

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2012

PHYSICS

PHE-09 : OPTICS

01571

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : All questions are compulsory. However, internal choices are given. You can use non - programmable calculator. Symbols have their usual meanings.

1. Answer *any three* parts : 3x5=15

- (a) Waves carry energy, not matter. Discuss it with reference to e.m. waves.
- (b) A liquid of refractive index μ is introduced between the plano - convex lens and the glass plate used in the Newton's rings arrangement. Establish the relation between radii of dark rings and wavelength of light.
- (c) You are given two telescopes with objectives of same focal length but apertures 40 cm and 80 cm. Which one will you use to see deeper in sky ? and why ? Justify your answer with necessary calculations.
- (d) List three uses of lasers and explain in detail any one of these.

2. Starting from Maxwell's field equations in free space, show that light waves are e.m. in nature. 5

OR

The electric field vectors of two linearly polarised light waves are given by : 5

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

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

Show that their superposition results in an elliptically polarised light wave.

3. State the salient features of the Fraunhoffs diffraction pattern of a single vertical slit of width b observed in a physics laboratory. Calculate the intensity distribution at an angle θ with the horizontal axis. 3, 7

OR

Explain the formation of coherent sources for a thin film and obtain the conditions for maxima and minima in the interference pattern of reflected light. 3, 7

4. Answer *any two* parts : 2x5=10

- (a) A helium - neon laser emits a diffraction limited beam ($\lambda = 600 \text{ nm}$) of diameter $3 \times 10^{-3} \text{ m}$. Calculate the diameter of the light patch produced on the surface of moon at a distance of $376 \times 10^3 \text{ km}$ from the Earth. Assume that scattering in Earth's atmosphere can be ignored.

- (b) A single slit has a width of 4×10^{-5} m. A parallel beam of light of wavelength 600 nm is incident normally on it. If the distance between the slit and the screen is 1 m, Calculate the separate between the central maxima and the second minima in the diffraction pattern.
- (c) Describe how Michelson's interferometer can be used to determine the refractive index of a thin plate.

5. Explain the basic principle of holography. Describe the production of a hologram. How is the image of an object reconstructed from a hologram ?

2+4+4

OR

- (a) What do you mean by the light gathering capacity of an optical fibre ?
- (b) Calculate the numerical aperture for a fibre having core and cladding with refractive indices 1.5 and 1.45, respectively.
- (c) Draw the refractive index profile of a gradient index fibre.
- (d) Explain why the refractive index of the cladding material is lower than that of the core material in an optical fibre.

2+3+3+2

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2012

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं परंतु आंतरिक विकल्प दिए गए हैं।
आप अप्रोग्रामिय कैलकुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतिकों के
अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर लिखें : 3x5=15
- (a) तरंग, ऊर्जा वहन करती है द्रव्यमान नहीं। विद्युत् चुंबकीय तरंगों के संदर्भ में इस कथन की समीक्षा करें।
- (b) न्यूटन वलय प्रयोग में ग्लास प्लेट तथा समतल-उत्तल लेंस के बीच अपवर्तनांक μ वाला द्रव रखा जाता है। अदीप्त वलयों की त्रिज्याएं तथा प्रकाश के तरंगदैर्ध्य के बीच संबंध स्थापित करें।
- (c) कल्पना करें कि आपके पास एक ही फोकस-दूरी परंतु द्वारक 40 cm तथा 80 cm वाले दो दूरबीन हैं। आसमान में दूरी तक देखने के लिए आप कौन से दूरबीन का उपयोग करेंगे? आवश्यक परिकलना के आधार पर अपने उत्तर की पुष्टि करें।
- (d) लेसर के किन्हीं तीन उपयोगों को सूचीबद्ध करें तथा उनमें से किसी एक को विस्तार से समझाएं।

2. मुक्त आकाश के लिए मैक्सवेल समीकरणों के आधार पर सिद्ध करें कि प्रकाश तरंगें, विद्युत्-चुंबकीय तरंगें हैं। 5

अथवा

दो रैखिकतः ध्रुवित प्रकाश तरंगों के संगत विद्युत् क्षेत्र सदिश निम्नलिखित हैं : 5

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

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

सिद्ध करें कि इन्हें अध्यारोपित करने पर दीर्घवृत्तीय ध्रुवित प्रकाश तरंगें उत्पन्न होती हैं।

3. भौतिकी प्रयोगशाला में प्रेक्षित चौड़ाई b के एकल रेखाछिद्र के फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न के प्रमुख अभिलक्षण बताएं। क्षैतिज अक्ष से θ कोण पर तीव्रता वितरण परिकल्पित करें। 3, 7

अथवा

पतली पर्त में कला संबद्ध स्रोतों की निर्माण प्रक्रिया समझाएं तथा परावर्तित प्रकाश द्वारा उत्पन्न व्यतिकरण पैटर्न के उच्चिष्ठों तथा निम्निष्ठों के लिए शर्तें प्राप्त करें। 3, 7

4. **किन्हीं दो** भागों के उत्तर लिखें : 2x5=10

(a) एक हीलियम-निऑन लेसर, $3 \times 10^{-3} \text{m}$ व्यास का विवर्तन-सीमित किरणपुंज ($\lambda = 600 \text{ nm}$) उत्सर्जित करता है। यह किरणपुंज पृथ्वी से $376 \times 10^3 \text{ km}$ दूर चन्द्रमा के पृष्ठ पर कितने व्यास का प्रकाश पैच बनाएगा? पृथ्वी के वायुमंडल में प्रकीर्णन की उपेक्षा कर सकते हैं।

(b) किसी एकल-रेखाछिद्र की चौड़ाई $4 \times 10^{-5} \text{ m}$ है। 600 nm तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश का समांतर किरण पूँज इस पर अभिलंबवत् आपतित होता है। यदि रेखाछिद्र तथा परदे के बीच की दूरी 1 m है तो इसके विवर्तन पैटर्न के केन्द्र से दूसरे निम्निष्ठ की दूरी परिकलित करें।

(c) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी द्वारा पतले प्लेट के अपवर्तनांक निर्धारण की प्रक्रिया बताएं।

5. होलोग्राफी का मूल सिद्धांत समझाएं। होलोग्राम उत्पादन विधि बताएं। होलोग्राम से किसी वस्तु की प्रतिबिम्ब की पुनर्रचना किस प्रकार की जाती है? 2+4+4

अथवा

(a) किसी प्रकाशिक तंतु की प्रकाश संग्रहण क्षमता से आप क्या समझते हैं? 2+3+3+2

(b) किसी तंतु का संख्यात्मक द्वारक परिकलित करें यदि इसके क्रोड तथा अधिपट्टन के अपवर्तनांक क्रमशः 1.5 तथा 1.45 हैं।

(c) प्रवणता सूचक तंतु का अपवर्तनांक प्रोफाइल आरेखित करें।

(d) समझाएं कि प्रकाशिक तंतु में अधिपट्टन पदार्थ का अपवर्तनांक, क्रोड पदार्थ के अपवर्तनांक से कम क्यों होता है?