WAVE OPTICS

1. प्रकाशिकी के एक प्रयोग में 6000×10^{-8} cm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश एक एकल झिरी पर लम्बवत् पडता है और एक विवर्तन पैटर्न बनाता है। इस पैटर्न में दूसरा विवर्तन न्यूनतम केन्द्रीय महत्तम से 60° कोण पर मिलता है। यदि इसका प्रथम न्यूनतम θ_1 पर हो, θ_1 निम्न में से किसके निकट है?

(1) 20° (2) 45° (3) 30° (4) 25°

2. एक ध्रुवक-विश्लेषक युग्म (polarizer-analyser set) को इस प्रकार से समायोजित किया गया है कि विश्लेषक से निकलकर आने वाले प्रकाश की तीव्रता मूल प्रकाश की 10% है। यदि इस युग्म में प्रकाश का अवशोषण न होता हो, तो विश्लेषक को कितने मान के कोण से घुमाने पर उससे बाहर आने वाले प्रकाश की तीव्रता शून्य हो जायेगी ?

(1) 18.4° (2) 71.6° (3) 90° (4) 45°

3. यंग के द्विझिरी प्रयोग में दो झिरियों के बीच की दूरी 0.15 mm है। यदि इसमें 589 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश प्रयोग में लाया जाये और बनने वाले व्यतिकरण पैटर्न को 1.5 मीटर दूर रखे एक पर्दे पर देखा जाये तो पर्दे पर दो उत्तरोत्तर फ्रिंजों के बीच की दूरी होगी :

(1) 6.9 mm (2) 5.9 mm
(3) 4.9 mm (4) 3.9 mm

4. एक द्वि – झिरी प्रयोग में पर्दे पर एक स्थान पर दो व्यतिकरण करने वाली तंरगों का पथांतर उनके तरंगदैर्ध्य का $\frac{1}{8}$ है। तब इस स्थान पर प्रकाश की तीव्रता का एक चमकीली फ्रिंज के बीच में प्रकाश की तीव्रता से अनुपात होगा :

(1) 0.568 (2) 0.672 (3) 0.760 (4) 0.853

5. एक टेलीस्कोप के द्वारक का व्यास 5m है। पृथ्वी और चन्द्रमा के बीच की दूरी 4×10^5 km है। यदि प्रकाश का तरंगदैर्ध्य 5500 Å लिया जाय तो चन्द्रमा पर दो वस्तुओं की बीच की न्यूनतम दूरी लगभग कितनी होगी जिससे उनमें विभेदन करा जा सके :

(1) 20 m (2) 600 m (3) 60 m (4) 200 m

6. एक समतल विद्युत-चुम्बकीय तरंग $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ दिशा में चल रही है तथा इसका ध्रुवण (polarization) $\hat{k}$ दिशा में है। इस तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र होगा (यहाँ पर B_0 एक उपयुक्त स्थिरांक है) :

(1) $B_0\frac{\hat{i}-\hat{j}}{\sqrt{2}}\cos\left(\omega t - k\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)$

(2) $B_0\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\cos\left(\omega t - k\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)$

(3) $B_0\hat{k}\cos\left(\omega t - k\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)$

(4) $B_0\frac{\hat{j}-\hat{i}}{\sqrt{2}}\cos\left(\omega t + k\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)$

7. दो झिरियाँ के बीच की दूरी 1 mm है और इन पर $\lambda = 632.8$ nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश डालकर एक पर्दे पर इसकी व्यतिकरण फ्रिन्जे देखी जाती है। झिरियों और पर्दे के बीच की दूरी 100 cm है। यदि पर्दे पर केन्द्रीय दीप्त फ्रिन्ज से 1.27 mm दूरी पर एक दीप्त फ्रिन्ज दिखायी देती है, तो इस फ्रिन्ज पर झिरियों से पहुँचने वाली तरंगों का पथांतर निम्न में से किसके निकट हैं ?

(1) 1.27 μm (2) 2 nm
(3) 2.87 nm (4) 2.05 μm

8. यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में जब 700 nm तरंगदैर्ध्य के प्रकाश से पर्दे के एक भाग में बनने वाली फ्रिंजों की संख्या 16 है। यदि प्रकाश का तरंगदैर्ध्य 400 nm कर दिया जाये तो पर्दे के उसी भाग में बनने वाली फ्रिंजों की संख्या होगी –

(1) 28 (2) 24 (3) 18 (4) 30

9. यंग के एक द्वि-झिरी प्रयोग में 500 nm का प्रकाश इन्टरफेयरेन्स फ्रिन्जेस बनाता है। यदि झिर्रियों के बीच की दूरी 0.05 mm हो तो बनने वाली फ्रिन्जेस के बीच की कोणीय दूरी (डिग्री में) निम्न में से किसके निकटतम होगी ?

(1) 0.07° (2) 0.17° (3) 1.7° (4) 0.57°

10. दो प्रकाश की तरंगों, जिनका तरंगदैर्ध्य λ एक ही है, की आरम्भ में निर्वात में कलाएँ (phase) एक समान हैं। यदि एक तरंग को n_1 अपवर्तनांक के एक माध्यम से L_1 लम्बे एक पथ से चले और दूसरी तरंग n_2 अपवर्तनांक के एक माध्यम से L_2 लम्बे एक पथ से चले तो इसके बाद तरंगों के बीच में कलान्तर (phase difference) होगा :

(1) $\frac{2\pi}{\lambda}(n_1L_1 - n_2L_2)$ (2) $\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{L_2}{n_1} - \frac{L_1}{n_2}\right)$

(3) $\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{L_1}{n_1} - \frac{L_2}{n_2}\right)$ (4) $\frac{2\pi}{\lambda}(n_2L_1 - n_1L_2)$

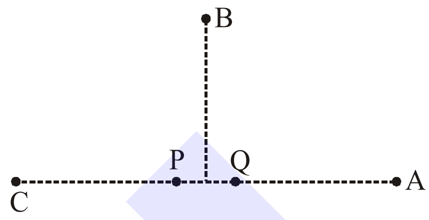
11. वृहत् अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल तथा 3.3 Wm^{-2} एकसमान तीव्रता वाला एक समतल ध्रुवित प्रकाश पुंज एक ध्रुवक (अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल 3×10^{-4} m^2) पर लम्बवत् आपतित होता है जो 31.4 rad/s कोणीय चाल से इसकी अक्ष के सापेक्ष घूर्णन करता है। प्रति घूर्णन ध्रुवक से गुजरने वाले प्रकाश की ऊर्जा लगभग होगी:–

(1) 1.0×10^{-5} J (2) 5.0×10^{-4} J
(3) 1.0×10^{-4} J (4) 1.5×10^{-4} J

12. तरंगदैर्ध्य 6000×10^{-10} m का नारंगी प्रकाश एक झिरी, जिसकी चौड़ाई 0.6×10^{-4} m है, को प्रकाशमान कर रहा है। इससे बनने वाले केन्द्रीय महत्तम के दोनों ओर विवर्तन चित्र में सम्भावित अधिकतम कितने विवर्तन के न्यूनतम (diffraction minima) होंगे.........।

13. ऊर्जा E का एक इलेक्ट्रॉन किरण पुँज एक लक्ष्य से प्रकीर्णित होता है जिसका परमाणु अन्तराल 1Å है। प्रथम महत्तम तीव्रता $\theta = 60°$ पर प्राप्त होती है। तब E होगा (eV में) _______।
(दिया है : प्लांक नियतांक $h = 6.64 \times 10^{-34}$ Js, $1eV = 1.6 \times 10^{-19}$ J, इलेक्टॉन का द्रव्यमान $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

14. चित्र में दिखाये अनुसार एक समान तीव्रता वाले कलासम्बद्ध स्त्रोत P तथा Q, 20 m तरंगदैर्ध्य का विकिरण उत्सर्जित करते हैं। P तथा Q के बीच की दूरी 5 m है तथा P की कला Q की कला से 90° आगे है। PQ के मध्य बिन्दु से तीन बिन्दु A, B और C समान दूरी पर स्थित हैं। A, B तथा C पर विकिरण की तीव्रताओं का अनुपात होगा :



(1) 0 : 1 : 2 (2) 4 : 1 : 0
(3) 0 : 1 : 4 (4) 2 : 1 : 0

15. यंग के एक द्विझिरी प्रयोग में, λ तरंगदैर्ध्य के एकवर्णी प्रकाश का उपयोग किया गया है। पर्दे के उस बिन्दु पर जहां पथान्तर λ है, प्रकाश की तीव्रता K मात्रक है। तो ऐसे बिन्दु पर जहां पथान्तर $\frac{\lambda}{6}$ है, तीव्रता होगी $\frac{nK}{12}$ जहां n एक पूर्णांक है, जिसका मान है ________ .

SOLUTION

1. NTA Ans. (4)

Sol. $\sin\theta = \frac{2\lambda}{\omega}$

$\sin 60° = \frac{2\lambda}{\omega}$

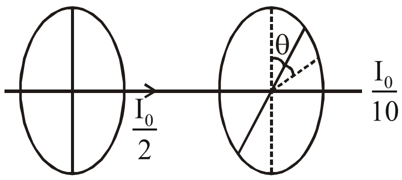
$\sin\theta_1 = \frac{\lambda}{\omega} = \frac{\sqrt{3}}{4}$

$\theta_1 = 25°$

2. NTA Ans. (1)

Sol. $\frac{I_0}{10} = I = \frac{I_0}{2} \times \cos^2\theta$

$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{5}}$



$\theta = 63.44°$

angle rotated = 90 – 63.44° = 26.56°

Closest is 1.

3. NTA Ans. (2)

Sol. Finge width, $\beta = \frac{D\lambda}{d} = \frac{1.5 \times 589 \times 10^{-9}}{0.15 \times 10^{-3}}$

$= 5.9 \times 10^{-3}$ m

= 5.9 mm

4. NTA Ans. (4)

Sol. $I = I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)$

$\frac{I}{I_0} = \cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)$

$\frac{I}{I_0} = \cos^2\left(\frac{\frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{8}}{2}\right)$

$\frac{I}{I_0} = \cos^2\left(\frac{\pi}{8}\right) \qquad \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 0.853$

5. NTA Ans. (3)

Sol. Let distance is x then

$d\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$ (D = diameter)

$\frac{x}{d} = \frac{1.22\lambda}{D}$ (d = distance between earth & moon)

$x = \frac{1.22 \times (5500 \times 10^{-10}) \times (4 \times 10^8)}{5} = 53.68\,\text{m}$

most appropriate is 60m.

6. NTA Ans. (1)

Sol. Direction of polarisation $= \hat{E} = \hat{k}$

Direction of propagation $= \hat{E} \times \hat{B} = \frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$

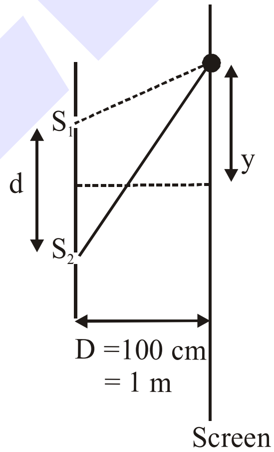
$\therefore \hat{E} \times \hat{B} = \frac{\hat{i} + \hat{j}}{\sqrt{2}}$

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

Correct answer (1)

7. Official Ans. by NTA (1)

Sol.



$y = \frac{nD\lambda}{d}$

$n = \frac{yd}{D\lambda} = \frac{1.27 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{1 \times 632.8 \times 10^{-9}} = 2$

Path difference $\Delta x = n\lambda$

$= 2 \times 632.8$ nm

$= 1265.6$ nm

$= 1.27$ µm

8. Official Ans. by NTA (1)

Sol. Let the length of segment is "ℓ"

Let N is the no. of fringes in "ℓ"

and w is fringe width.

→ We can write

$N w = \ell$

$$N\left(\frac{\lambda D}{d}\right) = \ell$$

$$\frac{N_1\lambda_1 D}{d} = \ell$$

$$\frac{N_2\lambda_2 D}{d} = \ell$$

$N_1\lambda_1 = N_2\lambda_2$

$16 \times 700 = N_2 \times 400$

$N_2 = 28$

9. Official Ans. by NTA (4)

Sol. $$\Delta\theta_0 = \left(\frac{\lambda}{d}\times\frac{180}{\pi}\right)^0$$

$= 0.57°$

10. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $\Delta p = n_1 L_1 - n_2 L_2$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta p$$

11. Official Ans. by NTA (3)

Sol. Intensity, $I = 3.3\ Wm^{-2}$

Area, A = 3 × 10–4 m^2

Angular speed, $\omega = 31.4$ rad/s

$\because \langle\cos^2\theta\rangle = \frac{1}{2}$, in one time period

$\therefore$ Average energy $= I_0 A \times \frac{1}{2}$

$$= \frac{(3.3)(3\times10^{-4})}{2}$$

$\simeq 5\times10^{-4}\,J$

12. Official Ans. by NTA (200)

Official Ans. by ALLEN (198)

Sol. Condition for minimum,

$d\sin\theta = n\lambda$

$$\therefore\ \sin\theta = \frac{n\lambda}{d} < 1$$

$$n < \frac{d}{\lambda} = \frac{6\times10^{-5}}{6\times10^{-7}} = 100$$

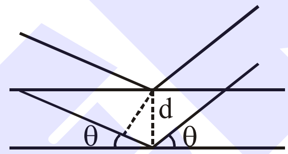
$\therefore$ Total number of minima on one side = 99

Total number of minima = 198

Correct Answer is 198

13. Official Ans. by NTA (50.00)

Sol.



$$2d\sin\theta = \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$$

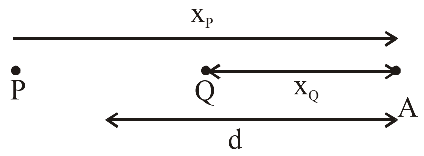
$$2\times10^{-10}\times\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{6.6\times10^{-34}}{\sqrt{2mE}}$$

$$E = \frac{1}{2}\times\frac{6.64^2\times10^{-48}}{9.1\times10^{-31}\times3\times1.6\times10^{-19}} = 50.47$$

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

14. Official Ans. by NTA (4)

Sol. For (A)



$x_P - x_Q = (d + 2.5) - (d - 2.5)$

$= 5m$

$\Delta\phi$ due to path difference $= \frac{2\pi}{\lambda}(\Delta x) = \frac{2\pi}{20}(5)$

$= \frac{\pi}{2}$

At A, Q is ahead of P by path, as wave emitted by Q reaches before wave emitted by P.

Total phase difference at A

$= \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}$ (due to P being ahead of Q by 90°)

$= 0$

$I_A = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1}\sqrt{I_2}\cos\Delta\phi$

$= I + I + 2\sqrt{I}\sqrt{I}\cos(0)$

$= 4I$

For C

$x_Q - x_P = 5$ m

$\Delta\phi$ due to path difference $= \frac{2\pi}{\lambda}(\Delta x)$

$= \frac{2\pi}{20}(5) = \frac{\pi}{2}$

Total phase difference at C $= \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} = \pi$

$I_{net} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1}\sqrt{I_2}\cos(\Delta\phi)$

$= I + I + 2\sqrt{I}\sqrt{I}\cos(\pi) = 0$

For B

$x_P - x_Q = 0,$

$\Delta\phi = \frac{\pi}{2}$ (Due to P being ahead of Q by 90°)

$I_B = I + I + 2\sqrt{I}\sqrt{I}\cos\frac{\pi}{2} = 2I$

$I_A : I_B : I_C = 4I : 2I : 0$

$= 2 : 1 : 0$

$\therefore$ correct option is (4)

15. Official Ans. by NTA (9.00)

Sol. $I_{max} = k$

$I_1 = I_2 = K/4$

$\Delta x = \lambda/6 \quad \Rightarrow \Delta\phi = \pi/3$

$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\phi$

$I = \frac{K}{4} + \frac{K}{4} + 2\times\frac{K}{4}\frac{1}{2}$

$= \frac{K}{2} + \frac{K}{4} = \frac{3K}{4} = \frac{9K}{12}$

n = 9