No. of Printed Pages : 10

PHE–09

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

December, 2024

Physics

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 indicated against it.

(iii) You can use a calculator.

(iv) Symbols have their usual meanings.

1. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) State and explain Fermat's principle. Use it derive the laws of reflection. 2+3

(b) (i) Define dichroism and name a naturally occurring dichroic crystal. 2

(ii) Define birefringence and depict the wave surfaces for *o*- and *e*-waves in a negative uniaxial crystal. 3

(c) (i) The light focussing system in human eye consists of cornea and a convex lens, which form an inverted image on our retina. But the world does not seem to be topsy-turvy. Explain. 3

(ii) Human beings are unable to see under water. Why ? Discuss. 2

2. Answer any *one* part : 1×10=10

(a) Explain the working of Michelson interferometer with the help of a schematic diagram. Discuss how is it used for determining the difference in wavelengths.

6+4

(b) What is Fraunhoffer diffraction ? State the salient features of the observed Fraunhoffer diffraction pattern of a single vertical slit from a point source. Calculate the intensity distribution at a point which makes an angle θ with the horizontal axis.

1+3+6

3. Answer any ***two*** parts : 2×5=10

(a) If the core and cladding refractive indices for a step-index fibre are 1.47 and 1.45 respectively, what will be the broadening of a pulse after a distance of 5 km ? 5

(b) Discuss the uses of lasers in communication and research. 3+2

(c) The intensity pattern of a double slit diffraction pattern is given by :

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

where $\beta = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}$ and $\gamma = \frac{\pi d \sin\theta}{\lambda}$. Obtain conditions for missing orders. 5

4. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) In a double slit interference arrangement, fringes are produced with monochromatic light of wavelength 5500 Å. 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 the position occupied by the third bright band from the centre. Calculate the thickness of the glass plate. 5

(b) White light is reflected nromally from a uniform oil film ($\mu = 1.32$). An interference maximum for 6000 Å and a minimum for 4500 Å, with no minimum in between, are observed. Calculate the thickness of the film. 5

(c) (i) Express resolving power of a grating in terms of total number of lines in it. How does R. P. change with grating constant ? 2

(ii) State important differences between fringes obtained using Fresnel biprism and Lloyd's mirror. 3

5. Answer any *one* part : 1×10=10

(a) (i) What are Fresnel half-period zones ? Show that all half-period zones are of equal area. 1+4

(ii) Discuss Fraunhoffer diffraction by a circular aperture. 5

(b) (i) For an extremely thin film, obtain the condition for destructive interference of a reflected monochromatic light. 5

(ii) What is step index fibre ? Obtain an expression for the angle of incidence beyond which light will get refracted into the cladding material. What will happen if the refractive index of the cladding is higher than that of the core ? 1+3+1

PHE–09

विज्ञान स्नातक (बी. एस-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2024

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

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

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

(iii) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं **दो** भागों के उत्तर लिखिए : $2\times5=10$

(क) फर्मा का सिद्धान्त लिखिए तथा इसकी व्याख्या कीजिए। इस सिद्धान्त की सहायता से परावर्तन नियम व्युत्पन्न कीजिए। 2+3

(ख) (i) द्विवर्णता को परिभाषित कीजिए तथा प्रकृति में पाये जाने वाले एक द्विवर्णीय पदार्थ का नाम बताइए। 2

(ii) द्विअपवर्तन को परिभाषित कीजिए तथा ऋणात्मक एकाक्ष क्रिस्टल के लिए o- तथा e-तरंग सतहें आरेखित कीजिए। 3

(ग) (i) मानव नेत्र की प्रकाश फोकसन व्यवस्था में कार्निया तथा अवतल लेंस रेटिना पर उल्टे प्रतिबिम्ब बनाते हैं। फिर भी हमें दुनिया उल्टी-पुल्टी नहीं दिखती। विस्तार से समझाइए। 3

(ii) मानव जल के अन्दर नहीं देख पाते। क्यों ? विवेचना कीजिए। 2

2. किसी **एक** भाग का उत्तर लिखिए : 1×10=10

(क) व्यवस्था आलेख की सहायता से माइकेल्सन व्यतिकरणमापी की कार्यप्रणाली को समझाइए। इसका उपयोग तरंगदैर्घ्यों में अन्तर निर्धारित करने के लिए किस प्रकार करते हैं, समझाइए। 6+4

(ख) फ्राउनहोफर विवर्तन क्या है ? एक बिन्दु स्रोत से उत्सर्जित एवं एकल ऊर्ध्वाधर रेखाछिद्र पर आपतित तरंगों के प्रेक्षित फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न की मुख्य विशेषताएँ लिखिए। क्षैतिज अक्ष से कोण θ पर स्थित एक बिन्दु पर प्राप्त होने वाली तीव्रता वितरण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 1+3+6

3. किन्हीं **दो** भागों के उत्तर लिखिए : 2×5=10

(क) यदि चरण सूचक तंतु के लिए कोड और अधिपट्टन माध्यमों के अपवर्तनांक क्रमशः 1.47 और 1.45 हों, तो 5 km दूरी तय करने के बाद विस्तारण कितना होगा ? 5

(ख) संचार तथा शोध में लेसरों के उपयोग का विवेचन कीजिए। 3+2

(ग) विवर्तन प्रेक्षित करने के लिए द्विरेखा छिद्र व्यवस्था के लिए पैटर्न तीव्रता का व्यंजक निम्नलिखित है :

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

जहाँ $\beta = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}$ तथा $\gamma = \frac{\pi d \sin\theta}{\lambda}$ हैं। लुप्त क्रमों के लिए शर्त ज्ञात कीजिए। 5

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

(क) एक द्विरेखा छिद्र व्यतिकरण व्यवस्था में 5500 Å तरंगदैर्घ्य के एकवर्णी प्रकाश के कारण फ्रिन्जें उत्पन्न होती हैं। एक व्यतिकरण पुंज के पथ में एक पतली ग्लास $(\mu = 1.5)$ की पट्टिका रखने पर केन्द्रीय फ्रिंज तंत्र वहाँ विस्थापित हो जाता है, जहाँ पहले केन्द्र से तीसरा दीप्त फ्रिन्ज स्थित था। ग्लास पट्टिका की मोटाई ज्ञात कीजिए। 5

(ख) तेल के एकसमान पर्त $(\mu = 1.32)$ से श्वेत प्रकाश अभिलंबवत् परावर्तित होता है। 6000 Å पर एक व्यतिकरण अधिकतम और 4500 Å पर एक न्यूनतम व्यतिकरण है तथा इन दोनों के बीच में कोई न्यूनतम नहीं हैं। पर्त की मोटाई ज्ञात कीजिए। 5

(ग) (i) ग्रेटिंग की विभेदन क्षमता को उसकी रेखाओं की कुल संख्या के पदों में व्यक्त कीजिए। ग्रेटिंग स्थिरांक के साथ विभेदन क्षमता किस प्रकार परिवर्तित होती है ? 2

(ii) फ्रेनल द्विक प्रिज्म तथा लॉयड दर्पण द्वारा प्राप्त फिन्जों में महत्वपूर्ण अंतर बताइए। 3

5. किसी **एक** भाग का उत्तर लिखिए : 1×10=10

(क) (i) फ्रेनल अर्ध–आवर्तन जोन क्या होते हैं ? सिद्ध कीजिए कि सभी अर्ध–आवर्तन जोनों का क्षेत्रफल समान होता है। 1+4

(ii) वर्तुल द्वारक से प्राप्त फ्राउनहोफर विवर्तन की विवेचना कीजिए। 5

(ख) (i) अत्यंत पतली फिल्म से परावर्तित एकवर्णी प्रकाश के लिए विनाशी व्यतिकरण का प्रतिबंध प्राप्त कीजिए। 5

(ii) चरण सूचक तंतु क्या होता है ? उस आपतन कोण का व्यंजक प्राप्त कीजिए जिससे अधिक कोण पर आपतित होने पर प्रकाश अधिपट्टन पदार्थ में अपवर्तित हो जाएगा। यदि अधिपट्टन पदार्थ का अपवर्तनांक क्रोड के अपवर्तनांक से अधिक हो, तो क्या होगा ? 1+3+1

× × × × × × ×