

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2022

PHYSICS

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : *All questions are **compulsory**. However, internal choices are given. You may use a calculator. The marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings.*

1. Answer any **four** parts : 4×5=20

(a) In brief, explain functions of the following parts of human eye : 5

- (i) Sclera
- (ii) Cornea
- (iii) Ciliary Muscle
- (iv) Pupil
- (v) Aqueous humor

(b) Derive an expression for resultant intensity due to superposition of two waves of same frequency but having constant phase difference. 5

- (c) A thin convex lens of focal length 4 m and refractive index 1.50 rests on and in contact with an optical flat, and using light of wavelength 5460 \AA , Newton's rings are viewed normally by reflection. What is the diameter of the 5th bright ring ? 5
- (d) In an experiment, a big plane metal sheet has a circular aperture of diameter 1.2 mm. A beam of parallel light of wavelength $\lambda = 6000 \text{ \AA}$ is incident upon it normally. The shadow is cast on a screen whose distance can be varied continuously. Calculate the distance at which the aperture will transmit 1, 2, 3 Fresnel zones. 5
- (e) A diffraction-limited laser beam ($\lambda = 6300 \text{ \AA}$) of diameter 5 mm is directed at the Earth from a space laboratory orbiting at an altitude of 500 km. How large an area would the central beam illuminate ? 5
- (f) The sodium line at $\lambda = 5896 \text{ \AA}$, produced in a low-pressure discharge, has spread in wavelength, $\Delta\lambda = 0.0205 \text{ \AA}$. Calculate (i) the coherence length, and (ii) the line width in hertz. $2 \times 2 \frac{1}{2} = 5$

2. Answer any **two** parts :

2×5=10

- (a) For a telescope of aperture 100 cm and focal length 50 cm calculate the minimum angle of resolution and the brightness (light per unit area) of the central diffraction disc formed for a point source. Take $\lambda = 6000 \text{ \AA}$. 2+3
- (b) A plane-polarized light is incident perpendicularly on a quartz plate cut with faces parallel to optic axis. Find the thickness of quartz plate, which introduces phase difference of 60° between e- and o-rays. 5
- (c) Describe the construction and working of Michelson Interferometer. 5

3. Answer any **two** parts :

2×5=10

- (a) (i) List three differences between Biprism and Lloyd's mirror fringes. 3
- (ii) A thin sheet of transparent material ($\mu = 1.60$) is placed in the path of one of the interfering beams in a biprism experiment using sodium light, $\lambda = 5890 \text{ \AA}$. The central fringe shifts to a position originally occupied by the 12th bright fringe. Calculate thickness of the sheet. 2
- (b) Explain Stokes' analysis of phase change on reflection. 5

- (c) Light ($\lambda = 5000 \text{ \AA}$) is incident normally on a thin wedge-shaped film ($\mu = 1.5$). There are ten bright and nine dark fringes over the length of the film. By how much does the film thickness change over this length? 5

4. Answer any **one** part : 1×10=10

- (a) (i) What is a zone plate? Show that it acts like a converging lens. 1+4
- (ii) Write expression for intensity distribution in Fraunhofer pattern from N-identical slits. From this show that for $N = 2$, intensity distribution is given by 1+2

$$I = 4A^2 \frac{\sin^2 \beta}{\beta^2} \cos^2 \gamma$$

- (iii) A parallel beam of light ($\lambda = 5460 \text{ \AA}$) is incident at an angle of 30° on a plane transmission grating which has 6000 lines/cm. Find the highest order spectrum that can be observed. 2
- (b) (i) Explain the following types of lasers : Solid state lasers and Gas lasers with examples. 5
- (ii) Calculate the numerical aperture and acceptance angle of an optical fibre from the following data : 5
 n_1 (core) = 1.55 and n_2 (cladding) = 1.50

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)
सत्रांत परीक्षा
जून, 2022

भौतिक विज्ञान
पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं । तथापि, आंतरिक विकल्प दिए गए हैं ।
आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं । प्रत्येक प्रश्न के अंक
उसके सामने दिए गए हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं ।

1. किन्हीं चार भागों के उत्तर दीजिए : 4×5=20

(क) मनुष्य की आँख के निम्नलिखित भागों की कार्यप्रणाली
को संक्षेप में समझाइए : 5

- (i) स्क्लीरा
- (ii) कॉर्निया
- (iii) पक्ष्माभी पेशी
- (iv) पुतली
- (v) ऐक्विवयस ह्यूमर

(ख) समान आवृत्ति परंतु नियत कलांतर वाली दो तरंगों के
अध्यारोपण के फलस्वरूप उत्पन्न परिणामी तरंग की
तीव्रता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । 5

(ग) फोकस दूरी 4 m और अपवर्तनांक 1.50 वाला एक पतला उत्तल लेंस एक प्रकाशिक समतल पर रखा है और उसके संपर्क में है। तरंगदैर्घ्य 5460 Å वाले प्रकाश का उपयोग कर परावर्तन के कारण न्यूटन वलय प्रेक्षित किए जाते हैं। पाँचवें दीप्त वलय का व्यास कितना होगा ?

5

(घ) एक प्रयोग में, धातु की एक बड़ी चादर में 1.2 mm व्यास का एक वृत्ताकार द्वारक है। तरंगदैर्घ्य $\lambda = 6000 \text{ \AA}$ वाले प्रकाश की समांतर किरण पुंज इस पर लंबवत् आपतित होती है। इसकी छाया एक ऐसे परदे पर प्राप्त की जाती है जिसकी दूरी को लगातार परिवर्तित किया जा सकता है। वह दूरी परिकलित कीजिए जिस पर द्वारक 1, 2 और 3 फ्रेनल ज़ोन पारगमित करेगा।

5

(ङ) 500 km ऊँचाई पर परिक्रमा कर रही अंतरिक्षीय प्रयोगशाला से 5 mm व्यास वाला विवर्तन-सीमित लेसर किरण पुंज ($\lambda = 6300 \text{ \AA}$) पृथ्वी की ओर भेजा जाता है। केन्द्रीय किरण पुंज कितने बड़े क्षेत्र को प्रदीप्त करेगा ?

5

(च) न्यून-दाब विसर्जन के कारण उत्पन्न $\lambda = 5896 \text{ \AA}$ वाली सोडियम रेखा का तरंगदैर्घ्य में विस्तार, $\Delta\lambda = 0.0205 \text{ \AA}$ है। (i) कला-संबद्धता लंबाई, और (ii) Hz में रेखा की चौड़ाई परिकलित कीजिए।

$$2 \times 2 \frac{1}{2} = 5$$

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

2×5=10

(क) फोकस दूरी 50 cm और द्वारक 100 cm वाली दूरबीन के लिए न्यूनतम विभेदन कोण परिकलित कीजिए और किसी बिन्दु स्रोत के लिए इस दूरबीन द्वारा उत्पन्न केन्द्रीय विवर्तन डिस्क की प्रदीप्ति (प्रति इकाई क्षेत्रफल प्रकाश) परिकलित कीजिए ।

2+3

(ख) एक समतल-ध्रुवित प्रकाश स्फटिक प्लेट पर लंबवत् आपतित होता है । स्फटिक प्लेट इस प्रकार का है कि उसके फलक प्रकाशिक अक्ष के समांतर हैं । यदि यह प्लेट e- तथा o-किरणों के बीच 60° का कला अंतर उत्पन्न करता है तो स्फटिक प्लेट की मोटाई परिकलित कीजिए ।

5

(ग) माइकलसन व्यतिकरणमापी की संरचना और कार्यप्रणाली का वर्णन कीजिए ।

5

3. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

2×5=10

(क) (i) द्विक प्रिज़्म और लॉयड दर्पण की फ्रिन्जों में किन्हीं तीन अंतरों को सूचीबद्ध कीजिए ।

3

(ii) द्विक प्रिज़्म प्रयोग में किसी एक व्यतिकारी किरण पुंज के पथ में पारदर्शी पदार्थ ($\mu = 1.60$) की एक पतली चादर रखी जाती है । प्रयोग में सोडियम प्रकाश, $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ का उपयोग किया गया है । केन्द्रीय फ्रिंज विस्थापित होकर वह स्थान ग्रहण करती है जहाँ पहला 12वाँ दीप्त फ्रिन्ज था । चादर की मोटाई परिकलित कीजिए ।

2

(ख) परावर्तन के कारण उत्पन्न कलांतर के लिए स्टोक्स विश्लेषण समझाइए ।

5

(ग) एक पतली वेज-रूपी फिल्म ($\mu = 1.5$) पर प्रकाश ($\lambda = 5000 \text{ \AA}$) लंबवत् आपतित होता है। फिल्म की लंबाई के संगत 10 दीप्त और 9 अदीप्त फ्रिंजें हैं। इस लम्बाई में फिल्म की मोटाई कितनी परिवर्तित होती है ? 5

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

(क) (i) जोन पट्टिका क्या होती है ? सिद्ध कीजिए कि यह एक अभिसारी लेंस की भाँति व्यवहार करती है। 1+4

(ii) N-एकसमान रेखाछिद्रों द्वारा उत्पन्न फ्राउनहॉफर पैटर्न में तीव्रता वितरण के लिए व्यंजक लिखिए। इसके आधार पर दिखाइए कि $N = 2$ के लिए तीव्रता वितरण का व्यंजक होगा : 1+2

$$I = 4A^2 \frac{\sin^2 \beta}{\beta^2} \cos^2 \gamma$$

(iii) प्रति cm 6000 रेखाओं वाली समतल पारगमन ग्रेटिंग पर समांतर प्रकाश ($\lambda = 5460 \text{ \AA}$) किरण पुंज 30° के कोण पर आपतित होता है। प्रेक्षित स्पेक्ट्रम की अधिकतम कोटि ज्ञात कीजिए। 2

(ख) (i) उदाहरण के साथ निम्नलिखित प्रकार के लेसरों को समझाइए : ठोस अवस्था लेसर और गैस लेसर। 5

(ii) निम्नलिखित आँकड़ों के आधार पर किसी प्रकाशिक तंतु का सांख्यिकीय द्वारक और स्वीकरण कोण परिकलित कीजिए : 5

$$n_1 \text{ (क्रोड) } = 1.55 \text{ तथा } n_2 \text{ (अधिपट्टन) } = 1.50$$