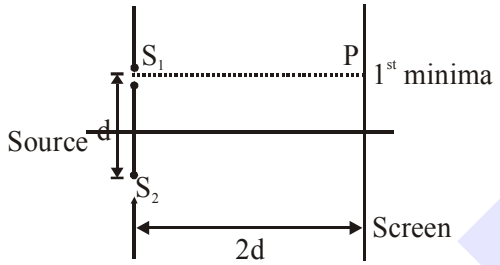
WAVE OPTICS

1. यंग के द्विझिरी उपकरण में झिर्रियों के बीच दूरी 0.320 mm है। तरंगदैर्ध्य λ = 500 nm का प्रकाश झिर्रियों पर पड़ता है। कोणीय परास $-30° \le \theta \le 30°$ में दिखने वाली दीप्त फ्रिंजों की संख्या होगी :

(1) 320 (2) 641 (3) 321 (4) 640

2. प्रदर्शित यंग द्वि-स्लिट प्रयोग पर विचार कीजिये। स्लिटों के मध्य दूरी d तरंगदैर्ध्य λ के पदों में क्या होनी चाहिये ताकि प्रथम निम्निष्ठ सीधा स्लिट (S_1) के सामने प्राप्त हो?



(1) $\frac{\lambda}{2\left(5-\sqrt{2}\right)}$ (2) $\frac{\lambda}{\left(5-\sqrt{2}\right)}$

(3) $\frac{\lambda}{\left(\sqrt{5}-2\right)}$ (4) $\frac{\lambda}{2\left(\sqrt{5}-2\right)}$

3. एक यंग द्वि-झिरी प्रयोग जिसमें झिर्रियों के बीच की दूरी 0.1 mm है, तरंगदैर्ध्य λ_1 के प्रकाश द्वारा $\frac{1}{40}$ rad कोण पर दीप्त फ्रिन्ज देखी जाती है। जब इसी प्रयोग में λ_2 तरंगदैर्ध्य के प्रकाश का उपयोग करते हैं तो उसी कोण पर दीप्त फ्रिन्ज देखी जाती है। दिया है कि λ_1 तथा λ_2 दृश्य प्रकाश के परास (380 nm से 740 nm तक) में है। तो उनके मान होंगे :

(1) 380 nm, 500 nm (2) 625 nm, 500 nm
(3) 380 nm, 525 nm (4) 400 nm, 500 nm

4. एक द्वि-झिरी प्रयोग में, हरा प्रकाश (5303 Å) द्वि-झिरी पर पड़ता है। झिरियों के बीच की दूरी 19.44 μm तथा इनकी चौड़ाई 4.05 μm है। प्रथम तथा द्वितीय विवर्तन निम्निष्ठ के बीच में कितनी दीप्त फ्रिन्जें हैं ?

(1) 09 (2) 10 (3) 04 (4) 05

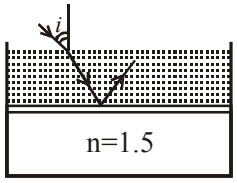
5. यंग के द्वि-झिरी प्रयोग में, पर्दे के एक बिन्दु पर व्यतिकरण करने वाली दो तरंगों का पथान्तर तरंगदैर्ध्य का $\frac{1}{8}$ गुना है। इस बिन्दु पर तीव्रता तथा दीप्त फ्रिन्ज के केन्द्र पर तीव्रता का अनुपात लगभग होगा :-

(1) 0.94 (2) 0.74 (3) 0.85 (4) 0.80

6. अपवर्तनांक 1.5 की एक काँच की पट्टी पर प्रकाश किरण अभिलम्बवत् आपतित होती है। यदि 4% प्रकाश परावर्तित होती है तथा आपतित प्रकाश के वैद्युत क्षेत्र का आयाम 30V/m है तो, काँच के माध्यम में चलने वाली तरंग के विद्युत क्षेत्र का आयाम होगा:-

(1) 10 V/m (2) 24 V/m
(3) 30 V/m (4) 6 V/m

7. एक मोटे पैंदे वाले काँच (अपवर्तनांक 1.5) के बने टैंक पर विचार कीजिये। यह अपवर्तनांक μ वाले द्रव से भरा हुआ है। एक विद्यार्थी देखता है कि द्रव में प्रकाश पुँज के प्रवेश कराने के लिए आपतन कोण i चाहे कुछ भी हो, द्रव काँच अन्तरापृष्ठ से परावर्तित प्रकाश कभी भी पूर्ण रूप से ध्रुवित नहीं होता है। ऐसा घटित होने के लिए μ का न्यूनतम मान है :



(1) $\frac{3}{\sqrt{5}}$ (2) $\frac{5}{\sqrt{3}}$ (3) $\sqrt{\frac{5}{3}}$ (4) $\frac{4}{3}$

8. दो तारों A तथा B के यंग प्रत्यास्थता गुणांकों का अनुपात 7 : 4 है। तार A की लम्बाई 2 m तथा त्रिज्या R है। तार B की लम्बाई 1.5 m तथा त्रिज्या 2 mm है। यदि इन दोनों तारों की लम्बाई में वृद्धि, एक दिये गये भार के कारण, बराबर है तो R का सन्निकट मान होगा :-

(1) 1.9 mm (2) 1.7 mm

(3) 1.5 mm (4) 1.3 mm

9. किसी व्यतिकरण के प्रयोग में कलाबद्ध स्त्रोतों के आयामों का अनुपात $\frac{a_1}{a_2}=\frac{1}{3}$ हैं। फ्रिंजों की अधिकतम और न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात होगा –

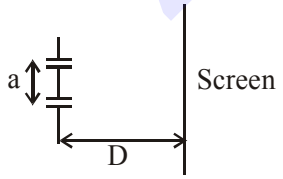
(1) 4 (2) 2 (3) 9 (4) 18

10. दो कार A तथा B एक दूसरे से दूर विपरीत दिशा में जा रही है। दोनों कार पृथ्वी के सापेक्ष 20 ms^{-1} की चाल से चल रही हैं। यदि कार A में बैठा प्रेक्षक, कार B से आने वाली ध्वनि की आवृत्ति 2000 Hz पाता है तो कार B में ध्वनि स्त्रोत की वास्तविक आवृत्ति है ? (ध्वनि की वायु में चाल = 340 ms^{-1}) :-

(1) 2250 Hz (2) 2060 Hz

(3) 2150 Hz (4) 2300 Hz

11. चित्र में यंग का द्विझिर्री प्रयोग का विन्यास दिखाया है। यह पाया जाता है कि जब एक पतली पारदर्शी मोटाई t तथा अपवर्तनांक μ की झिल्ली एक झिरी के सामने लगाते हैं, तो केन्द्रीय अधिकतम अपने स्थान से n फ्रिंज-चौड़ाई से विस्थापित हो जाता है। यदि इस प्रयोग में उपयोग किये गये प्रकाश की तंरगदैर्ध्य λ है तो t का मान होगा :



(1) $\frac{2D\lambda}{a(\mu-1)}$ (2) $\frac{D\lambda}{a(\mu-1)}$

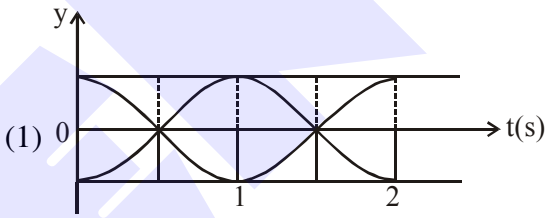
(3) $\frac{2nD\lambda}{a(\mu-1)}$ (4) $\frac{nD\lambda}{a(\mu-1)}$

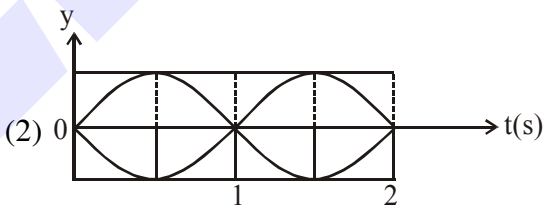
12. यंग के एक द्विझिरी प्रयोग में स्लिट की चौड़ाईयों का अनुपात 4 : 1 है। स्क्रीन पर केन्द्रीय फ्रिंज के निकट देखी गयी उच्चतम तथा न्यूनतम प्रकाश तीव्रता का अनुपात होगा :

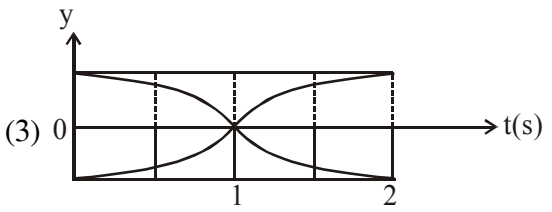
(1) $(\sqrt{3}+1)^4:16$ (2) 9 : 1

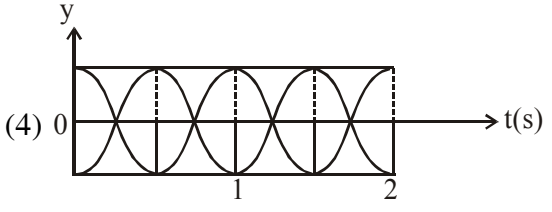
(3) 4 : 1 (4) 25 : 9

13. 11 Hz तथा 9 Hz आवृत्ति की दो तरंगों के अध्यारोपण को निम्न में कौन चित्र योजनाबद्ध तरीके से सही दर्शाता है?

(1)


(2)


(3)


(4)


node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\JeeMain-2019_SubjectTopicPDF With Solution\Physics\Hindi\12-Wave Optics

14. तीन ध्रुवकों P_1, P_2 तथा P_3 को इस तरह रखते हैं कि P_3 की पास-अक्ष P_1 की पास अक्ष से क्रॉसित है। P_2 की पास-अक्ष P_3 की पास-अक्ष से 60° कोण पर है। जब एक I_0 तीव्रता का अध्रुवित प्रकाश किरण पुंज P_1 पर आपतित होता है तो इस तीन ध्रुवकों के समायोजन से I तीव्रता का प्रकाश किरण पुंज निर्गत होता है। अनुपात (I_0/I) का निकटतम मान होगा :

(1) 16.00 (2) 1.80

(3) 5.33 (4) 10.67

15. एक द्वि-झिरी प्रयोग में, किसी एक झिरी के सामने, t मोटाई तथा μ अपवर्तनांक की एक पतली फिल्म रख देने से, फ्रिंज पैटर्न के केन्द्रीय उच्चिष्ठ, एक फ्रिंज की चौड़ाई के बराबर विस्थापित हो जाता हैं तो t का मान है: (λ प्रकाश की तरंगदैर्ध्य है) :

(1) $\frac{\lambda}{2(\mu-1)}$ (2) $\frac{\lambda}{(2\mu-1)}$

(3) $\frac{2\lambda}{(\mu-1)}$ (4) $\frac{\lambda}{(\mu-1)}$

16. एक तारे से आ रहे 500 nm तरंगदैर्ध्य के प्रकाश को संसूचित (detect) करने के लिये 200 cm व्यास के अभिदृश्यक लेंस वाले दूरदर्शी की विभेदन सीमा ज्ञात कीजिये :-

(1) 305×10^{-9} radian

(2) 152.5×10^{-9} radian

(3) 610×10^{-9} radian

(4) 457.5×10^{-9} radian

17. एक दूरदर्शी के अभिदृश्यक लेन्स का व्यास 250 cm है। एक दूर स्थित वस्तु से आने वाले तरंगदैर्ध्य 600nm के प्रकाश के लिये दूरदर्शी की विभेदन सीमा होगी, लगभग :-

(1) 1.5×10^{-7} rad (2) 2.0×10^{-7} rad

(3) 3.0×10^{-7} rad (4) 4.5×10^{-7} rad

18. एक सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक लेन्स की संख्यात्मक द्वारक (numerical aperature) का मान 1.25 है। यदि 5000 Å तरंगदैर्ध्य का प्रकाश प्रयोग करे तो, दो बिन्दुओं को अलग-अलग देखने के लिये उनके बीच की न्यूनतम दूरी होगी:

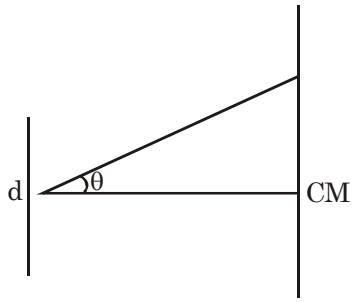
(1) 0.24 μm (2) 0.48 μm

(3) 0.12 μm (4) 0.38 μm

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\JeeMain-2019_Subjed Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\24-Wave Optics

SOLUTION

1. Ans. (2)



Pam difference

$d\sin\theta = n\lambda$

where d = seperation of slits

λ = wave length

n = no. of maximas

$0.32 \times 10^{-3} \sin 30 = n \times 500 \times 10^{-9}$

$n = 320$

Hence total no. of maximas observed in angular range $-30° \le \theta \le 30°$ is

maximas = 320 + 1 + 320 = 641

2. Ans. (4)

$$\sqrt{5}d - 2d = \frac{\lambda}{2}$$

3. Ans. (2)

Path difference = $d\sin\theta \approx d\theta$

$$= 0.1 \times \frac{1}{40}\text{ mm} = 2500\text{nm}$$

or bright fringe, path difference must be integral multiple of λ.

$\therefore$ $2500 = n\lambda_1 = m\lambda_2$

$\therefore$ $\lambda_1 = 625$, $\lambda_2 = 500$ (from m=5)

(for n = 4)

4. Ans. (4)

According to JEE-Mains Ans. key (3)

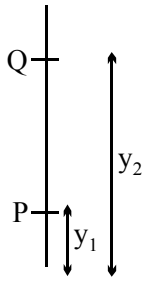
For diffraction

location of 1st minime

$$y_1 = \frac{D\lambda}{a} = 0.2469\,D\lambda$$

location of 2nd minima

$$y_2 = \frac{2D\lambda}{a} = 0.4938\,D\lambda$$



Now for interference

Path difference at P.

$$\frac{dy}{D} = 4.8\lambda$$

path difference at Q

$$\frac{dy}{D} = 9.6\lambda$$

So orders of maxima in between P & Q is

5, 6, 7, 8, 9

So 5 bright fringes all present between P & Q.

5. Ans. (3)

$$\Delta x = \frac{\lambda}{8}$$

$$\Delta\phi = \frac{(2\pi)}{\lambda}\frac{\lambda}{8} = \frac{\pi}{4}$$

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

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

6. Ans. (2)

$$P_{\text{refracted}} = \frac{96}{100}P_I$$

$$\Rightarrow K_2A_t^2 = \frac{96}{100}K_1A_i^2$$

$$\Rightarrow r_2A_t^2 = \frac{96}{100}r_1A_i^2$$

$$\Rightarrow A_t^2 = \frac{96}{100}\times\frac{1}{\frac{3}{2}}\times(30)^2$$

$$A_t\sqrt{\frac{64}{100}\times(30)^2} = 24$$

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\JeeMain-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\12-Wave Optics

7. Ans. (1)

$C < i_b$

here i_b is "brewester angle" and c is critical angle

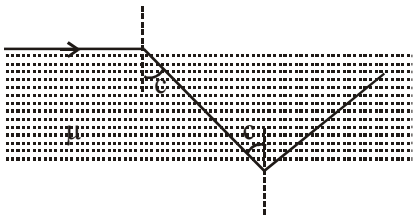
$\sin_c < \sin i_b$ since $\tan i_b = \mu_{0_{rel}} = \frac{1.5}{\mu}$

$\frac{1}{\mu} < \frac{1.5}{\sqrt{\mu^2 + (1.5)^2}}$ $\therefore \sin i_b = \frac{1.5}{\sqrt{\mu^2 + (1.5)^2}}$

$\sqrt{\mu^2 \times (1.5)^2} < 1.5 \times \mu$

$\mu^2 + (1.5)^2 < (\mu \times 1.5)^2$

$\mu < \frac{3}{\sqrt{5}}$



slab $\mu = 1.5$

8. Ans. (2)

Sol. Given

$\frac{Y_A}{Y_B} = \frac{7}{4}$ $L_A = 2m$ $A_A = \pi R^2$

$L_B = 1.5m$ $A_B = \pi(2mm)^2$

$\frac{F}{A} = Y\left(\frac{\ell}{L}\right)$

given F and ℓ are same $\Rightarrow \frac{AY}{L}$ is same

$\frac{A_A Y_A}{L_A} = \frac{A_B Y_B}{L_B}$

$\Rightarrow \frac{\left(\pi R^2\right)\left(\frac{7}{4}Y_B\right)}{2} = \frac{\pi(2mm)^2 . Y_B}{1.5}$

$R = 1.74$ mm

9. Ans. (1)

Sol. Given $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$

Ratio of intensities, $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 = \frac{1}{9}$

Now, $\frac{I_{max}}{I_{min}} = \left(\frac{\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}}{\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}}\right)^2 = \left(\frac{1+3}{1-3}\right)^2 = 4$

10. Ans. (1)

Sol. 20m/s f ← A(observer) f_0 20m/s → B(source)

Applying Doppler effect for sound

$f = \frac{v + v_0}{v - v_s} f_0$ (v_0 & v_s is taken $\oplus$ when approaching each other)

$2000 = \frac{340 + (-20)}{340 - (-20)} f_0$

$f_0 = 2250$ Hz.

11. Allen Answer (Bonus)

Final Ans. by NTA (4)

Sol. Path difference at central maxima $\Delta x = (\mu - 1)t$, whole pattern will shift by same amount which will be given by

$(\mu - 1)t \frac{D}{d} = n\frac{\lambda D}{d}$, according to the question

$t = \frac{n\lambda}{(\mu - 1)}$

no option is matching, therefore question should be awarded bonus.

$\therefore$ Correct Option should be (Bonus)

12. Ans. (2)

Sol. $I_1 = 4I_0$

$I_2 = I_0$

$I_{max} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2$

$= (2\sqrt{I_0} + \sqrt{I_0})^2 = 9I_0$

$I_{min} = (\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2})^2$

$= (2\sqrt{I_0} - \sqrt{I_0})^2 = I_0$

$\therefore \frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{9}{1}$

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\JeeMain-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\24-Wave Optics

13. Ans. (4)

Sol. $f_{beat} = 11 - 9 = 2$ Hz

$\therefore$ Time period of oscillation of amplitude

$$= \frac{1}{f_{beat}} = \frac{1}{2}\text{Hz}$$

Although the graph of oscillation is not given, the equation of envelope is given by option (4)

14. Ans. (4)

Sol. Since unpolarised light falls on $P_1 \Rightarrow$ intensity of light transmitted from $P_1 = \frac{I_0}{2}$

Pass axis of P_2 will be at an angle of 30º with P_1

$\therefore$ Intensity of light transmitted from

$$P_2 = \frac{I_0}{2}\cos^2 30^\circ = \frac{3I_0}{8}$$

Pass axis of P_3 is at an angle of 60º with P_2

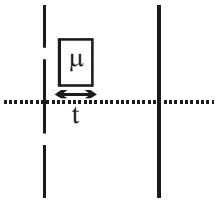
$\therefore$ Intensity of light transmitted from

$$P_3 = \frac{3I_0}{8}\cos^2 60^\circ = \frac{3I_0}{32}$$

$$\therefore \left(\frac{I_0}{I}\right) = \frac{32}{3} = 10.67$$

15. Ans. (4)

Sol.



$\Delta X = (\mu - 1)t = 1\lambda$

for one maximum shift

$$\boxed{t = \frac{\lambda}{\mu - 1}}$$

16. Ans. (1)

Sol. Limit of resolution of telescope $= \frac{1.22\lambda}{D}$

$$\theta = \frac{1.22 \times 500 \times 10^{-9}}{200 \times 10^{-2}} = 305 \times 10^{-9} \text{ radian}$$

17. Ans. (3)

Sol. Limit of resolution $= \frac{1.22\ \lambda}{d}$

$$= \frac{1.22 \times 600 \times 10^{-9}}{250 \times 10^{-2}}$$

$$= 2.9 \times 10^{-7} \text{ rad.}$$

18. Ans. (1)

Sol. Numerical aperature of the microscope is given as

$$NA = \frac{0.61\lambda}{d}$$

Where d = minimum sparation between two points to be seen as distinct

$$d = \frac{0.61\lambda}{NA} = \frac{(0.61) \times (5000 \times 10 m^{-10})}{1.25}$$

$= 2.4 \times 10^{-7}$ m

$= 0.24$ μm

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\JeeMain-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\24-Wave Optics