Exercise-1

✍ **Marked Questions can be used as Revision Questions.**
✍ **चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।**

OBJECTIVE QUESTIONS

1. The fundamental source of e. m. waves
(1) is varying magnetic field (2) constant magnetic and electric fields
(3*) are continous oscillations of electric charge (4) is planets
वैद्युत चुम्बकीय तरंगों का मूल स्रोत है
(1) परिवर्तनीय चुम्बकीय क्षेत्र (2) नियत चुम्बकीय एवम् वैद्युत क्षेत्र
(3*) वैद्युत आवेशों के निरन्तर कम्पन (4) ग्रह (planet)

2.✍ The speed of e. m. waves is given by the relation
(1) $\mu_0 \varepsilon_0$ (2) $\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$ (3) $1/\mu_0 \varepsilon_0$ (4*) $1/\sqrt{(\mu_0\varepsilon_0)}$
वैद्युत चुम्बकीय तरंगों की चाल प्राप्त करने के लिये सम्बन्ध हैं
(1) $\mu_0 \varepsilon_0$ (2) $\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$ (3) $1/\mu_0 \varepsilon_0$ (4*) $1/\sqrt{(\mu_0\varepsilon_0)}$

3. In an electromagnetic wave, electric field **E** and magnetic field **B** are
(1*) mutually perpendicular to each other (2) all parallel
(3) at 30^0 to each other (4) at 60^0 to each other
वैद्युत चुम्बकी तरंग में, वैद्युत क्षेत्र **E** तथा चुम्बकीय क्षेत्र **B** होते हैं
(1*) परस्पर लम्बवत् (2) समान्तर (3) परस्पर 30^0 पर (4)परस्पर 60^0 पर

4. If $\vec{E}$ and $\vec{B}$ be the electric and magnetic fields of electromagnetic waves, then the direction of propagation of e. m. wave is along the direction of
(1) $\vec{E}$ (2) $\vec{B}$ (3*) $\vec{E} \times \vec{B}$ (4) None of the above
वैद्युत चुंम्बकीय तरंगो में यदि वैद्युत व चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{E}$ व $\vec{B}$ हैं, तब वैद्युत चुम्बकीय तरंग के संचरण की दिशा होगी
(1) $\vec{E}$ (2) $\vec{B}$ (3*) $\vec{E} \times \vec{B}$ (4) उपरोक्त में कोई नहीं

5. Red light differs from blue light in its
लाल प्रकाश, नीले प्रकाश से किस गुण में भिन्न है।
(1) speed. (2*) frequency (3) intensity (4) amplitude
(1) चाल (2*) आवृत्ति (3) तीव्रता (4) आयाम

6. The electromagnetic waves used in the telecommunication are
दूरसंचार में प्रयुक्त वैद्युतचुंबकीय तरंगें होती है।
(1) ultraviolet (2) infra-red (3) visible (4*) microwaves.
(1) पराबैगनी (2) अवरक्त (3) दृश्य (4*) सूक्ष्म तरंगें

7.✍ If an electromagnetic wave propagating through vacuum is described by
यदि निर्वात से संचरित वैघुतचुंबकीय तरंग
$E = E_0 \sin(kx - \omega t)$; $B = B_0 \sin(kx - \omega t)$,है। तब
(1*) $E_0 k = B_0 \omega$ (2) $E_0B_0 = \omega k$ (3) $E_0 \omega = B_0 k$ (4) $E_0 B_0 = \omega / k$

8. Which of the following rays are not electromagnetic waves ?
(1*) β – rays (2) Heat rays (3) X- rays (4) γ–rays
निम्न में से कौन–सी किरण विद्युत चुम्बकीय तरंग नहीं है ?
(1) β – किरण (2) ऊष्मीय किरण (3) X- किरण (4) γ–किरण

Sol. (1) β– rays are fast moving electrons. So, they are not electromagnetic wave
(2) Heat rays can travel through vacuum via radiation process. They are electromagnetic waves.
(3) X-rays are electromagnetic waves having wavelengths from about 10^{-8}m to 10^{-12}m.
(4) γ–rays are electromagnetic waves having wavelengths ranging from about 10^{-16} m to 10^{-14} m.
(1) β– किरणें तीव्रगामी इलेक्ट्रॉन हैं इसलिए ये विद्युत चुम्बकीय तरंगें नहीं हैं
(2) ऊष्मीय तरंगें निर्वात में विकिरण प्रक्रम द्वारा गति कर सकती हैं। इसलिए ये विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं।
(3) X-किरणें विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं। इनकी तरंगदैर्ध्य 10^{-8}m से 10^{-12}m होती हैं।
(4) γ–किरणें विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं। इनकी तरंगदैर्ध्य की परास 10^{-16} m से 10^{-14} m तक होती है।.
Hence, choice (1) is correct अतः विकल्प (1) सही है

9. The frequency of light wave in a material is 2×10^{14} Hz and wavelength is 5000 Å. The refractive index of material will be :
एक माध्यम में किसी प्रकाश तरंग की आवृत्ति 2×10^{14} Hz है और इसकी तरंगदैर्ध्य 5000 Å है। माध्यम का अपवर्तनांक होगा:
(1) 1.40 (2) 1.50 (3*) 3.00 (4) 1.33

Sol. Velocity of light waves in material is
माध्यम में प्रकाश तरंगों की चाल

$$v = n\lambda \quad ...(i)$$

Refractive index of material is
माध्यम का अपवर्तनांक

$$\mu = \frac{c}{v} \quad ...(ii)$$

where c is speed of light in vacuum or air.
जहाँ c निर्वात् अथवा वायु में प्रकाश की चाल है।

or $$\mu = \frac{c}{n\lambda} \quad ...(iii)$$

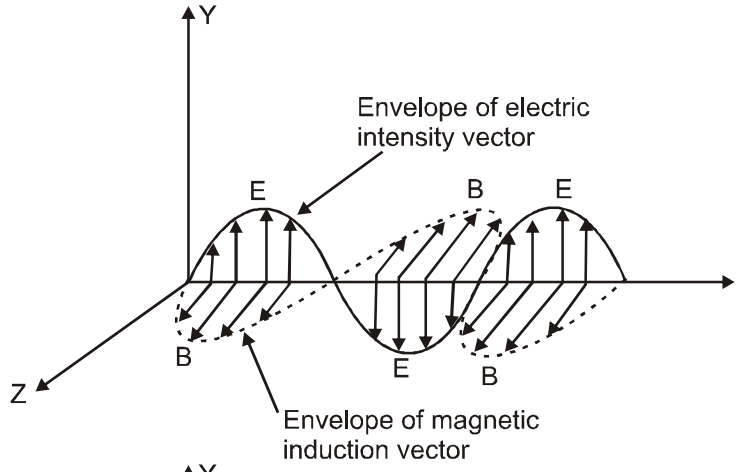
Given (यहाँ), $n = 2 \times 10^{14}$ Hz (हर्ट्ज)
$\lambda = 5000$ Å $= 5000 \times 10^{-10}$ m (मी),
$c = 3 \times 10^{8}$ m/s
Hence, from Eq. (iii), we get
अतः , समीकरण. (iii) से

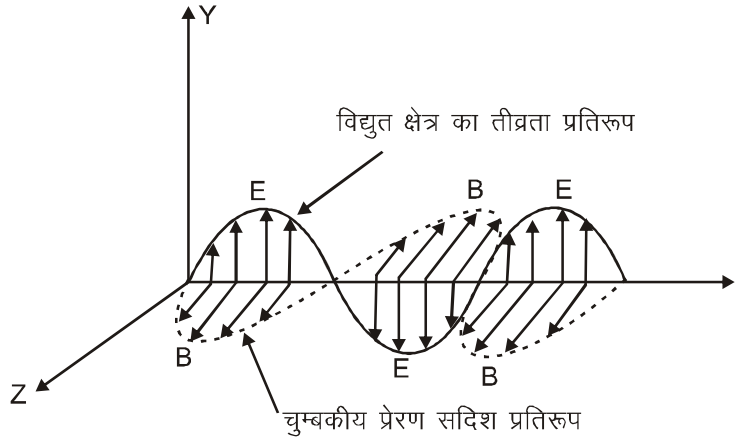
$$\mu = \frac{3 \times 10^{8}}{2 \times 10^{14} \times 5000 \times 10^{-10}} = 3.00$$

10. The electric and magnetic field of an electromagnetic wave are :
(1) in phase and parallel to each other
(2) in opposite phase and perpendicular to each other
(3) in opposite phase and parallel to each other
(4*) in phase and perpendicular to each other.
एक विद्युत–चुम्बकीय तरंग के विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्र :
(1) एक ही कला में और परस्पर समान्तर है
(2) विपरीत कला में और परस्पर लम्ब दिशा में होते है।
(3) विपरीत कला में और परस्पर समान्तर होते हैं
(4*) एक ही कला में और परस्पर लम्ब दिशाओं में होते हैं

Sol. The amplitudes of the electric and magnetic fields in free space are related by
मुक्त आकाश में विद्युत क्षेत्र के आयाम तथा चुम्बकीय क्षेत्र के आयाम में निम्न सम्बंध होता है।

$$\frac{E_0}{B_0} = c$$





In figure, electric field vector $(\vec{E})$ and magnetic field vector $(\vec{B})$ are vibrating along Y and Z directions and propagation of electromagnetic wave is shown in X-direction.
Hence, electric and magnetic fields are in phase and perpendicular to each other.
विद्युत–चुम्बकीय तरंग में , विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्र एक दूसरे के लम्बवत् तथा समान कला में होते हैं तथा ये तरंग के संचरण दिशा के लम्बवत् भी होते हैं।

11. The electric field part of an electromagnetic wave in a medium is represented by
$E_x = 0$;

$$E_y = 2.5\frac{N}{C}\cos\left[\left(2\pi\times10^6\frac{rad}{s}\right)t-\left(\pi\times10^{-2}\frac{rad}{m}\right)x\right]$$

$E_z = 0$. The wave is :
(1) moving along y direction with frequency $2\pi \times 10^6$ Hz and wavelength 200 m.
(2) moving along x direction with frequency 10^6 Hz and wavelength 100m
(3*) moving along x direction with frequency 10^6 Hz and wavelength 200m
(4) moving along –x direction with frequency 10^6 Hz and wavelength 200m
एक माध्यम में एक विद्युत चुम्बकीय तरंग का वैद्युत क्षेत्र प्रदर्शित है
$E_x = 0$;

$$E_y = 2.5\frac{N}{C}\cos\left[\left(2\pi\times10^6\frac{rad}{s}\right)t-\left(\pi\times10^{-2}\frac{rad}{m}\right)x\right]$$

$E_z = 0$. तब :
(1) तरंग 200 मी तरंगदैर्ध्य तथा $2\pi \times 10^6$ हर्ट्ज आवृत्ति के साथ y दिशा के अनुदिश गतिमान है
(2) तरंग 100 मी तरंगदैर्ध्य तथा 10^6 हर्ट्ज आवृत्ति के साथ x दिशा के अनुदिश गतिमान है
(3) तरंग 200मी तरंगदैर्ध्य तथा 10^6 हर्ट्ज आवृत्ति के साथ x दिशा के अनुदिश गतिमान है
(4) तरंग 200मी तरंगदैर्ध्य तथा 10^6 हर्ट्ज आवृत्ति के साथ –x दिशा के अनुदिश गतिमान है

Sol. Comparing the given equation
दिये हुए समीकरणों की तुलना करने पर

$$E_y = 2.5\frac{N}{C}\cos\left[\left(2\pi\times10^6\frac{rad}{sec}\right)t-\left(\pi\times10^{-2}\frac{rad}{sec}\right)x\right]$$

With the standard equation
व्यापक समीकरण

$$E_y = E_0\cos(\omega t - kx)$$

we get प्राप्त होता है।

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 10^6$$

$\therefore$ $f = 10^6$ Hz

Moreover, we know that हम जानते हैं कि

$$\frac{2\pi}{\lambda} = k = \pi \times 10^{-2}\ m^{-1}$$

$\Rightarrow$ $\lambda = 200m$

12. The electric field of an electromagnetic wave in free space is given by $\vec{E} = 10\cos(10^7 t + kx)\hat{j}$ V/m, where t and x are in seconds and metres respectively. It can be inferred that
(i) the wavelength λ is 188.4 m. (ii) the wave number k is 0.33 rad/m
(iii) the wave amplitude is 10 V/m (iv) the wave is propagating along +x direction
Which one of the following pairs of statements is correct ?
(1) (iii) and (iv) (2) (i) and (ii)
(3) (ii) and (iii) (4*) (i) and (iii)

वैद्युत चुम्बकीय तरंग का वैद्युत क्षेत्र $\vec{E} = 10\cos(10^7 t + kx)\hat{j}$ वोल्ट/मी, द्वारा दिया गया है, जहाँ t और x क्रमशः सेकण्ड तथा मीटर में हैं, परिणाम हो सकते हैं
(i) तरंगदैर्ध्य λ = 188.4 m. (ii) तरंग संख्या k = 0.33 रेडियन/मी
(iii) तरंग आयाम = 10 वोल्ट/मी (iv) तरंग +x अक्ष के अनुदिश प्रसारित होती है

उपरोक्त कथनों में कौन–से कथन सत्य हैं ?
(1) (iii) और (iv) (2) (i) और (ii)
(3) (ii) और (iii) (4*) (i) और (iii)

Sol. As given दिया हुआ है $E = 10\cos(10^7 t + kx)$
Comparing it with standard equation of e.m. wave,
व्यापक समीकरण से तुलना करने पर
$E = E_0\cos(\omega t + kx)$
Amplitude (आयाम) E_0 =10V/m and $\omega = 10^7$ rad/s

$\because c = \nu\lambda = \frac{\omega\lambda}{2\pi}$ or या $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega} = \frac{2\pi\times3\times10^8}{10^7}$ = 188.4 m

Also अतः

$c = \frac{\omega}{k}$ or या $k = \frac{\omega}{c} = \frac{10^7}{3\times10^8}$ = 0.033

The wave is propagating along –x direction
तरंग –x दिशा के अनुदिश गतिशील है

13. Maxwell's equation describe the fundamental laws of
(1) electricity only (2) magnetism only (3) mechnaics only (4*) both (1) and (2)
मैक्सवेल के समीकरण मूलभूत नियम दर्शाते है।
(1) केवल विद्युतिकी में (2) केवल चुम्बकत्व में (3) केवल यांन्त्रिकी में (4*) (1) व (2) दोनो ही

14. An electromagnetic wave going through vacuum is described by $E = E_0 \sin(kx - \omega t)$. Which of the following is/are independent of the wavelength ?
निर्वात में गमन कर ही एक विद्युत–चुम्बकीय तरंग निम्नानुसार व्यक्त की जाती है :
$E = E_0 \sin(kx - \omega t)$. निम्न में से कौनसा/कौनसे तरंगदैर्ध्य पर निर्भर नहीं करेगें -
(1) k (2) ω (3*) k/ω (4) $k\omega$

15. The energy contained in a small volume through which an electromagnetic wave is passing oscillates with
(1) zero frequency (2) the frequency of the wave
(3) half the frequency of the wave (4*) double the frequency of the wave
एक अत्यल्प आयतन में निहित ऊर्जा जिससे कोई विद्युत–चुम्बकीय तरंग गुजर रही हो, दोलन करती है -
(1) शून्य आवृत्ति से (2) तरंग की आवृत्ति से
(3) तरंग की आधी आवृत्ति से (4*) तरंग की दुगनी आवृत्ति से

16. A parallel-plate capacitor with plate area A and separation between the plates d, is charged by a constant current i. Consider a plane surface of area A/2 parallel to the plates and drawn symmetrically between the plates. Find the displacement current through this area.
एक समान्तर प्लेट सधारित जिसकी प्लेट का क्षेत्रफल A तथा प्लेटो के मध्य दूरी d है, को नियत धारा i से आवेशित किया जाता है । प्लेटो के मध्य A/2 क्षेत्रफल की समतल सतह पर विचार करते है जो प्लेटो के मध्य सममित रूप से स्थित है । इस क्षेत्रफल से गुजरने वाली विस्थापन धारा ज्ञात करो
(1) i (2*) $\frac{i}{2}$ (3) 2i (4) zero शून्य

Sol. **(2)**
Suppose the charge on the capacitor at time t is Q. The electric field between the plates of the capacitor is $E = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}$. The flux through the area considered is
माना किसी समय t पर संधारित्र पर आवेश Q है। संधारित्र की प्लेटो के मध्य विद्युत क्षेत्र $E = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}$ है। माने गऐ क्षेत्रफल से गुजरने वाला फ्लक्स निम्न है

$$\Phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_0 A} \cdot \frac{A}{2} = \frac{Q}{2\varepsilon_0}.$$

The displacemet current is विस्थापन धारा निम्न है $i_d = \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \varepsilon_0 \left(\frac{1}{2\varepsilon_0}\right) \frac{dQ}{dt} = \frac{i}{2}$.

17. A light beam travelling in the x-direction is described by the eletric field $E_y = (300\ V/m) \sin\omega(t - x/c)$. An electron is constrained to move along the y-direction with a speed of 2.0×10^7 m/s. The maximum electric force and the maximum magnetic force on the electron are-
धनात्मक x-दिशा में संचरित्र एक प्रकाश पुंज विद्युत क्षेत्र $E_y = (300\ V/m) \sin\omega(t - x/c)$ द्वारा दर्शाया जाता है। एक इलेक्ट्रॉन y-दिशा के अनुदिश 2.0×10^7 m/s की चाल से गति करने के लिए बाधित है। इलेक्ट्रॉन पर कार्यरत अधिकतम विद्युत बल तथा अधिकतम चुम्बकीय बल होगा
(1) 4.8×10^{-17} N,zero (2) 4.2×10^{-18} N, 1.8×10^{-8}
(3*) 4.8×10^{-17} N,3.2×10^{-18} N (4) zero, zero

Sol. **(3)**
The maximum electric field is $E_0 = 300$ V/m. The maximum magnetic field is along the z-direction.
अधिकतम विद्युत क्षेत्र $E_0 = 300$ V/m है। अधिकतम चुम्बकीय क्षेत्र z- दिश के अनुदिश निम्न है

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{300\ V/m}{3 \times 10^8\ m/s} = 10^{-6}\ T$$

The maximum electric force on the electron is इलेक्ट्रॉन पर कार्यरत अधिकतम विद्युत बल निम्न है

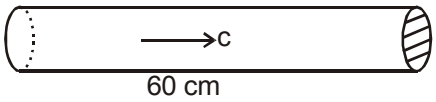
$$F_e = qE_0 = (1.6 \times 10^{-19}\ C) \times (300\ V/m) = 4.8 \times 10^{-17}\ N.$$

The maximum magnetic force on the electron is इलेक्ट्रॉन पर कार्यरत अधिकतम चुम्बकीय बल निम्न है

$$F_b = \left|q\vec{v}\times\vec{B}\right|_{max} = qvB_0$$
$$= (1.6 \times 10^{-19}\ C) \times (2.0 \times 10^{7}\ m/s) \times (10^{-6}\ T) = 3.2 \times 10^{-18}\ N.$$

18. Find the energy stored in a 60 cm length of a laser beam operating at 4 mW.
4 mW पर संचालित एक प्रकाश पुंज की 60 cm लम्बाई में संग्राहित ऊर्जा ज्ञात करो। .
(1*) 8×10^{-12}J (2) 6×10^{-12}J (3) 4×10^{-12}J (4) 7×10^{-12}J

Sol. (1)



The time taken by the electaromagnetic wave to move through a distnce of 60 cm is $t = \frac{60\ cm}{c} = 2 \times 10^{-9}$ s.The energy contained in the 60 cm length passes through a cross-section of the beam in 2×10^{-9} s. But the energy passing through any cross-section in 2×10^{-9} s is

विद्युत चुम्बकीय तरग द्वारा 60 cm की दूरी तय करने में लगा समय $t = \frac{60\ cm}{c} = 2 \times 10^{-9}$ s है। 60 cm लम्बाई में संग्रहित ऊर्जा पुंज के अनुप्रस्थ काट से गुजरने में 2×10^{-9} s समय लेती है किन्तु 2×10^{-9} s में किसी अनुप्रस्थ काट से गुजरने वाली ऊर्जा निम्न है।

$$U = (4\ mW) \times (2 \times 10^{-9}\ s)$$
$$= (4 \times 10^{-3}\ J/s) \times (2 \times 10^{-9}\ s) = 8 \times 10^{-12}\ J.$$

This is the energy contained in 60 cm length.
यह 60 cm लम्बाई में संग्रहित ऊर्जा है

19. A parallel-plate capacitor having plate area A and plate separation d is joined to a battery of emf e and internal resistance R at t = 0 consider a plane surface of area A/2 parallel to the plates and situated symmetrically between them. Find the displacement current through this surface as a function of time.
एक समानांतर पट्ट संधारित्र की प्लेट का क्षेत्रफल A तथा प्लेट–अंतराल d है, इसको t = 0 पर वि.वा.बल E तथा आंतरिक प्रतिरोध R वाली बैटरी से जोड़ा गया है। समतल सतह जिसका क्षेत्रफल A/2 है, पर विचार कीजिये जो प्लेटों के बीच सममित रूप से स्थित है तथा प्लेटों के समानांतर है। इस सतह से गुजरने वाली विस्थापन धारा समय के फलन रूप में ज्ञात कीजिये।

(1*) $\frac{\varepsilon}{2R}e^{\frac{-td}{\varepsilon AR}}$ (2) $\frac{\varepsilon}{R}e^{\frac{-td}{\varepsilon AR}}$ (3) $\frac{2\varepsilon}{R}e^{\frac{-td}{\varepsilon AR}}$ (4) $\frac{\varepsilon}{2R}e^{\frac{-2td}{\varepsilon AR}}$

Ans: $\frac{\varepsilon}{2R}e^{\frac{-td}{\varepsilon AR}}$

20._ If E denotes the intensity of electric field, the dimensions of a quantity $\epsilon_0 \frac{dE}{dt}$ are those of

[Olympiad 2014 (stage-1)]

(1) current (2*) current density (3) electric potential (4) electric flux

यदि E विद्युत क्षेत्र की तीव्रता को प्रदर्शित करता है, जो राशि $\epsilon_0 \frac{dE}{dt}$ की विमा किसके तुल्य है।

(1) विद्युत धारा (2*) धारा घनत्व (3) विद्युत विभव (4) वैद्युत फ्लक्स

Sol. **(2)**

Displacement current $= \epsilon_0 \left(\frac{d}{dt}(EA)) \right)$

$\therefore \epsilon_0 \frac{d}{dt} = \frac{\text{displacement current}}{A}$

विस्थापन द्वारा $= \epsilon_0 \left(\frac{d}{dt}(EA)) \right)$

$\therefore \epsilon_0 \frac{d}{dt} = \frac{\text{displacement current}}{A}$

21_. In a plane electromagnetic wave, the electric field oscillates sinusoidally at a frequency of 2.5×10^{10} Hz and amplitude 480 V/m. The amplitude of the oscillating magnetic field will be

(1) 1.52×10^{-8} Wb/m^2 (2) 1.52×10^{-7} Wb/m^2 (3) 1.6×10^{-6} Wb/m^2 (4) 1.6×10^{-7} Wb/m^2

एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग में, विद्युत क्षेत्र एक 2.5×10^{10} Hz की आवृति तथा 480 V/m के आयाम पर ज्यावक्रीय रूप से दोलन करता है, तब दोलित चुम्बकीय क्षेत्र का आयाम होगा—

(1) 1.52×10^{-8} Wb/m^2 (2) 1.52×10^{-7} Wb/m^2 (3) 1.6×10^{-6} Wb/m^2 (4) 1.6×10^{-7} Wb/m^2

Ans. **(3)**

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

$\therefore \quad B_0 = \frac{E_0}{C} = 1.6 \times 10^{-6}$ Wb/m^2

22_. If ε_0 and μ_0 represent the permittivity and permeability of vacuum and ε and μ represent the permittivity and permeability of medium, the refractive index of the medium is given by

यदि ε_0 तथा μ_0 निर्वात् की परिमितता तथा पारगम्यता को दर्शाते हैं। तथा ε व μ माध्यम की परिमितता एवं पारगम्यता को दर्शाते हैं, तो माध्यम का अपवर्तनांक है—

(1) $\sqrt{\frac{\varepsilon_0\mu_0}{\varepsilon\mu}}$ (2) $\sqrt{\frac{\varepsilon\mu}{\varepsilon_0\mu_0}}$ (3) $\sqrt{\frac{\varepsilon}{\mu_0\varepsilon_0}}$ (4) $\sqrt{\frac{\mu_0\varepsilon_0}{\varepsilon}}$

Ans. **(2)**

Sol. $\mu = \frac{c}{v} = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} \times \frac{\sqrt{\mu\varepsilon}}{1} = \sqrt{\frac{\mu\varepsilon}{\mu_0\varepsilon_0}}$

23_. A flood light is covered with a fitter that transmits red light. The electric field of the emerging beam is represented by a sinusoidal plane wave

$E_x = 36 \sin (1.20 \times 10^7 z - 3.6 \times 10^{15} t)$ V/m

The average intensity of beam in W/m^2 will be

एक लाल प्रकाश प्रेषित करती फ्लड लाईट को एक फिटर द्वारा ढ़का गया है। उत्सर्जित बीम का विद्युत क्षेत्र

$E_x = 36 \sin (1.20 \times 10^7 z - 3.6 \times 10^{15} t)$ V/m एक ज्यावक्रीय समतल तरंग द्वारा प्रदर्शित है, तो बीम की औसत तीव्रता W/m^2 में होगी—

(1) 6.88 (2) 3.44 (3) 1.72 (4) 0.86

Ans. **(3)**

Sol. $I_{av} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 \times C = 1.719$ W/m^2

24_. A lamp emits monochromatic green light uniformly in all directions. The lamp is 3% electrical in converting electrical power to electromagnetic waves and consumes 100W of power. The amplitude of the electric field associated with the electromagnetic radiation at a distance of 5m from the lamp will be
एक लेम्प एक वर्णीय हरा प्रकाश एक समान रूप से सभी दिशाओं में उत्सर्जित करता है। लेम्प विद्युतीय शक्ति को विद्युत चुम्बकीय तरंगो में बदलने में 3% विद्युतीय है तथा 100W की शक्ति उपभोग करता है। लेम्प से 5m की दूरी पर विद्युत चुम्बकीय विकिरणों से सम्बद्ध विद्युत क्षेत्र का आयाम होगा–
(1) 1.34 V/m (2) 2.68 V/m (3) 4.02 V/m (4) 5.36 V/m

Ans. **(2)**

Sol. Mean intensity माध्य तीव्रता = $\frac{P}{4\pi r^2} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 \times C$

25_. A point source of electromagnetic radiation has an average power output of 800W. The maximum value of electric field at a distance 4.0 m from the source is
एक विद्युत चुम्बकीय विकिरण का बिन्दु स्त्रोत 800W की औसत निर्गत शक्ति रखता है। स्त्रोत से 4.0 m की दूरी पर विद्युत क्षेत्र का अधिकतम मान है–
(1) 64.7 V/m (2) 57.8 V/m (3) 56.72 V/m (4) 54.77 V/m

Ans. **(4)**

Sol. Intensity of electromagnetic wave is विद्युत चुम्बकीय तरंग की तीव्रता

$$I = \frac{P_{av}}{2\pi r^2} = \frac{E_0^2}{\mu_0 c}$$

or या $E_0 = \sqrt{\frac{\mu_0 C P_{av}}{2\pi r^2}}$

$$= \sqrt{\frac{(4\pi\times10^{-7})\times(3\times10^{8})\times800}{2\pi\times(4)^2}} = 54.77 \text{ V/m}$$

26_. The average energy-density of electromagnetic wave given by E = (50 N/C) sin (ωt – kx) will be nearly
समीकरण E = (50 N/C) sin (ωt – kx) द्वारा दी गई विद्युत चुम्बकीय तरंग का औसत ऊर्जा–घनत्व होगा –
(1) 10^{-8} J/m^3 (2) 10^{-7} J/m^3 (3) 10^{-6} J/m^3 (4) 10^{-5} J/m^3

Ans. **(1)**

Sol. Average energy density of electromagnetic wave विद्युत चुम्बकीय तरंग का औसत ऊर्जा–घनत्व

$$U_{av} = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 = \frac{1}{2} \times (8.85 \times 10^{-12}) \times (50)^2 \approx 10^{-8} \text{ J/m}^3$$

27_. A plane electromagnetic wave travelling along the X-direction has a wavelength of 3mm. The variation in the electric field occurs in the Y-direction with an amplitude 66 Vm^{-1}. The equation for the electric and magnetic fields as a function of x and t are respectively.
एक X-दिशा के अनुदिश संचरित समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग की तरंगदैर्घ्य 3mm है। आयाम के साथ Y-दिशा में विद्युत क्षेत्र में परिवर्तन 66 Vm^{-1} का होता है। x तथा t के फलन के रूप में विद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्रों के लिए समीकरण क्रमशः हैं–

(1) $E_y = 33 \cos \pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$, $B_z = 1.1 \times 10^{-7} \cos \pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$

(2) $E_y = 11 \cos 2\pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$, $B_y = 11 \times 10^{-7} \cos 2\pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$

(3) $E_x = 33 \cos \pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$, $B_x = 11 \times 10^{-7} \cos \pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$

(4) $E_y = 66 \cos 2\pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$, $B_z = 2.2 \times 10^{-7} \cos 2\pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$

(5) $E_y = 66 \cos \pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$, $B_y = 2.2 \times 10^{-7} \cos \pi \times 10^{11}\left(t - \frac{x}{c}\right)$

Ans. **(4)**

Sol. $E_0 = 66\ Vm^{-1}$

$B_0 = \frac{E_0}{C} = \frac{66}{3\times10^8} = 2.2 \times 10^{-7}$ T

Since electromagnetic wave is of transverse nature. Hence if electric field is along y-axis, then magnetic field must be in z-axis. Since propagation is x-axis. Hence correction option is (4).

चूंकि विद्युत चुम्बकीय तरंग अनुप्रस्थ प्रकृति की है अतः यदि विद्युत क्षेत्र y-अक्ष के अनुदिश है, तो चुम्बकीय क्षेत्र z-अक्ष में होगा। चूंकि प्रसारण x-अक्ष है अतः सही विकल्प (4) है।

28_. If the wavelength of light is 4000 Å, then the number of waves in 1mm length will be

यदि प्रकश की तरंगदैर्ध्य 4000 Å है, तो 1mm लम्बाई में तरंगों की संख्या होगी—

(1) 25 (2) 0.25 (3) 0.25×10^4 (4) 25×10^4

Ans. **(3)**

Sol. Number of waves तरंगों की संख्या = $\frac{10^{-3}}{4000\times10^{-10}} = 0.25 \times 10^4$

29_. The electric field associated with an electromagnetic wave in vacuum is given by $\vec{E} = \hat{i}40\cos(kz - 6 \times 10^8 t)$, where E, z and t are in volt/m, meter and seconds respectively. The value of wave vector k is

निर्वात् में एक विद्युत चुम्बकीय तरंग से सम्बद्ध विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = \hat{i}40\cos(kz - 6 \times 10^8 t)$ द्वारा दिया गया है जहाँ E, z तथा t क्रमशः वोल्ट/मीटर, मीटर तथा सेकण्ड में हैं, तो तरंग सदिश k का मान है—

(1) $2m^{-1}$ (2) $0.5\ m^{-1}$ (3) $6\ m^{-1}$ (4) $3\ m^{-1}$

Ans. **(1)**

Sol. $\omega = 6 \times 10^8$

$k = \frac{\omega}{\upsilon} = \frac{6\times10^8}{3\times10^8} = 2m^{-1}$

30_. Electromagnetic waves can be deflected by

(1) Electric field only (2) Magnetic field only (3) Both (a) and (b) (4) None of these

विद्युत चुम्बकीय तरंग निम्नलिखित द्वारा विचलित हो सकती है—

(1) केवल विद्युत क्षेत्र (2) केवल चुम्बकीय क्षेत्र (3) दोनों (a) तथा (b) (4) इनमे से कोई नहीं

Ans. **(4)**

31_. The magnetic field in a plane electromagnetic wave is given by $B_y = 2 \times 10^{-7} \sin(0.5 \times 10^3 x + 1.5 \times 10^{11} t)$. This electromagnetic wave is

(1) A visible light (2) An infrared wave (3) A microwave (4) A radio wave

एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग में चुम्बकीय क्षेत्र $B_y = 2 \times 10^{-7} \sin(0.5 \times 10^3 x + 1.5 \times 10^{11} t)$ द्वारा दिया गया है। यह विद्युतचुम्बकीय तरंग है—

(1) एक दृश्य प्रकाश (2) एक अवरक्त तरंग (3) एक सूक्ष्म तरंग (4) एक रेडियो तरंग

Ans. **(3)**

Sol. $k = 0.5 \times 10^3$

$c = \frac{\omega}{k}$

$3 \times 10^8 = \frac{10^7}{k}$

$k = \frac{1}{30}$

$\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{1}{30} \quad \Rightarrow \quad \lambda = 188.4$ m

Exercise-2

✍ **Marked Questions can be used as Revision Questions.**
✍ **चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।**

COMPREHENSION

अनुच्छेद

Comprehension :

In a plane electromagnetic wave, the electric field oscillates sinusoidally at a frequency of 2.0×10^{10} Hz and amplitude 48 V m^{-1}.

एक समतल em तरंग में विद्युत क्षेत्र, 2.0×10^{10} Hz आवृति तथा 48 V m^{-1} आयाम से ज्यावक्रीय रूप से दोलन करता है।

1. What is the wavelength of the wave ?
तरंग की तरंगदैर्घ्य कितनी है
(1*) 1.5×10^{-2} m (2) 2.5×10^{-2} m (3) 1.5×10^{-3} m (4) 2.5×10^{-3} m

2. What is the amplitude of the oscillating magnetic field?
दोलनशील चुबकीय क्षेत्र का आयाम क्या है
(1) 2.7×10^{-7} T (2*) 1.6×10^{-7} T (3) 1.6×10^{-8} T (4) 2.7×10^{-8} T

Sol. **1.** $\lambda = (c/\nu) = 1.5 \times 10^{-2}$ m
2. $B_0 = (E_0/c) = 1.6 \times 10^{-7}$ T

Exercise-3

✍ **Marked Questions can be used as Revision Questions.**
✍ **चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।**

PART - I : AIEEE PROBLEMS (PREVIOUS YEARS)

भाग - I : AIEEE के प्रश्न (पूर्ववर्तीय वर्षो)

1. Infrared radiation is detected by **[AIEEE 2002; 3/225, –1]**
(1) spectrometer (2*) pyrometer (3) nanometer (4) photometer
अवरक्त विकिरणों का संसूचन. . . . . द्वारा होता है **[AIEEE 2002; 3/225, –1]**
(1) स्पेक्ट्रोमीटर (2*) पायरोमीटर (3) नेनोमीटर (4) फोटोमीटर

2. Dimensions of $\frac{1}{\mu_0 \in_0}$, where symbols have their usual meanings, are **[AIEEE 2003; 3/225, –1]**
$\frac{1}{\mu_0 \in_0}$ की विमा होगी, जहां संकेतो का सामान्य अर्थ है। **[AIEEE 2003; 3/225, –1]**
(1) $[L^{-1} T]$ (2) $[L^{-2} T^2]$ (3*) $[L^2 T^{-2}]$ (4) $[L T^{-1}]$

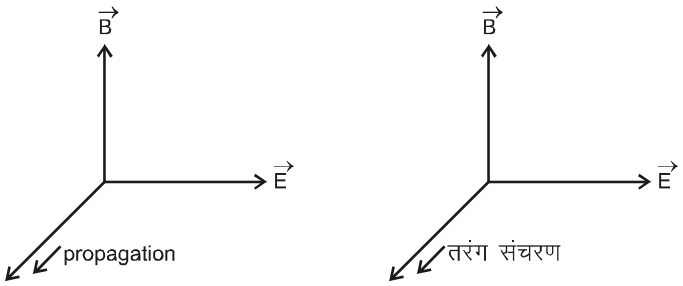
3. Which of the following radiations has the least wavelength ? **[AIEEE 2003; 3/225, –1]**
(1*) γ-rays (2) β-rays (3) α-rays (4) X-rays
निम्न में से किस विकिरण की तरंग दैर्ध्य न्यूनतम होगी ? **[AIEEE 2003; 3/225, –1]**
(1*) γ-किरणें (2) β-किरणें (3) α-किरणें (4) X-किरणें

4. An electromagnetic wave of frequency n = 3.0 MHz passes vacuum into a dielectric medium with permittivity ε = 4.0, then **[AIEEE 2004; 3/225, –1]**
(1) wavelength is doubled and the frequency remains unchanged
(2) wavelength is doubled and frequency becomes half
(3*) wavelength is halved and frequency remains unchanged
(4) wavelength and frequency both remain unchanged
एक विद्युत चुम्बकीय तरंग की आवृति n = 3.0 MHz है, निर्वात से परावैद्युत माध्यम में गुजरती है जिसकी विद्युतशीलता ε = 4.0, है, तब **[AIEEE 2004; 3/225, –1]**
(1) तरंग दैर्ध्य दुगनी होगी व आवृति अपरिवर्तित रहेगी
(2) तरंग दैर्ध्य दुगनी होगी व आवृति आधी होगी
(3*) तरंग आधी होगी व आवृति अपरिवर्तित रहेगी
(4) तरंग दैर्ध्य व आवृति दोनो ही अपरिवर्तित रहेगी

5. An electromagnetic wave in vacuum has the electric and magnetic field $\vec{E}$ and $\vec{B}$, which are always perpendicular to each other. The direction of polarization is given by $\vec{X}$ and that of wave propagation by $\vec{k}$. Then
(1) $\vec{X} \| \vec{B}$ and $\vec{k} \| \vec{B} \times \vec{E}$ (2*) $\vec{X} \| \vec{E}$ and $\vec{k} \| \vec{E} \times \vec{B}$ **[AIEEE 2012, 4/120, – 1]**
(3) $\vec{X} \| \vec{B}$ and $\vec{k} \| \vec{E} \times \vec{B}$ (4) $\vec{X} \| \vec{E}$ and $\vec{k} \| \vec{B} \times \vec{E}$
निर्वात में एक विद्युतचुम्बकीय तरंग में विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{E}$ एवं $\vec{B}$ हैं, जो कि हमेशा एक दूसरे के लम्बवत् हैं। ध्रुवण की दिशा $\vec{X}$ से दी जाती है और तरंग संचरण की $\vec{k}$ से। तब **[AIEEE 2012, 4/120, – 1]**
(1) $\vec{X} \| \vec{B}$ और $\vec{k} \| \vec{B} \times \vec{E}$ (2*) $\vec{X} \| \vec{E}$ और $\vec{k} \| \vec{E} \times \vec{B}$
(3) $\vec{X} \| \vec{B}$ और $\vec{k} \| \vec{E} \times \vec{B}$ (4) $\vec{X} \| \vec{E}$ और $\vec{k} \| \vec{B} \times \vec{E}$

Ans. (2)

Sol.



6. The magnetic field in a travelling electromagnetic wave has a peak value of 20 nT. The peak value of electric field strength is : **[JEE (Main) 2013, 4/120, –1]**
एक गतिशील विद्युत चुम्बकीय तरंग में चुम्बकीय क्षेत्र का शीर्ष मान 20 nT है। विद्युत क्षेत्र सामर्थ्य का शीर्ष मान है : **[JEE (Main) 2013, 4/120, –1]**
(1) 3V/m (2*) 6V/m (3) 9V/m (4) 12 V/m

Sol. $\vec{E} = \vec{B} \times \vec{C}$
$|\vec{E}| = |\vec{B}| . |\vec{C}|$ = 20 × 10^{-9} × 3 × 10^{8}
= 6 V/m. **Ans (2)**

7. This question has statement–1 and statement–2. Of the four choices given after the statements, choose the one that best describes the two statements. **[JEE(MAIN) 2013_ONLINE TEST]**
Statement–1 : Out of radio waves and microwaves, the radio waves undergo more diffraction.
Statement–2 : Radio waves have greater frequency compared to microwaves.
(1*) Statement–1 is true, Statement –2 is false
(2) Statement–1 is false, Statement –2 is true
(3) Both statements are true and statement–2 is correct explanation of statement–1
(4) Both statements are true and statement–2 is not correct explanation of statement–1

इस प्रश्न में कथन एक तथा दो हैं। कथनों के बाद दिये गये चार विकल्पों में से एक को चूनियें जो दोनों कथनों को सबसे अच्छा प्रदर्शित करता है। **[JEE(MAIN) 2013_ONLINE TEST]**

कथन–1 : रडियो तरंगों तथा सूक्ष्म तरंगों में से रेडियो तरंगें अधिक विवर्तन से गुजरती है।

कथन –2 : रेडियो तरंगों की आवृत्ति सूक्ष्मतरंगों आवृत्ति की तुलना में ज्यादा होती है।

(1) कथन–1 सही है, कथन–2 गलत है।

(2) कथन–1 गलत है, कथन–2 सही है।

(3) दोनों कथन सही है तथा कथन–2, कथन–1 का सही स्पष्टीकरण है।

(4) दोनों कथन सही है तथा कथन–2, कथन–1 का सही स्पष्टीकरण नहीं है।

8. During the propagation of electromagnetic waves in a medium : **[JEE (Main) 2014, 4/120, –1]**
(1) Electric energy density is double of the magnetic energy density.
(2) Electric energy density is half of the magnetic energy density.
(3*) Electric energy density is equal to the magnetic energy density.
(4) Both electric and magnetic energy densities are zero.

एक माध्यम में विद्युत चुम्बकीय तरंगों के संचरण के दौरान : **[JEE (Main) 2014, 4/120, –1]**

(1) विद्युतीय ऊर्जा घनत्व चुम्बकीय ऊर्जा घनत्व का दुगुना है।

(2) विद्युतीय ऊर्जा घनत्व चुम्बकीय ऊर्जा घनत्व का आधा है।

(3*) विद्युतीय ऊर्जा घनत्व चुम्बकीय ऊर्जा घनत्व के बराबर है।

(4) दोनों विद्युतीय एवं चुम्बकीय ऊर्जा धनत्व शून्य है।

Ans. **(3)**

Sol. Both the energy densities are equal.
दोनों ऊर्जा घनत्व समान हैं।

9. Match List-I (Electromagnetic wave type) with List-II (Its association/application) and select the correct option from the choices given below the lists : **[JEE (Main) 2014, 4/120, –1]**

List-I		List-II	
(a)	Infrared waves	(i)	To treat muscular strain
(b)	Radio waves	(ii)	For broadcasting
(c)	X-rays	(iii)	To detect fractureof bones
(d)	Ultraviolet	(iv)	Absorbed by the ozone layer of the atmosphere

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

सूची-I (विद्युत चुम्बकीय तरंग प्रकार) को सूची-II (इनसे सम्बद्धित/अनुप्रयोगित) से सुमेलित कीजिए और सूचियों के नीचे दिये गये विकल्पों से सही विकल्प चुनिए: **[JEE (Main) 2014, 4/120, –1]**

List-I		List-II	
(a)	अवरक्त तरंगें	(i)	माँसपेशियों की विकृति के इलाज के लिए
(b)	रेडियो तरंगे	(ii)	प्रसारण के लिये
(c)	X-किरणें	(iii)	हड्डियों के अस्थिभंग की पहचान के लिए
(d)	परावैंगनी किरणें	(iv)	वातावरण की ओजोन परत द्वारा अवशोषण

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

Ans. **(4)**

Sol. Option 4 Is Correct
विकल्प (4) सही है।

10. Match List–I (Wavelength range of electromagnetic spectrum) with List–II. (Method of production of these waves) and select the correct option from the options given below the lists **[JEE (MAIN) 2014_ONLINE TEST]**

	List–I		**List –II**
(a)	700 nm to 1mm	(i)	Vibration of atoms and molecules
(b)	1nm to 400 nm	(ii)	inner shell electrons in atoms moving from one one energy level to a lower level
(c)	$< 10^{-3}$ nm	(iii)	Radioactive decay of the molecules
(d)	1mm to 0.1 m	(iv)	Magnetron valve

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

सूची–I (विद्युतचुम्बकीय स्पैक्ट्रम की तरंगदैर्ध्य परास) के सूची–II (इन तरंगों के उत्पन्न होने का तरीका के साथ मिलाईये) तथा नीचे दी गई सूचियों के विकल्पों में से सही विकल्प चुनिये। **[JEE (MAIN) 2014_ONLINE TEST]**

	सूची–I		**सूची–II**
(a)	700 nm to 1mm	(i)	परमाणुओं तथा अणुओं के कम्पन्न
(b)	1nm to 400 nm	(ii)	परमाणुओं में आन्तरिक कोश के इलेक्ट्रॉन जो एक ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर में गति करते है।
(c)	$< 10^{-3}$ nm	(iii)	अणुओं का रेडियों सक्रीय क्षय
(d)	1mm to 0.1 m	(iv)	मेग्नेट्रॉन वाल्व

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

11. Match the List–I (Phenomenon associated with electromagnetic radiation) with List–II (Part of electromagnetic spectrum) and select the correct code from the choices given below the lists : **[JEE (MAIN) 2014_ONLINE TEST]**

	List–I		**List –II**
I	Doublet of sodium	A	visible radiation
II	Wavelength corresponding to temperature associated with the isotropic radiation filling all space	B	Microwave
III	Wavelength emitted by atomic hydrogen in interstellar space	C	Short radiowaves
IV	Wavelength of radiation arising from the two close energy level in hydrogen	D.	X–rays

(1) (I) – (B), (II) – (A), (III), (D), (IV)– (A)
(2*) (I) – (A), (II) – (B), (III), (B), (IV)– (C)
(3) (I) – (A), (II) – (B), (III), (C), (IV)– (C)
(4) (I) – (D), (II) – (C), (III), (A), (IV)– (B)

सूची–I (विद्युतचुम्बकीय विकिरण की घटना से जुड़े) को सूची–II (विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम के भाग) के साथ मिलाइयें तथा नीचे दी गई सूचियों के विकल्पों में से सही विकल्प चुनिये– **[JEE (MAIN) 2014_ONLINE TEST]**

	सूची–I		सूची–II
I	सोडियम का द्विक	A	दृश्य विकिरण
II	सम्पूर्ण जगह से मेरी समआयतनिक विकिरण के साथ जुड़े तापमान के अनुरूप तरंग दैर्ध्य	B	सूक्ष्मतरंगें
III	अन्तर्तारकीय स्थान में परमाणविक हाइड्रोजन द्वारा उत्सर्जित तरंगदैर्ध्य	C	लघु रेडियों तरंगें
IV	हाइड्रोजन पे दो बन्द ऊर्जा स्तरों से उत्पन्न होने वाली विकिरण की तरंगदैर्ध्य	D.	X–किरणें

(1) (I) – (B), (II) – (A), (III), (D), (IV)– (A)
(2) (I) – (A), (II) – (B), (III), (B), (IV)– (C)
(3) (I) – (A), (II) – (B), (III), (C), (IV)– (C)
(4) (I) – (D), (II) – (C), (III), (A), (IV)– (B)

12. An electromagnetic wave of frequency 1×10^{14} hertz is propagating along z–axis. The amplitude of electric field is 4V/m. If $\in_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ $C^2/N\text{–}m^2$, then average energy density of electric field will be : **[JEE (Main) 2014_ONLINE TEST]**

एक 1×10^{14} हर्ट्ज आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय तरंग z–अक्ष के अनुदिश संचरित है। विद्युत क्षेत्र का आयाम 4V/m है। यदि $\in_0 = 8.8 \times 10^{-12}$ $C^2/N\text{–}m^2$ है तो विद्युत क्षेत्र की औसत ऊर्जा घनत्व होगा–

(1) 35.2×10^{-11} J/m^3 (2*) 35.2×10^{-12} J/m^3 (3) 35.2×10^{-13} J/m^3 (4) 35.2×10^{-10} J/m^3

Sol. $u = \frac{1}{2} \in_0 E^2_{rms} = \frac{1}{2} \times 8.8 \times 10^{-12} \times \left(\frac{4}{\sqrt{2}}\right)^2 = 35.2 \times 10^{-12}$

13. If denote microwaves, X rays, infrared, gamma rays, ultra–violet, radio waves and visible parts of the electromagnetic spectrum by M, X, I, G, U, R and V, the following is the arrangement in ascending order of wavelength : **[JEE (Main) 2014_ONLINE TEST]**

(1) I, M, R, U, V, X and G
(2) R, M, I, V, U, X and G
(3) M, R, V, X, U, G and I
(4*) G, X, U, V, I, M and R

यदि विद्युतचुम्बकीय स्पैक्ट्रम की सूक्ष्मतरंगें, X-किरणें, अवरक्त किरणे, गामा किरणें, पराबैगनी किरणें, रेडियों तरंगें तथा दृश्य क्षेत्र को M, X, I, G, U, R तथा V से प्रदर्शित किया जाए तो निम्न में से कौनसा तरंगदैर्ध्य के बढ़ते क्रम में है– **[JEE (Main) 2014_ONLINE TEST]**

(1) I, M, R, U, V, X तथा G
(2) R, M, I, V, U, X तथा G
(3) M, R, V, X, U, G तथा I
(4) G, X, U, V, I, M तथा R

Ans. **(4)**

14. An electromagnetic wave travelling in the x-direction has frequency of 2×10^{14} Hz and electric field amplitude of 27 Vm^{-1}. From the options given below, which one describes the magnetic field for this wave ? **[JEE (Main) 2015_ONLINE TEST]**

x-दिशा में संचारित एक विद्युत चुम्बकीय तरंग की आवृत्ति 2×10^{14} Hz तथा विद्युत क्षेत्र का आयाम 27 Vm^{-1} है। नीचे दिये विकल्पों में से कौनसा एक इस तरंग के लिए चुम्बकीय क्षेत्र प्रदर्शित करता है?

(1) $\vec{B}(x, t) = (9 \times 10^{-8} T)\hat{j}$ $\sin\left[1.5 \times 10^{-6} x - 2 \times 10^{14} t\right]$

(2) $\vec{B}(x, t) = (9 \times 10^{-8} T)\hat{i}$ $\sin\left[2\pi(1.5 \times 10^{-8} x - 2 \times 10^{14} t)\right]$

(3) $\vec{B}(x, t) = (9 \times 10^{-8} T)\hat{k}$ $\sin\left[2\pi(1.5 \times 10^{-6} x - 2 \times 10^{14} t)\right]$

(4) $\vec{B}(x, t) = (3 \times 10^{-8} T)\hat{j}$ $\sin\left[2\pi(1.5 \times 10^{-8} x - 2 \times 10^{14} t)\right]$

Ans. **(3)**

Sol. $\omega = 2\pi \times 2 \times 10^{14}$ Hz

$B_0 = \frac{E_0}{C} = \frac{27}{3\times10^8} = 9 \times 10^{-8}$ Tesla

Oscillation of B can be only along $\hat{j}$ or $\hat{k}$ direction.

$\therefore$ Option (3)

15. For plane electromagnetic waves propagating in the z direction, which one of the following combination gives the correct possible direction for $\vec{E}$ and $\vec{B}$ field respectively ? **[JEE (Main) 2015_ONLINE TEST]**

(1) $(2\hat{i}+3\hat{j})$ and $(\hat{i}+2\hat{j})$ (2) $(-2\hat{i}-3\hat{j})$ and $(3\hat{i}-2\hat{j})$

(3) $(3\hat{i}+4\hat{j})$ and $(4\hat{i}-3\hat{j})$ (4) $(\hat{i}+2\hat{j})$ and $(2\hat{i}-\hat{j})$

z-दिश में समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग संचरण के लिए निम्न में से कौनसा संयोजन क्रमशः है तथा $\vec{E}$ तथा $\vec{B}$ क्षेत्र के लिए सही संभव दिशा देता है – **[JEE (Main) 2015_ONLINE TEST]**

(1) $(2\hat{i}+3\hat{j})$ तथा $(\hat{i}+2\hat{j})$ (2) $(-2\hat{i}-3\hat{j})$ तथा $(3\hat{i}-2\hat{j})$

(3) $(3\hat{i}+4\hat{j})$ तथा $(4\hat{i}-3\hat{j})$ (4) $(\hat{i}+2\hat{j})$ तथा $(2\hat{i}-\hat{j})$

Ans. **(2)**

Sol. $\vec{E}\cdot\vec{B} = 0$ $\because$ $[\vec{E} \perp \vec{B}]$

options 2, 3, 4 are possible

$\vec{E} \times \vec{B}$ should be along Z direction

$(-2\hat{j}-3\hat{j}) \times (3\hat{i}-2\hat{j}) = 5\hat{k}$

$\therefore$ Option (2)

16. Arrange the following electromagnetic radiations per quantum in the order of increasing energy :

A : Blue light B : Yellow light **[JEE (Main) 2016 ; 4/120, –1]**

C : X-ray D : Radiowave

निम्न प्रति क्वांटम वैद्युत–चुम्बकीय विकिरणों को उनकी ऊर्जा के बढ़ते हुए क्रम में लगायें :

A : नीला प्रकाश B : पीला प्रकाश **[JEE (Main) 2016 ; 4/120, –1]**

C : X-किरणें D : रेडियो तरंग

(1) A, B, D, C (2) C, A, B, D (3) B, A, D, C (4*) D, B, A, C

Ans. **(4)**

Sol. Y X U V I M R $\longrightarrow$

λ increasing बढ़ती है

Hence energy of radio wave will be minimum and maximum for X ray. **Ans. (4)**

रेडियो तरंगों की ऊर्जा न्यूनतम तथा Xकिरणों के लिए ऊर्जा अधिकतम होगी। **उत्तर (4)**

17. An EM wave from air enters a medium. The electric fields are $\vec{E}_1 = E_{01}\hat{x}\cos\left[2\pi\nu\left(\frac{z}{c}-t\right)\right]$ in air and $\vec{E}_2 = E_{02}\hat{x}\cos[k(2z-ct)]$ in medium, where the wave number k and frequency υ refer to their values in air. The medium is non-magnetic. If ε_{r_1} and ε_{r_2} refer to relative permittivities of air and medium respectively, which of the following options is correct ? **[EW] [M][XII][JEE(Main)-2018,4/120,–1]**

एक विद्युत चुंबकीय तरंग हवा से किसी माध्यम में प्रवेश करती है। उनके वैद्युत क्षेत्र $\vec{E}_1 = E_{01}\hat{x}\cos\left[2\pi\nu\left(\frac{z}{c}-t\right)\right]$ हवा में एवं $\vec{E}_2 = E_{02}\hat{x}\cos[k(2z-ct)]$ माध्यम में हैं, जहाँ संचरण संख्या k तथा आवृत्ति υ के मान हवा में हैं। माध्यम अचुम्बकीय है। यदि ε_{r_1} तथा ε_{r_2} क्रमशः हवा एवं माध्यम की सापेक्ष विद्युतशीलता हो तो निम्न में से कौन सा विकल्प सत्य होगा?

(1*) $\frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}} = \frac{1}{4}$ (2) $\frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}} = \frac{1}{2}$ (3) $\frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}} = 4$ (4) $\frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}} = 2$

Ans. **(1)**

Sol. C = Speed in air वायु में चाल

V = Speed in medium माध्यम में चाल

$\frac{V}{C} = \frac{1}{2}$

$\mu_{r_2} = 1$ (Non-magnetic) (अचुम्बकीय)

$\frac{V}{C} = \sqrt{\frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}}} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}} = \frac{1}{4}$

Answers

EXERCISE-1

1.	(3)	**2.**	(4)	**3.**	(1)
4.	(3)	**5.**	(2)	**6.**	(4)
7.	(1)	**8.**	(1)	**9.**	(3)
10.	(4)	**11.**	(3)	**12.**	(4)
13.	(4)	**14.**	(3)	**15.**	(4)
16.	(2)	**17.**	(3)	**18.**	(1)
19.	(1)	**20.**	(2)	**21.**	(3)
22.	(2)	**23.**	(3)	**24.**	(2)
25.	(4)	**26.**	(1)	**27.**	(4)
28.	(3)	**29.**	(1)	**30.**	(4)
31.	(3)				

EXERCISE-2

1.	(1)	**2.**	(2)

EXERCISE-3

PART – I

1.	(2)	**2.**	(3)	**3.**	(1)
4.	(3)	**5.**	(2)	**6.**	(2)
7.	(1)	**8.**	(3)	**9.**	(4)
10.	(1)	**11.**	(2)	**12.**	(2)
13.	(4)	**14.**	(3)	**15.**	(2)
16.	(4)	**17.**	(1)		