

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)****Term-End Examination****December, 2010****PHYSICS****PHE-9 : OPTICS***Time : 2 hours**Maximum Marks : 50*

*Note : All questions are compulsory but there are internal choice. The marks for each question are indicated against it. You can use log tables or calculators. Symbols have their usual meaning.*

- 
- 
1. Attempt *any five* parts : 3x5=15
- (a) Calculate the speed of light wave propagating in a medium with permittivity,  $\epsilon = 9\epsilon_0$  and permeability,  $\mu = 4\mu_0$ , in terms of  $C$ .
  - (b) Draw the intensity distribution in the diffraction pattern due to a straight edge.
  - (c) What do you understand by fringes of equal thickness ?
  - (d) Find the thickness of quarter wave plate, for  $\lambda = 6000 \text{ \AA}$  having refractive indices  $\mu_o = 1.60$  and  $\mu_e = 1.50$ .
  - (e) Obtain an expression for phase difference between two waves at the instant when they have already travelled for distances  $x_1$  and  $x_2$  from the same source.

- (f) Write intensity distribution function for the fringe pattern formed by transmitted light in the Fabry-Perot interferometer. Explain each parameter in the expression.
- (g) Write three applications of lasers.

2. Attempt *any two* parts :

- (a) What are 'rods' and 'cones' in human eye ?  
Explain their role for clear vision. 1+4=5
- (b) Two linearly polarised waves are given by 5

$$\vec{E}_1(z, t) = \hat{e}_x E_{01} \cos(kz - \omega t)$$

$$\vec{E}_2(z, t) = \hat{e}_y E_{02} \cos(kz - \omega t + \phi),$$

where  $\phi$  is an arbitrary phase. Show that these two waves when super imposed on each other, produce elliptically polarised waves.

- (c) Using concepts of propagation of e-m wave in a medium, derive expressions for reflection and transmission coefficients of an interface separating two media of refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ . Assume that the e-m wave is incident normally on the interface. 5

3. Attempt *any one* part :

- (a) In Young's double slit arrangement, a thin transparent sheet of thickness  $t$  and refractive index  $\mu$  is introduced in the path of one of the beams. Obtain the expression for the distance through which each of the maxima gets shifted. 7
- (b) With the help of a diagram, show that, in the Newton's rings experiment, the radius of the  $n^{\text{th}}$  bright ring is directly proportional to the square root of odd natural numbers. 7

4. Attempt *any one* part :

- (a) Write the condition for obtaining principal maximum and adjacent minima for a given wavelength of light incident normally on a grating having  $N$  number of lines. Show that principal maximum becomes sharper as  $N$  increases. A grating has 10,000 lines per cm. Calculate the maximum number of principal maxima that can be formed for light of wavelength 480 nm. 2+4+4=10
- (b) Distinguish between the resolving powers of a microscope and a telescope. Explain with the help of a diagram the Rayleigh criterion for resolution. For a doublet in a light source,  $\lambda_1 = 5790 \text{ \AA}$  and  $\lambda_2 = 5770 \text{ \AA}$ , calculate the minimum number of lines in a grating which will resolve this doublet in first order. 3+3+4=10

5. Attempt **any one** part :

- (a) What do you mean by the population inversion in lasers ? What are the different methods to achieve the population inversion ? Explain one of them briefly. Draw the four level pumping scheme indicating the lasing levels.  $2+2+2+2=8$
- (b) The object wave and the reference wave make an angle of  $30^\circ$  at the hologram, find the spacing between the fringes for a wavelength  $5000 \text{ \AA}$ . With a neat diagram, explain the process of recording and reconstruction of image in a hologram.  $2+3+3=8$
-

विज्ञान स्नातक ( बी.एस सी. )

सत्रांत परीक्षा

भौतिक विज्ञान, 2010

पी.एच.ई.-9 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

**नोट :** सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। परंतु आंतरिक विकल्प दिए गए हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप लॉग सारणीयाँ अथवा कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतिकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं पाँच भागों के उत्तर लिखें। 3x5=15
- (a) परावैद्युतांक,  $\epsilon = 9\epsilon_0$  तथा चुंबकशीलता,  $\mu = 4\mu_0$  वाले माध्यम में गमन कर रही प्रकाश तरंग की चाल,  $C$  के पदों में परिकलित करें।
- (b) एक सीधी कोर के कारण उत्पन्न विवर्तन पैटर्न का तीव्रता वितरण आरेखित करें।
- (c) समान मोटाई वाली फ्रिंजों से आप क्या समझते हैं?
- (d)  $\lambda = 6000 \text{ \AA}$  के लिए एक चतुर्थांश तरंग पट्टिका की मोटाई परिकलित करें। अपवर्तनांकों  $\mu_0$  तथा  $\mu_e$  के मान क्रमशः 1.60 तथा 1.50 है।

- (e) किसी स्रोत से क्रमशः  $x_1$  तथा  $x_2$  दूरियां तय करने के बाद दो तरंगों के बीच कलाअंतर का व्यंजक प्राप्त करें।
- (f) फेब्री-पेरॉट व्यतिकरणमापी में पारगमित प्रकाश द्वारा उत्पन्न फ्रिंज पैटर्न के लिए तीव्रता वितरण फलन लिखें। इस फलन के प्रत्येक प्राचाल को समझाएं।
- (g) लेसर के तीन अनुप्रयोग बताएं।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखें :

- (a) मानव नेत्र में शलाकाएं तथा शंकुएं क्या होती हैं? स्वच्छ दृष्टि के लिए इनकी भूमिका समझाएं। 1+4=5
- (b) दो रैखिकतः ध्रुवित तरंगों निम्लिखित व्यंजकों द्वारा व्यक्त होती हैं : 5

$$\vec{E}_1(z, t) = \hat{e}_x E_{01} \cos(kz - \omega t)$$

$$\vec{E}_2(z, t) = \hat{e}_y E_{02} \cos(kz - \omega t + \phi),$$

जहाँ  $\phi$  स्वेच्छ प्रावस्था है। सिद्ध करें कि जब इन तरंगों को एक दूसरे पर अध्यारोपित किया जाता है तो दीर्घवृत्तीय ध्रुवित तरंग उत्पन्न होती है।

- (c) विद्युत चुंबकीय तरंगों के संचरण की अवधारणाओं का उपयोग कर अपवर्तनांक  $n_1$  तथा  $n_2$  वाले माध्यमों के अंतरापृष्ठ के परावर्तन तथा पारगमन गुणांकों के लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें। मान लें कि विद्युत-चुंबकीय तरंग, अंतरापृष्ठ पर लंबवत् आपतित होती है। 5

3. किसी एक भाग का उत्तर लिखें :

- (a) यंग द्वि-रेखाछिद्र प्रयोग में किसी एक किरण-पुंज के 7  
पथ में मोटाई  $t$  तथा अपवर्तनांक  $\mu$  वाली एक शीट रखी  
जाती है। ऐसा करने के कारण प्रत्येक उच्चिष्ठ जिस दूरी  
से विस्थापित होता है उसके लिए व्यंजक व्युत्पन्न करें।
- (b) उचित आरेख बना कर, सिद्ध करें कि न्यूटन वलय 7  
प्रयोग में  $n$ वें दीप्त वलय की त्रिज्या विषम धन पूर्णाकों  
के वर्गमूल के समानुपाती होती है।

4. किसी एक भाग का उत्तर लिखें :

- (a)  $N$  रेखाओं वाली एक ग्रेटिंग पर लंबवत् आपतित नियत  
तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश के लिए प्रमुख उच्चिष्ठ और उसके  
दोनों ओर के निम्निष्ठों को प्राप्त करने की शर्त बताएं।  
दिखाएं कि  $N$  का मान बढ़ने पर प्रमुख उच्चिष्ठ तीक्ष्ण  
होता जाता है। एक ग्रेटिंग में प्रति cm, 10,000 रेखाएं हैं।  
इसके द्वारा, तरंगदैर्घ्य 480 nm वाले प्रकाश के लिए  
उत्पन्न मुख्य उच्चिष्ठों की संख्या परिकलित करें।
- (b) सूक्ष्मदर्शी और दूरबीन की विभेदन क्षमताओं में <sup>2+4+4=10</sup>  
अन्तर करें। रेखाचित्र की सहायता से विभेदन का रैले निकष  
समझाएं। किसी प्रकाश स्रोत के द्विक में  $\lambda_1 = 5790 \text{ \AA}$   
तथा  $\lambda_2 = 5770 \text{ \AA}$  इस द्विक को प्रथम कोटि में विभेदित  
करने के लिए प्रयुक्त ग्रेटिंग में रेखाओं की कम से कम  
संख्या परिकलित करें। 3+3+4=10

5. किसी एक भागों का उत्तर लिखें :

- (a) लेसरों में संख्या प्रतीपन से आप क्या समझते हैं? संख्या प्रतीपन प्राप्त करने की विभिन्न विधियां क्या हैं? इनमें से किसी एक विधि को समझाएं। चार-स्तर पंपन व्यवस्था आरेखित करें और उस पर लेसिंग स्तरों को दिखाएं।
- (b) वस्तु तरंग तथा संदर्भ तरंग किसी होलोग्राम से  $30^\circ$  का कोन बनाते हैं। तरंगदैर्घ्य  $5000 \text{ \AA}$  के लिए फ्रिन्जों के बीच की दूरी परिकलित करें। एक रेखाचित्र की सहायता से होलोग्राम बनाने की तथा उससे प्रतिबिम्ब पुनःनिर्माण प्रक्रिया समझाएं।

$$2+2+2+2=8$$

$$2+3+3=8$$