^{-1}m^{-2}\right)$

19. अचुम्बकीय माध्यम में संचरित समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र $E = 20\cos(2\times10^{10}t-200x)$ V/m से दिया गया है। माध्यम का पैरावैधुतांक का मान है : (लीजिए $\mu_r = 1$)
(1) 9 (2) 2 (3) $\frac{1}{3}$ (4) 3

0. एक समतल विद्युतचुम्बकीय तरंग में विद्युत क्षेत्र
$\vec{E}=200\cos\left[\left(\frac{0.5\times10^{3}}{m}\right)x-\left(1.5\times10^{11}\frac{rad}{s}\times t\right)\right]\frac{V}{m}\hat{j}$
दिया गया है। 100 सेमी^{2}. क्षेत्रफल के परावर्तक सतह पर तरंग अभिलम्वत पड़ती है। यदि विद्युत चुम्बकीय तरंग द्वारा सतह पर आरोपित विकिरण दाब 10 मिनट के उच्छादन के दौरान $\frac{x}{10^{9}}\frac{N}{m^2}$ हो, तो x के मान को ज्ञात कीजिए।

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\EM Waves

SOLUTION

1. Official Ans. by NTA (15)

Sol. Given : Frequency of wave f = 5 GHz
$= 5 \times 10^9$ Hz

Relative permittivity, $\epsilon_r = 2$

and Relative permeability, $\mu_r = 2$

Since speed of light in a medium is given by,

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}} = \frac{1}{\sqrt{\mu_r \mu_0 \cdot \epsilon_r \epsilon_0}}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu_r \epsilon_r}} \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{C}{\sqrt{\mu_r \epsilon_r}}$$

Where C is speed of light is vaccum.

$$\therefore v = \frac{3\times10^8}{\sqrt{4}} = \frac{30\times10^7}{2} \text{ m/s}$$

$= 15 \times 10^7$ m/s $\quad \therefore$ Ans. is 15

2. Official Ans. by NTA (4)

Sol. (a) Source of microwave frequency is magnetron.

(b) Source of infrared frequency is vibration of atoms and molecules.

(c) Source of Gamma rays is radioactive decay of nucleus

(d) Source of X-rays inner shell electron transition.

Option (4) is correct.

3. Official Ans. by NTA (667)

Sol. λ in vacuum $= \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{3\times10^9} = 0.1\text{m}$

$$\therefore \lambda \text{ in medium} = \frac{0.1}{\mu}$$

Where refractive index

$$\mu = \sqrt{\mu_r \varepsilon_r}$$

Assuming non-magnetic material $\mu_r = 1$

$$\therefore \quad \mu = \sqrt{2.25} = 1.5$$

$$\lambda_m = \frac{0.1}{1.5} = \frac{1}{15}\text{m} = 6.67\text{cm}$$

$= 667 \times 10^{-2}$ cm $\quad$ Ans. 667

4. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $I = \frac{1}{2} c \epsilon_0 E_0^2$

$$\frac{8}{4\pi\times10^2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \times c \times \frac{1}{\mu_0 c^2} \times E_0^2$$

$$E_0 = \frac{2}{10} \times \sqrt{\frac{\mu_0 c}{\pi}} \Rightarrow x = 2$$

5. Official Ans. by NTA (137)

Sol. $I_{avg} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 C$

$$\frac{1.25}{100} \times \frac{1000}{4\pi(2)^2} = \frac{1}{2} \times 8.85 \times 10^{-12} \times 3 \times 10^8 \times$$

$E_0^2 \qquad\qquad E_0^2 = 187.4$

$\therefore E_0 = 13.689$ V/m

$= 136.89 \times 10^{-1}$ V/m

$\therefore x = 136.89$

Rounding off to nearest integer

x = 137

6. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $f = 5 \times 10^8$ Hz

EM wave is travelling towards $+\hat{j}$

$$\vec{B} = 8.0\times10^{-8}\hat{z}\text{T}$$

$$\vec{E} = \vec{B} \times \vec{C} = (8 \times 10^{-8}\hat{z}) \times (3 \times 10^8\ \hat{y}\ )$$

$= -24\ \hat{x}$ V / m

7. Official Ans. by NTA (1)

Sol. In EMW, Average energy density due to electric (U_e) and magnetic (U_m) fields is same.

8. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $c \epsilon_0 E^2 = \frac{100}{4\pi\times3^2}$

$$c \epsilon_0 \left(\sqrt{\frac{x}{5}}E\right)^2 = \frac{60}{4\pi\times3^2}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{5} = \frac{3}{5} \Rightarrow x = 3$$

9. Official Ans. by NTA (3)

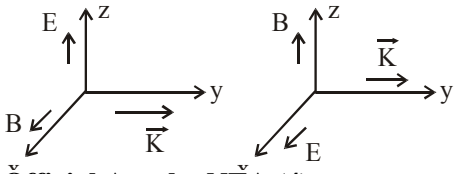
Sol. $E = BC = 6$

(Dir. of wave) $\parallel (\vec{E}\times\vec{B})$

$\hat{i} = \hat{j} \times \hat{k} \qquad \vec{E} = 6\hat{j}$ V / m

10. Official Ans. by NTA (3)

Sol.



11. Official Ans. by NTA (4)

Sol. Direction of propagation = $\vec{E}\times\vec{B} = \hat{i}\times\hat{k} = -\hat{j}$

12. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $I_{avg} = \frac{B_0^2 C}{2\mu_0}$ & $\frac{1}{\mu_0} = \epsilon_0 C^2$

$I = \frac{B_0^2}{2} \epsilon_0 C^3$

$B_0 = \sqrt{\frac{2I}{\epsilon_0 C^3}}$

$B_0 = 2.77 \times 10^{-8}$ T

13. Official Ans. by NTA (4)

Sol. Reflected wave will have direction opposite to incident wave.

14. Official Ans. by NTA (4)

Sol. $\frac{E_0}{C} = B_0$

$F_{max} = eB_0V$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times \frac{800}{3 \times 10^8} \times 3 \times 10^7$

$= 12.8 \times 10^{-18}$N

Ans. 4

15. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $\vec{F} = q\left(\vec{V} \times \vec{B}\right)$

$\vec{F}_1 = 4\pi\left[0.5c\hat{i} \times B_0\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}\right)\cos\left(K.\frac{\pi}{K} - 0\right)\right]$

$\vec{F}_2 = 2\pi\left[0.5c\hat{i} \times B_0\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}\right)\cos\left(K.\frac{3\pi}{K} - 0\right)\right]$

$\cos\pi = -1, \quad \cos 3\pi = -1$

$\therefore \frac{F_1}{F_2} = 2$

16. Official Ans. by NTA (3)

Sol. $V = \frac{\omega}{K} = \frac{10 \times 10^{10}}{500} = 2 \times 10^8$

V = $\frac{2C}{3}$.

17. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $|B| = \frac{|E|}{C} = \frac{6}{3 \times 10^8}$

$= 2 \times 10^{-8}$ T

$\therefore$ x = 2

18. Official Ans. by NTA (500)

Sol. $E = 50\sin\left(\omega t - \frac{\omega}{c}.x\right)$

Energy density = $\frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2$

Energy for volume V = $\frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2.V = 5.5 \times 10^{-12}$

$\frac{1}{2} 8.8 \times 10^{-12} \times 2500 V = 5.5 \times 10^{-12}$

$V = \frac{5.5 \times 2}{2500 \times 8.8} = .0005 m^3$

$= .0005 \times 10^6$ (c.m)^3

$= 500$ (c.m)^3

19. Official Ans. by NTA (1)

Sol. Speed of wave = $\frac{2 \times 10^{10}}{200} = 10^8$ m / s

Refractive index **=** $\frac{3 \times 10^8}{10^8} = 3$

Now refractive index = $\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$

$3 = \sqrt{\varepsilon_r (1)} \Rightarrow \varepsilon_r = 9$

Option (1)

20. Official Ans. by NTA (354)

Sol. $E_0 = 200$

$I = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E_0^2 \cdot C$

Radiation pressure

$P = \frac{2I}{C}$

$= \left(\frac{2}{C}\right)\left(\frac{1}{2} \varepsilon_0 E_0^2 C\right) = \varepsilon_0 E_0^2$

$= 8.85 \times 10^{-12} \times 200^2$

$= 8.85 \times 10^{-8} \times 4 = \frac{354}{10^9}$

Ans. 354.0

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\EM Waves