

No. of Printed Pages : 8

PHE-09

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

June, 2024

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

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

(ii) *Marks for each question are given against it.*

(iii) *You can use a calculator.*

(iv) *Symbols have their usual meanings.*

1. Answer any **three** parts : 3×5=15

(a) State Fermat's principle and use it to obtain Snell's law for refraction of light. 1, 4

(b) What do you understand by resolving power of a microscope ? Show that it is inversely proportional to numerical aperture of a microscope. 2, 3

P. T. O.

- (c) Discuss how Michelson-interferometer can be used to determine the difference in the wavelength of the doublet emitted by sodium. 5
- (d) What is a step-index fibre ? Obtain an expression for the angle of incidence beyond which light will get refracted into the cladding material. What would happen if the refractive index of the cladding were higher than that of the core ? 1, 3, 1
2. Answer any *one* part of the following : 1×5=5
- Differentiate between trichromatic and opponent colour theories of colour vision.

Or

Show that a zone plate acts like a multi-foci converging lens.

3. Answer any *two* parts of the following : 2×5=10
- (a) For interference in thin films, obtain the condition of constructive interference between reflected light waves.

- (b) Obtain expression relating Einstein's A and B coefficients associated with spontaneous emission and stimulated emission respectively.
- (c) Two waves having same frequency, constant phase difference and intensifies in the ratio 25 : 1 are superposed. Calculate the ratio of maximum and minimum intensities obtained in the interference pattern.
4. Answer any *two* parts of the following : $2 \times 5 = 10$
- (a) Light from a laser is incident on a grating having 5300 lines per cm. The central and first order principal maxima are separated by a distance of 0.480 m on a screen placed 1.5 m away from grating. Calculate the wavelength of laser light. 5
- (b) Discuss the applications of lasers in communication, basic research and medicine. 2, 2, 1
- (c) Discuss evolution of Fresnel's diffraction pattern with distance. 5

5. Answer any *two* parts of the following : $2 \times 5 = 10$

(a) Explain pulse dispersion in step-index fibre. If the core and cladding refractive indices for a step-index fibre are 1.47 and 1.46, respectively, calculate the broadening of a pulse after it has travelled a distance of 5 km. 1, 4

(b) What is polarization of light ? Two orthogonal linearly polarized lights with instantaneous electric fields \vec{E}_1 and \vec{E}_2 having phase difference ϕ and of different amplitudes are superposed.

Show that the resultant is an elliptically polarised light. 1, 4

(c) A diffraction limited laser beam ($\lambda = 650$ nm) of diameter 5 mm is directed as the earth from a space laboratory situated at an altitude of 600 km. How large an area will the central beam illuminate ? 5

PHE-09

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2024

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

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

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

(iii) आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं **तीन** भागों के उत्तर दीजिए : $3 \times 5 = 15$

(क) फर्मा सिद्धान्त बताइए तथा इसका उपयोग करके प्रकाश के अपवर्तन के लिए मान्य स्नैल नियम व्युत्पन्न कीजिए। 1, 4

(ख) सूक्ष्मदर्शी की विभदन क्षमता से आप क्या समझते हैं ? सिद्ध कीजिए कि सूक्ष्मदर्शी के लिए यह संख्यात्मक द्वारक के विलोमानुपाती है। 2, 3

- (ग) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी द्वारा सोडियम से उत्सर्जित द्विक तरंगदैर्घ्यों के मानों में अन्तर किस प्रकार निर्धारित किया जाता है ? 5
- (घ) चरण-सूचक तंतु क्या होता है ? उस आपतन कोण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए जिससे अधिक कोण पर प्रकाश आपतित होने पर अधिपट्टन में अपवर्तित हो जाएगा। यदि अधिपट्टन पदार्थ का अपवर्तनांक क्रोड के पदार्थ के अपवर्तनांक से अधिक हो तो क्या होगा ? 1, 3, 1

2. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए : $1 \times 5 = 5$
वर्ण बोध के त्रिवर्ण सिद्धान्त तथा विरोधी प्रक्रम सिद्धान्त में अन्तर बताइए।

अथवा

सिद्ध कीजिए कि ज़ोन पट्टिका बहु-फोकसीय अभिसारी लेंस की भाँति व्यवहार करती है।

3. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए : $2 \times 5 = 10$
(अ) पतली फिल्मों के लिए परावर्तित प्रकाश तरंगों के रचनात्मक व्यतिकरण का प्रतिबन्ध व्युत्पन्न कीजिए।

- (ब) आइन्सटीन के A तथा B गुणांकों, जो क्रमशः स्वतः उत्सर्जन और उदीपित उत्सर्जन से सम्बन्धित हैं, को सम्बन्धित करने वाला व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।
- (स) समान आवृत्ति तथा अचर कलान्तर की दो तरंगों को अध्यारोपित किया जाता है। यदि इनकी तीव्रताओं का अनुपात 25 : 1 हो तो व्यतिकरण पैटर्न में प्राप्त अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात परिकलित कीजिए।

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

- (अ) प्रति 5300 cm रेखाओं वाले एक ग्रेटिंग पर लेसर प्रकाश आपतित होता है। केन्द्रीय और प्रथम कोटि मुख उच्चिष्ठों के बीच की दूरी ग्रेटिंग से 1.5 m दूर स्थित परदे पर 0.480 m है। लेसर प्रकाश का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए। 5
- (ब) संचार, अनुसंधान तथा चिकित्सा के क्षेत्रों में लेसर के अनुपयोगों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए। 2, 2, 1
- (स) फ्रेनल का विवर्तन पैटर्न दूरी के साथ कैसे परिवर्तित होता है ? 5

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

(अ) चरण सूचक तंतु में स्पंद परिक्षेपण प्रक्रिया समझाइए। यदि चरण-सूचक तंतु के लिए क्रोड और अधिपट्टन माध्यमों के अपवर्तनांक क्रमशः 1.47 तथा 1.46 हों तो 5 km दूरी तय करने के बाद स्पंद विस्तारण परिकलित कीजिए। 1, 4

(ब) प्रकाश के ध्रुवण से आप क्या समझते हैं ? दो लम्बकोणीय रैखिकतः ध्रुवित प्रकाश, जिनके तात्क्षणिक विद्युत सदिश \vec{E}_1 तथा \vec{E}_2 हैं और उनके बीच कलान्तर ϕ है, को अध्यारोपित किया जाता है। यदि इन दो विद्युत सदिशों के आयाम भिन्न हों तो सिद्ध कीजिए कि परिणामी प्रकाश दीर्घवृत्तीय ध्रुवित होगा। 1, 4

(स) 5 mm व्यास वाला विवर्तन-सीमित लेसर किरण पुंज ($\lambda = 650 \text{ nm}$), 600 km ऊँचाई पर स्थित अंतरिक्ष प्रयोगशाला से पृथ्वी की ओर भेजा जाता है। केन्द्रीय किरणपुंज पृथ्वी पर कितने बड़े क्षेत्रफल को दीप्त करेगा ? 5