

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

December, 2023

Physics

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

Note : (i) *All questions are compulsory, but internal choices are given.*

(ii) *You can use a calculator.*

(iii) *Marks for each question are indicated against it.*

(iv) *Symbols have their usual meanings.*

1. Answer any **two** parts : 2×5=10
- (a) Starting from Maxwell's field equations in free space, show that light waves are electromagnetic in nature.
- (b) "Interference pattern is obtained by division of wave front as well as division of amplitude." Explain the statement. Name *one* instrument used to observe each type of pattern.
- (c) Show that a zone plate acts like a multi-foci converging lens.

2. Answer any *two* parts :

- (a) Explain the formation of Newton's rings and discuss how these can be used for determining the wavelength of light. 3, 2
- (b) Two light waves of unequal amplitudes and having an arbitrary phase difference are moving along the z -direction. Their electric field vectors are mutually orthogonal. Show that (i) their superposition leads to an elliptically polarized light and (ii) linear polarisation and circular polarisation are special cases of elliptical polarisation. 3, 2
- (c) Sunlight is incident on the surface of a calm pond water at an angle of 37° . Will the reflected light be linearly polarised ? Justify your answer. 5

3. Answer any *one* part :

- (a) (i) Discuss Rayleigh's criterion for resolving two images. 3
- (ii) Obtain an expression for resolving power of a microscope. 5
- (iii) Why do we need telescopes with objectives of larger aperture to penetrate deep in space ? 2

- (b) (i) Why is holography technique better than ordinary photography ? 2
- (ii) With the help of a schematic diagram, explain the process of recording a hologram and image reconstruction from a hologram. 8

4. Answer any *two* parts :

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

5. Answer any *one* part :

- (a) Discuss the salient features of Fraunhofer diffraction pattern of a single slit. Derive an expression for the intensity distribution in this diffraction pattern. 3+7

- (b) (i) A helium-neon laser emits light beam of wavelength 600 nm and diameter 3×10^{-3} 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 375×10^3 km. 5
- (ii) In a Young's interference experiment, the slits are 0.2 mm apart. An interference pattern is observed on a screen 0.5 m away. The wavelength of light is 5000 Å. Calculate the distance between central maxima and third minima on the screen. 5

PHE-09

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2023

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : (i) सभी प्रश्न अनिवार्य हैं, परन्तु आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं।

(ii) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iii) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए : $2 \times 5 = 10$

(क) मुक्त आकाश में मैक्सवेल के क्षेत्र समीकरणों के आधार पर सिद्ध कीजिए कि प्रकाश तरंगों की प्रकृति विद्युतचुम्बकीय तरंगों जैसी है।

(ख) “व्यतिकरण पैटर्न को तरंगाग्र विभाजन तथा आयाम विभाजन द्वारा प्राप्त किया सकता है।”

इस कथन की विवेचना कीजिए। उपयुक्त विधियों से उत्पन्न पैटर्न को प्रेक्षित करने के लिए उपयुक्त एक-एक उपकरण का नाम बताइए।

(ग) सिद्ध कीजिए कि जोन-पट्टिका बहु-फोकसीय अभिसारी लेंस की तरह व्यवहार करती है।

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए : $2 \times 5 = 10$

(क) न्यूटन वलय निर्माण की प्रक्रिया को समझाइए तथा बताइए कि इनका उपयोग कर प्रकाश का तरंगदैर्घ्य किस तरह निर्धारित किया जाता है। 5

(ख) असमान आयाम तथा यादृच्छिक प्रावस्था अंतर वाली दो प्रकाश तरंगें z -दिशा के अनुदिश संचरित होती हैं। इन तरंगों के विद्युत् क्षेत्र सदिश परस्पर लंबवत् हैं। सिद्ध कीजिए कि (i) इन तरंगों के अध्यारोपण के फलस्वरूप हमें दीर्घवृत्तीय ध्रुवित प्रकाश प्राप्त होता है तथा (ii) रैखिक ध्रुवण तथा वृत्तीय ध्रुवण दीर्घवृत्तीय ध्रुवण की विशेष स्थितियाँ हैं। 3, 2

(ग) किसी तालाब की स्थिर जल सतह पर सूर्य का प्रकाश 37° कोण पर आपतित होता है। क्या परावर्तित प्रकाश रैखिकतः ध्रुवित होगा ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए। 5

3. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए :

- (क) (i) दो प्रतिबिम्बों को विभेदित करने के लिए लागू रैले निकष की चर्चा कीजिए। 3
- (ii) सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5
- (iii) अंतरिक्ष में दूर तक देखने के लिए हम बड़े द्वारक वाले दूरबीन का उपयोग क्यों करते हैं ? 2
- (ख) (i) होलोग्राफी तकनीक, साधारण फोटोग्राफी से बेहतर क्यों होता है ? 2
- (ii) व्यवस्था आलेख की सहायता से होलोग्राम का रिकार्डिंग और होलोग्राम से प्रतिबिम्ब की पुनर्रचना की प्रक्रियाएँ समझाइए। 8

4. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए :

- (क) समान आवृत्ति तथा अचर कलांतर की दो तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात 16 : 1 है। व्यतिकरण पैटर्न में उत्पन्न अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात परिकलित कीजिए। 5
- (ख) किसी लेसर के लिए तीन स्तर तथा चार स्तर पंपन व्यवस्थाएँ आरेखित कीजिए। इनक तुलनात्मक गुणों की चर्चा कीजिए। 2, 3

(ग) अपवर्तनांक प्रोफाइल के आधार पर चरण सूचक एवं प्रवणता सूचक तंतुओं में अन्तर समझाइए। प्रवणता सूचक तंतु स्पंद परिक्षेपण को कम करने में किस प्रकार सहायक होता है ? 4, 1

5. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए : $1 \times 10 = 10$

(क) एक एकल रेखाछिद्र के फ्राउनहॉफर विवर्तन पैटर्न के अभिलक्षणों की चर्चा कीजिए। इस विवर्तन पैटर्न में तीव्रता वितरण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 3+7

(ख) (i) एक हीलियम-नियॉन लेसर 600 nm तरंगदैर्घ्य और 3×10^{-3} m व्यास वाला किरणपुंज उत्सर्जित करता है। यह चंद्रमा की सतह की ओर भेजा जाता है। चन्द्रमा की सतह पर उत्पन्न प्रकाश पैच का व्यास परिकलित कीजिए। मान लीजिए कि पृथ्वी और चंद्रमा के बीच की दूरी 375×10^3 km है। 5

(ii) यंग व्यतिकरण प्रयोग में रेखाछिद्रों के बीच की दूरी 0.2 mm है। व्यतिकरण पैटर्न 0.5 m दूर स्थित परदे पर प्रेक्षित किया जाता है। प्रकाश का तरंगदैर्घ्य 5000 Å है। परदे पर केन्द्रोय उच्चिष्ठ और तृतीय निम्निष्ठ के बीच की दूरी परिकलित कीजिए। 5