PHYSICS (SOLUTIONS)

SECTION-A

1. (a) सौलर सेल, (b) 0 K **[1+1]**

(a) Solar cell, (b) 0 K **[1+1]**

2. $\lambda = \frac{h}{mv} \quad \therefore \frac{\lambda_p}{\lambda_e} = \frac{m_e v_e}{m_p v_p}$

$\therefore 1.813 \times 10^{-4} = \frac{m_e v_e}{m_p (3v_e)} \Rightarrow m_p = 1.675 \times 10^{-27}\,kg$ **[1½]**

∴ दिया गया कण या तो न्यूट्रॉन या प्रोटॉन है। **[½]**

$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \therefore \frac{\lambda_p}{\lambda_e} = \frac{m_e v_e}{m_p v_p}$

$\therefore 1.813 \times 10^{-4} = \frac{m_e v_e}{m_p (3v_e)} \Rightarrow m_p = 1.675 \times 10^{-27}\,kg$ **[1½]**

∴ The given particle is either a neutron or a proton. **[½]**

अथवा/OR

आइन्सटीन की प्रकाश विद्युत समीकरण से, प्रकाश इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - \phi_0 = h\nu - 0 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow mv = \sqrt{\frac{2hmc}{\lambda}}$

प्रकाश इलेक्ट्रॉन की डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य $\lambda_1 = \frac{h}{mv} = \sqrt{\frac{h\lambda}{2mc}} \Rightarrow \lambda = \frac{2mc}{h}\lambda_1^2$ **[2]**

From Einstein's photoelectric equation, KE of photoelectron

$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - \phi_0 = h\nu - 0 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow mv = \sqrt{\frac{2hmc}{\lambda}}$

de-Broglie wavelength of photoelectron $\lambda_1 = \frac{h}{mv} = \sqrt{\frac{h\lambda}{2mc}} \Rightarrow \lambda = \frac{2mc}{h}\lambda_1^2$ **[2]**

3. (i) प्रकाश-उत्सर्जक डायोड एक अत्यधिक अपमिश्रित p–n सन्धि डायोड होता है। जो अग्रदिशिक बायस में प्रकाश का उत्सर्जन करता है। जब एक उपयुक्त वोल्टता लगाई जाती है तो इलेक्ट्रॉन व होल के पुर्नसंयोजन के कारण फोटॉन के रूप में ऊर्जा मुक्त होती है। [$h\nu \le E_g$] **[1]**

(ii) प्रकाश उत्सर्जक डायोड बहुत कम वोल्टता पर कार्य कर सकता है तथा अपेक्षाकृत कम शक्ति खर्च करता है। प्रकाश उत्सर्जक डायोड कम परिचालन समय लेता है, अधिक आयु तथा किफायती होते है। **[1]**

(i) A light-emitting diode (LED) is a heavily doped p–n junction diode that emits light when forward biased. When a suitable voltage is applied, electrons recombine with holes thereby releasing energy in the form of photons [$h\nu \le E_g$]. **[1]**

(ii) LED can operate at very low voltage & consume less power. LED takes very less operational time, have long life and economical. **[1]**

SECTION-B

4. (i) दिया है, $\delta_m = A$

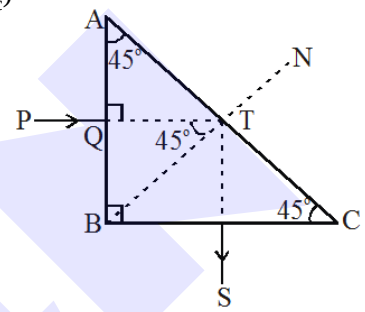
From $\mu = \dfrac{\sin\left(\dfrac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin(A/2)} \Rightarrow \dfrac{\sqrt{3}}{1} = \dfrac{\sin\left(\dfrac{A+A}{2}\right)}{\sin(A/2)} = \dfrac{\sin A}{\sin A/2}$

$\Rightarrow \sqrt{3} = \dfrac{2\sin A/2\cos A/2}{\sin A/2} = \cos A/2 \Rightarrow \cos 30^o = \cos A/2 \Rightarrow 30^o = A/2$

$\boxed{A = 60^o}$ **[1½]**

(ii) दिया है, $\mu = \sqrt{3}$ (प्रिज्म)

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के लिए, आपतन कोण (i) > क्रॉतिक कोण (i_c)



अर्थात् $\boxed{i > i_C}$

या $\sin i > \sin i_C$

या $\sin i > \dfrac{1}{\mu}$

या $\sin 45^o > \dfrac{1}{\mu}$

या $\mu > \sqrt{2}$

इसलिए किरण PQ का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन हो जाता है तथा पथ TS के अनुदिश गमन करती है। **[1½]**

(i) Given, $\delta_m = A$

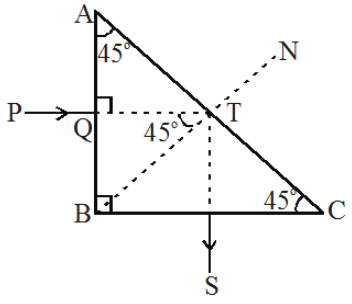
From $\mu = \dfrac{\sin\left(\dfrac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin(A/2)} \Rightarrow \dfrac{\sqrt{3}}{1} = \dfrac{\sin\left(\dfrac{A+A}{2}\right)}{\sin(A/2)} = \dfrac{\sin A}{\sin A/2}$

$\Rightarrow \sqrt{3} = \dfrac{2\sin A/2\cos A/2}{\sin A/2} = \cos A/2 \Rightarrow \cos 30^o = \cos A/2 \Rightarrow 30^o = A/2$

$\boxed{A = 60^o}$ **[1½]**

(ii) Given $\mu = \sqrt{3}$ (prism)

For total internal reflection, angle of incidence (i) > critical angle (i_c)



i.e. $\boxed{i > i_C}$

or $\sin i > \sin i_C$

or $\sin i > \dfrac{1}{\mu}$

or $\sin 45^o > \dfrac{1}{\mu}$

or $\mu > \sqrt{2}$

Hence, ray PQ suffers TIR & goes along path TS. **[1½]**

5. (i) निम्नतम अवस्था $n_1 = 1, \quad n_2 = 4$ $\left[\frac{1}{R} = \frac{1}{1.097\times10^{+7}} = 912\text{Å}\right]$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right), \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{15}{16}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{16}{15R} = \frac{16}{15}\times912\text{Å} = 973\text{Å}$$

आवृति, $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{972\times10^{-10}} = 3\times10^{15}\text{ Hz}$ **[2]**

(ii) (a) यह केवल हाइड्रोजनसम परमाणुओं पर लागू होता है जिसमें केवल एक इलेक्ट्रॉन होता है **[½]**

(b) यह मॉडल स्पेक्ट्रम में आवृत्तियों की आपेक्षिक तीव्रता की व्याख्या करने में असमर्थ है। **[½]**

(i) Ground state $n_1 = 1, n_2 = 4$ $\left[\frac{1}{R} = \frac{1}{1.097\times10^{+7}} = 912\text{Å}\right]$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right), \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{15}{16}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{16}{15R} = \frac{16}{15}\times912\text{Å} = 973\text{Å}$$

Frequency, $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{972\times10^{-10}} = 3\times10^{15}\text{ Hz}$ **[2]**

(ii) (a) It is applicable to hydrogen like atoms only which have one electron only. **[½]**

(b) This model is unable to explain the relative intensities of the frequencies in the spectrum. **[½]**

6. (i) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}} = \lambda\sqrt{V} = \frac{h}{\sqrt{2mq}} \quad \Rightarrow \quad \lambda\sqrt{V} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

ग्राफ का ढाल $\lambda\sqrt{V} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

चूँकि रेखा A का ढाल रेखा B के ढाल से छोटा है। इसलिए रेखा A भारी कण को प्रदर्शित करती है। **[1]**

(ii) (i) $\phi_0 = h\nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{\phi_0}{h} = 5.16\times10^{14}\text{ Hz}$

(ii) $eV_0 = h\nu - \phi_0 = \frac{hc}{\lambda} - \phi_0 \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eV_0 + \phi_0} = 453.7\text{ nm.}$ **[2]**

(i) $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}} = \lambda\sqrt{V} = \frac{h}{\sqrt{2mq}} \quad \Rightarrow \quad \lambda\sqrt{V} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

Slope of graph $\lambda\sqrt{V} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

As the slope of line A is smaller than that of line B. Hence the line A represents the particle of heavier mass. **[1]**

(ii) (i) $\phi_0 = h\nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{\phi_0}{h} = 5.16\times10^{14}\text{ Hz}$

(ii) $eV_0 = h\nu - \phi_0 = \frac{hc}{\lambda} - \phi_0 \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eV_0 + \phi_0} = 453.7\text{ nm.}$ **[2]**

7. (i) $n_g > n_m$ **[1]**

(ii) वायु में लैन्स की फोकस दूरी

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{.....(i)}$$

यदि लैन्स के पदार्थ का द्रव के सापेक्ष अपवर्तनांक n' हो तो लैन्स की फोकस दूरी जब उसे द्रव में रखा जाये

$$\frac{1}{f'} = (n'-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{....(ii)}$$

समीकरण (i) व (ii) से

$$\frac{f'}{f} = \frac{(n-1)}{(n'-1)}$$

चूँकि $n' < n$, $f' > f$ अर्थात् लेन्स को द्रव में डुबाने पर उसकी फोकस दूरी बढ़ जायेगी। **[2]**

(i) $n_g > n_m$ **[1]**

(ii) The focal length of the lens in air is given by

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{.....(i)}$$

If n' is refractive index of the material of the lens w.r.t. liquid, then focal length of the lens, when placed in liquid is given by

$$\frac{1}{f'} = (n'-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{....(ii)}$$

From the equations (i) and (ii), we have

$$\frac{f'}{f} = \frac{(n-1)}{(n'-1)}$$

Since $n' < n$, $f' > f$ i.e. focal length of the lens will increase on immersing it in liquid. **[2]**

8. यहाँ ν (आवृत्ति) = 2×10^{10} Hz , $E_o = 48 Vm^{-1}$

(a) हम जानते है $\therefore \lambda = \frac{C}{\nu} = \frac{3\times10^8}{2\times10^{10}} = 1.5\times10^{-2} m.$ **[1]**

(b) $E_o = CB_o$

$$B_o = \frac{E_o}{C} = \frac{48}{3\times10^8}$$

$$B_o = 16\times10^{-8} T = 1.6\times10^{-7} T$$ **[1]**

(c) औसत ऊर्जा घनत्व $U = \frac{1}{2}\varepsilon_o E_o^{\ 2}$

$$= \frac{1}{2}\times8.85\times10^{-12}\times48\times48 = 1\times10^{-8} Jm^{-3}$$ **[1]**

Here ν (Frequency) = 2×10^{10} Hz , $E_o = 48 Vm^{-1}$

(a) We know $\therefore \lambda = \frac{C}{\nu} = \frac{3\times10^8}{2\times10^{10}} = 1.5\times10^{-2} m.$ **[1]**

(b) $E_o = CB_o$

$$B_o = \frac{E_o}{C} = \frac{48}{3\times10^8}$$

$$B_o = 16\times10^{-8}\,T = 1.6\times10^{-7}\,T$$ **[1]**

(c) Average energy density $U = \frac{1}{2}\varepsilon_o E_o^{\,2}$

$$= \frac{1}{2}\times8.85\times10^{-12}\times48\times48 = 1\times10^{-8}\,Jm^{-3}$$ **[1]**

अथवा / OR

(i) X-किरणों के लिए हमारा वातावरण अपारदर्शी है, इसलिए X-किरण खगोल विज्ञान के लिए हमें अन्तरिक्ष स्टेशन का उपयोग करना होगा। **[1]**

(ii) सभी प्रकार की विद्युत चुम्बकीय तरंगे वायु या निर्वात में समान चाल $c = 3\times10^8$ m/s से गति करती है, इसलिए 'c' को विद्युत चुम्बकीय नियतांक कहते है। **[1]**

(iii) X- किरणें ($\lambda = 10^{-10}$ m) **[1]**

(i) Our atmosphere is opaque for X- ray , so for X- ray astronomy we have to use space station. **[1]**

(ii) All types of electromagnetic waves move with same speed $c = 3\times10^8$ m/s in air or vacuum , so 'c' is called electromagnetic constant. **[1]**

(iii) X- rays ($\lambda = 10^{-10}$ m) **[1]**

9. (i) (a) $^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{7}_{3}Li$ **[½]**

(b) $^{94}_{42}Mo + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{95}_{43}Te + {}^{1}_{0}n$ **[½]**

(ii) द्रव्यमान क्षति = $\Delta m = \frac{0.25}{100}\times1\,kg = 0.25\times10^{-2}\,Kg$

मुक्त ऊर्जा = $(\Delta m)C^2 = 0.25\times10^{-2}\times(3\times10^8)^2 = 0.25\times10^{-2}\times9\times10^{16}$

$= 2.25\times10^{14}$ J **[2]**

(i) (a) $^{10}_{5}B + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{7}_{3}Li$ **[½]**

(b) $^{94}_{42}Mo + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{95}_{43}Te + {}^{1}_{0}n$ **[½]**

(ii) mass defect = $\Delta m = \frac{0.25}{100}\times1\,kg = 0.25\times10^{-2}\,Kg$

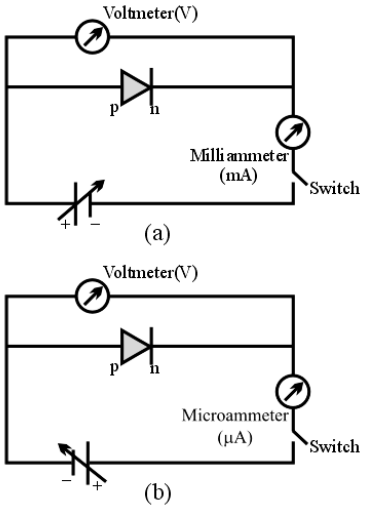
Energy liberated = $(\Delta m)C^2 = 0.25\times10^{-2}\times(3\times10^8)^2 = 0.25\times10^{-2}\times9\times10^{16}$

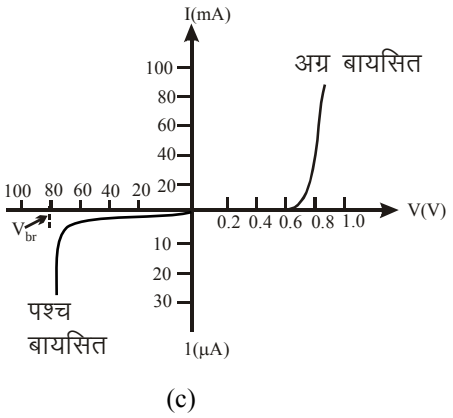
$= 2.25\times10^{14}$ J **[2]**

10. (i) निवेशी प्रत्यावर्ती धारा के धनात्मक अर्धचक्र के दौरान (जब डायोड अग्र बायसित होता है) संधारित्र स्वयं को सप्लाई वोल्टता के शिखर मान तक आवेशित कर लेता है। इसलिए संधारित्र पर वोल्टता

$$V = V_O = \sqrt{2}V_{rms} = \sqrt{2}\times220 = 311.1V$$ **[1]**

(ii) **[2]**



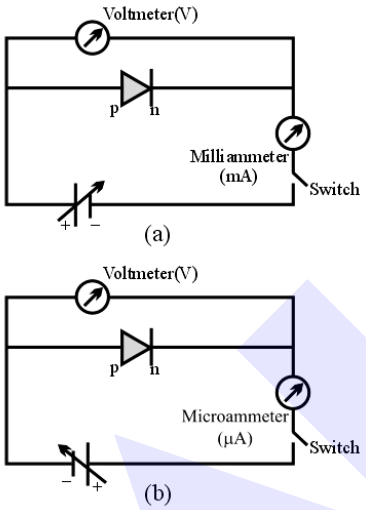


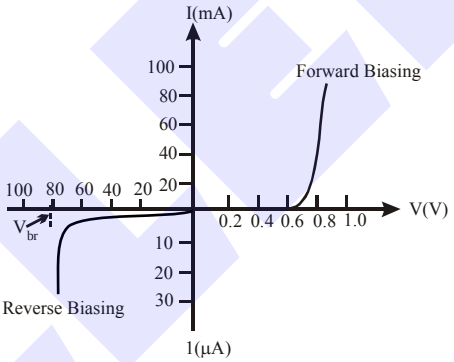
(c)

(i) During the positive half cycle of input a.c. (when the diode gets forward biased), the capacitor charges itself to the peak value of the supply voltage. Therefore, the voltage across the capacitor is

$V = V_O = \sqrt{2}V_{rms} = \sqrt{2} \times 220 = 311.1V$ **[1]**

(ii) **[2]**





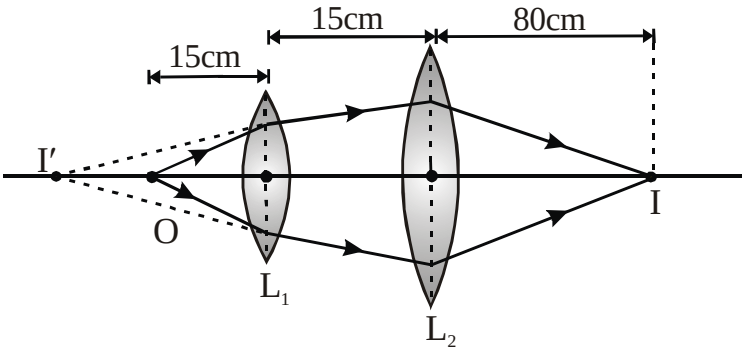
(c)

11. (i) $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{30} - \frac{1}{20} = -\frac{1}{60}$

f = – 60 cm

इसलिए, निकाय अपसारी है। **[1]**

(ii)



लैन्स L_1 के लिए : $\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{u_1} \Rightarrow \frac{1}{v_1} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-15}$

$v_1 = -60$

अब बनने वाला प्रतिबिम्ब (v_1) लैन्स L_2 के लिए बिम्ब का कार्य करता है।

लैन्स L_2 के लिए : $\frac{1}{v_2}-\frac{1}{u_2}=\frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{80}+\frac{1}{75}=\frac{1}{f_2}$

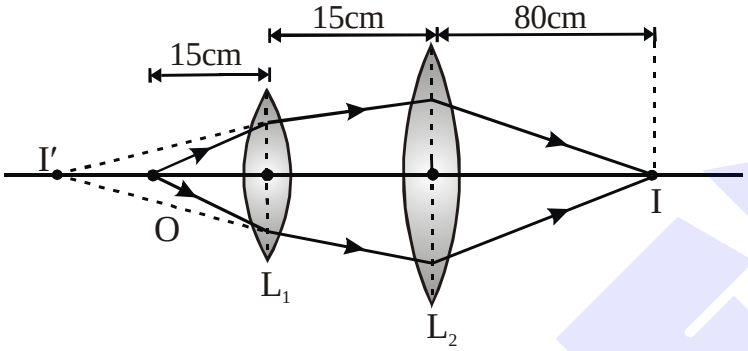
$\Rightarrow \frac{1}{f_2}=\frac{31}{1200} \quad \Rightarrow f_2=\frac{1200}{31} \quad \Rightarrow f_2 = 39$ cm **[2]**

(i) $\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{30}-\frac{1}{20}=-\frac{1}{60}$

F = – 60 cm

So, the system is diverging. **[1]**

(ii)



For Lens L_1 : $\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u_1}=\frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{v_1}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{u_1} \Rightarrow \frac{1}{v_1}=\frac{1}{20}+\frac{1}{-15}$

$v_1 = -60$

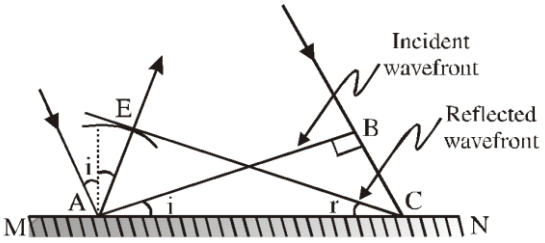
Now image formed (v_1) acts as an objects for L_2.

For Lens L_2 : $\frac{1}{v_2}-\frac{1}{u_2}=\frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{80}+\frac{1}{75}=\frac{1}{f_2}$

$\Rightarrow \frac{1}{f_2}=\frac{31}{1200} \quad \Rightarrow f_2=\frac{1200}{31} \quad \Rightarrow f_2 = 39$ cm **[2]**

अथवा / OR

(i) तरंगाग्र का प्रत्येक बिन्दु एक द्वितीयक विक्षोभ का स्त्रोत है तथा इन बिन्दुओं से होने वाली तरंगिकाएँ तरंग की गति से सभी दिशाओं में फैलती है। तरंगाग्र से निर्गमन होने वाली इन तरंगिकाओं को प्रायः द्वितीयक तरंगिकाओं के नाम से जाना जाता है और यदि इन सभी गोलों पर एक उभयनिष्ठ स्पर्शक पृष्ठ खीचें तो हमें किसी बाद के समय पर तंरगाग्र की नयी स्थिति प्राप्त हो जाती है



माना माध्यम में तरंग की चाल 'v' है।

माना तरंगाग्र द्वारा बिन्दु B से C तक आगे बढने के लिए लिया गया समय 'τ' है।

इस तरह BC = vτ

माना CE परावर्तित तरंगाग्र को प्रदर्शित करता है, दूरी AE = ντ = BC

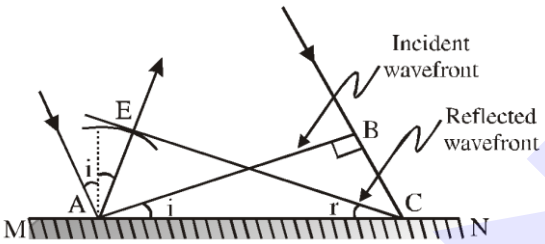
ΔAEC तथा ΔABC सर्वांगसम है।

∴ ∠BAC = ∠ECA , AE = BC, AC = AC

⇒ ∠i = ∠r [2]

(ii) अवरोधक का आकार प्रकाश की तरंगदैर्ध्य की कोटि का होना चाहिए। [1]

(i) Each point of the wavefront is the source of a secondary disturbance and the wavelets emanating from these points spread out in all directions with the speed of the wave. These wavelets emanating from the wavefront are usually referred to as secondary wavelets and if we draw a common tangent to all these spheres, we obtain the new position of the wavefront at a later time.



Let speed of the wave in the medium be 'ν'

Let the time taken by the wave front, to advance from point B to point C is 'τ'

Hence BC = ντ

Let CE represent the reflected wave front, Distance AE = ντ = BC

ΔAEC and ΔABC are congruent

∴ ∠BAC = ∠ECA , AE = BC, AC = AC

⇒ ∠i = ∠r [2]

(ii) The size of the obstacle should be of the order of the wavelength of light used. [1]

SECTION-C

12. (i) (b) (ii) (d) (iii) (b) (iv) (d) (v) (c) [1+1+1+1+1=5]