

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2011****PHYSICS****PHE-09 : OPTICS***Time : 2 hours**Maximum Marks : 50*

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

1. Attempt *any five* parts : 2x5=10

- (a) Specify the wavelengths of waves used in satellite communication and radio transmission.
- (b) In a birefringent crystal, $n_o = 1.5442$ and $n_e = 1.5533$ for light of wavelength 6000 \AA . Calculate the least thickness of a quarter-wave plate.
- (c) State two important differences between fringes obtained using Fresnel biprism and Lloyd's mirror.
- (d) The light focussing system in human eye consists of cornea and a concave lens, which forms an inverted image on retina ? Yet we do not see the world topsy-turvy. Explain.

- (e) We observe polarisation of light waves rather than sound waves. Explain its physical implication.
- (f) Express Resolving Power of a grating in terms of total number of lines in it. How does R.P. change with grating constant ?
- (g) Depict the Fraunhofer diffraction pattern produced by a rectangular aperture.
- (h) We use a monochromatic and spatially coherent source of light for holography. Explain.

2. Answer *any two* parts : 5x2=10

- (a) (i) Define dichroism and name a naturally occurring dichroic crystal.
- (ii) Define birefringence and depict the wave surfaces for o- and e-waves in a negative uni-axial crystal. 2+3
- (b) State and explain Fermat's principle. Use it to derive the laws of reflection. 2+3
- (c) In a double slit interference arrangement 5
fringes are produced with monochromatic light of wavelength 5500 \AA . A thin plate of glass ($\mu = 1.5$) is placed in the path of one of the interfering beams. The central band of fringe system moves into position occupied by the third bright band from the centre. Calculate the thickness of the glass plate.

3. Answer *any one* part :

10×1=10

- (a) (i) Light from a monochromatic source is incident on a thin transparent film. It undergoes multiple reflections. Show that the interference patterns of reflected and transmitted waves are complimentary. 8
- (ii) Explain why an excessively thin film seen in reflected light appears black. 2
- (b) Explain the working of Michelson interferometer with the help of a schematic diagram. Under what conditions do we observe straight fringes in this interferometer. 8,2

4. Answer *any two* parts :

5×2=10

- (a) A helium-neon laser emits a beam ($\lambda = 600 \text{ nm}$) of diameter $3 \times 10^{-3} \text{ m}$. It is directed towards the surface of moon. Calculate the diameter of light patch produced on the surface of moon. Take the distance between moon and earth as $375 \times 10^3 \text{ km}$.
- (b) In a double slit arrangement used to observe diffraction, the intensity of the pattern is given by

$$I_{\theta} = 4I_0 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \cos^2 \gamma$$

$$\text{where } \beta = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \text{ and } \gamma = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}.$$

Obtain conditions for missing orders.

- (c) What are half-period zones ? Discuss Fresnel's diffraction due to a straight edge.

5. Answer *any two* parts : 5x2=10

- (a) Two waves of same frequency and constant phase difference have intensities in the ratio 16 : 1. Calculate the ratio of a maximum to minimum intensities obtained in the interference pattern. 5
- (b) On the basis of refractive index profile, explain the difference between a step-index fibre and a gradient index fibre. How does gradient index fibre help in minimising pulse dispersion ? 4+1
- (c) Draw three level and four level pumping schemes for a laser. Discuss their comparative merits. 2+3
-

विज्ञान स्नातक (बी.एस.सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसंबर, 2011

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : 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 स्मरणियों अथवा कैलकुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. **किन्हीं पाँच** भागों के उत्तर लिखें : 2x5=10
 - (a) उपग्रह संचार तथा रेडियो संचारण में प्रयुक्त तरंगों के तरंगदैर्घ्य बताएँ।
 - (b) तरंगदैर्घ्य 6000 \AA वाले प्रकाश के लिए एक द्विअपवर्ती क्रिस्टल का $n_o = 1.5442$ तथा $n_e = 1.5533$ हैं। चतुर्थांश तरंग पट्टिका की न्यूनतम मोटाई परिकलित करें।
 - (c) फ्रेनल द्विकप्रिज्म तथा लॉयड दर्पण द्वारा प्राप्त फ्रिन्जों में दो महत्वपूर्ण अंतर बताएँ।
 - (d) मानव नेत्र की प्रकाश फोकसन व्यवस्था में कार्निया तथा एक अवतल लेंस होता है जो रेटिना पर उल्टे प्रतिबिम्ब का निर्माण करता है। फिर भी हम दुनिया को उल्टा नहीं देखते। समझाएँ।

- (e) हम प्रकाश तरंगों का ध्रुवण प्रेक्षित करते हैं परंतु ध्वनि तरंगों का नहीं। इस कथन की भौतिक अभिकल्पना समझाएँ।
- (f) ग्रेटिंग की विभेदन क्षमता उसके रेखाओं की कुल संख्या के पदों में व्यक्त करें। ग्रेटिंग स्थिरांक के साथ विभेदन क्षमता किस प्रकार परिवर्तित होती है ?
- (g) आयताकार द्वारक द्वारा उत्पन्न फ्राउनहॉफर विवर्तन पैटर्न आरेखित करें।
- (h) हम होलोग्राफी के लिए एकवर्णी तथा स्थानिक कलासंबद्ध प्रकाश स्रोत का अनुप्रयोग करते हैं। विवेचना करें।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखें :

5x2=10

- (a) (i) द्विवर्णता को परिभाषित करें तथा प्रकृति में पाये जाने वाले एक द्विवर्णी पदार्थ का नाम बताएँ।
- (ii) द्विअपवर्तन को परिभाषित करें तथा ऋणात्मक एकाक्ष क्रिस्टल के लिए o - तथा e -तरंग सतहें आरेखित करें। 2+3
- (b) फर्मा सिद्धांत बताएँ तथा उसकी व्याख्या करें। इस सिद्धांत की सहायता से परावर्तन नियम व्युत्पन्न करें। 2+3
- (c) एक द्विरेखाछिद्र व्यतिकरण व्यवस्था में 5500 \AA तरंगदैर्घ्य वाले एकवर्णी प्रकाश के कारण फ्रिन्ज उत्पन्न होती हैं। किसी एक व्यतिकरण किरणपुंज के पथ में एक पतली ग्लास ($\mu = 1.5$) प्लेट रखी जाती है। इसके फलस्वरूप, केन्द्रिय फ्रिंज उस स्थान पर विस्थापित हो जाता है जहाँ पहले केन्द्र से तीसरा दीप्त फ्रिंज स्थित था। ग्लास प्लेट की मोटाई परिकलित करें। 5

3. किसी एक भाग का उत्तर लिखें :

10×1=10

- (a) (i) किसी एकवर्णी स्रोत से उत्सर्जित प्रकाश एक पतले पारदर्शी फिल्म पर आपतित होता है। फिल्म में यह प्रकाश बहु परावर्तित होता है। सिद्ध करें कि परावर्तित तथा पारगमित तरंगों के कारण उत्पन्न व्यतिकरण पैटर्न एक दूसरे के पूरक होते हैं। 8
- (ii) समझाएँ कि परावर्तित प्रकाश में देखने पर एक अत्यधिक पतली फिल्म काली क्यों दिखती है? 2
- (b) एक व्यवस्था आलेख की सहायता से माइकलसन व्यतिकरणमापी की कार्यप्रणाली समझाएँ। इस व्यतिकरणमापी में किन स्थितियों में हम सीधी फ्रिंजें प्रेक्षित कर सकते हैं? 8,2

4. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखें :

5×2=10

- (a) एक हिलियम-नियॉन लेसर ($\lambda = 600 \text{ nm}$) द्वारा $3 \times 10^{-3} \text{ m}$ व्यास का किरणपुंज उत्सर्जित होता है। यह किरणपुंज चाँद की सतह की ओर भेजा जाता है। चाँद की सतह पर उत्पन्न प्रकाश पैच का व्यास परिकल्पित करें। मान लें कि पृथ्वी और चाँद के बीच की दूरी $375 \times 10^3 \text{ km}$ है।
- (b) विवर्तन प्रेक्षित करने के लिए द्विरेखाछिद्र व्यवस्था में पैटर्न की तीव्रता का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$I_{\theta} = 4I_0 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \cos^2 \gamma$$

$$\text{जहाँ } \beta = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \text{ तथा } \gamma = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda} \text{ हैं।}$$

लुप्त क्रम के लिए शर्तें प्राप्त करें।

- (c) अर्ध-आवर्तन जोन क्या होता है? एक श्रृंखला कोर द्वारा उत्पन्न फ्रेनल विवर्तन की विवेचना करें।

5. **किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखें :** 5x2=10

- (a) बराबर आवृत्ति तथा स्थिर कलांतर वाली दो तरंगों की 5
तीव्रताओं का अनुपात 16 : 1 है। व्यतिकरण पैटर्न में
उत्पन्न अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात
परिकलित करें।
- (b) अपवर्तनांक प्रोफाइल के आधार पर चरण सूचक तथा 4+1
प्रवणता सूचक तंतुओं में अंतर समझाएँ। प्रवणता सूचक
तंतु स्पंद परिक्षेपण को कम करने में किस प्रकार सहायक
होता है?
- (c) किसी लेसर के लिए तीन स्तर तथा चार स्तर पंपन 2+3
व्यवस्थाएँ आरेखित करें। इनकी तुलनात्मक चर्चा करें।
-