No. of Printed Pages : 12 **BPHCT–137**

BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL) (BSCG)

Term-End Examination

December, 2024

BPHCT-137 : WAVES AND OPTICS

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

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

(ii) Marks are indicated against each question.

(iii) You may use a calculator.

(iv) Symbols have their usual meanings.

---

1. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Write Maxwell's equations for free space and use these to show that wave equation for electric field is :

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

(b) State Huygens' principle and write down the properties of wavefronts.

(c) Two waves of same frequency and constant phase difference have intensities in the ratio 81 : 1. On superposition, these waves produce interference fringes. Calculate the ratio of the maximum and minimum intensities.

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) If the light of 6000 Å has a wave train 20 λ long, calculate its coherence length and coherence time. 5

(b) 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 will happen if

the refractive index of the cladding is higher than that of the core ? 1+3+1

(c) Describe how Michelson interferometer is used to determine the difference in the wavelengths of the doublet emitted by sodium. 5

3. Answer any *one* part : 1×10=10

(a) (i) Discuss spatial evolution of Fresnel diffraction pattern to Fraunhoffer diffraction pattern. 3

(ii) Show that a zone plate acts like a multi-foci converging lens. 5

(iii) Depict plot of intensity distribution of Fresnel diffraction pattern of a straight edge. 2

(b) (i) Newton's rings are formed in reflected light of wavelength 5800×10^{-8} cm with a liquid between the plane and curved surfaces. The diameter of the fifth ring is 0.3 cm and the radius of curvature of the curved surface is 100 cm. Calculate the refractive index of the liquid if the ring is bright. 5

(ii) A film of refractive index 1.55 and thickness 0.25 mm is introduced in the path of one of the interfering beams in a Michelson interferometer. As a result, 500 dark fringes sweep across the field. Calculate the wavelength of light used. 5

4. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) State the salient features of observed pattern and intensity distribution pattern of a Fraunhoffer diffraction of a single vertical slit from a point source. 5

(b) Name the *three* components of a laser required for its operation. Discuss the feedback mechanism used for obtaining coherent laser beam. 1+4

(c) (i) Depict propagation modes and refractive index profiles of step-index optical fibres. 3

(ii) What do you understand by the term temporal coherence ? 2

5. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) What is birefringence ? Discuss how a calcite crystal is used to polarise light. 1+4

(b) The wavelength of the standing wave on a guitar string vibrating in its fundamental mode is 2 m. If the speed of wave on the string is 400 ms^{-1}, what is the frequency of the second overtone ? 5

(c) A straight edge is illuminated by a narrow slit source kept at a distance of 15 cm. Calculate the distance between the first and second dark bands of the diffraction pattern on a screen kept at a distance of 1.0 m from the edge. Take the value of wavelengths, $\lambda = 6 \times 10^{-5}\,\text{cm}$. 5

BPHCT–137

विज्ञान स्नातक (सामान्य) (बी. एस–सी. जी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2024

बी.पी.एच.सी.टी.-137 : तरंगें एवं प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

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

(ii) सभी प्रश्नों के अंक उनके सामने दिए गए हैं।

(iii) आप कैल्कुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।

(iv) सभी प्रतीकों के अर्थ सामान्य हैं।

1. किन्हीं **दो** भागों के उत्तर दीजिए : 2×5=10

(क) मुक्त आकाश के लिए मैक्सवेल समीकरण लिखिए तथा इनके उपयोग से दर्शाइए कि विद्युत क्षेत्र सदिश के लिए निम्नलिखित समीकरण मान्य है :

$$\vec{\nabla}.\vec{E} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

(ख) हाइगेन्स सिद्धान्त लिखिए तथा तरंगाग्रों के गुणधर्म बताइए।

(ग) एकसमान आवृत्ति और नियत कलांतर की दो तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात 81 : 1 है। इन तरंगों के अध्यारोपण से प्राप्त व्यतिकरण फ्रिंजों की अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात परिकलित कीजिए।

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

(क) यदि 6000 Å के प्रकाश में 20 λ लंबी तरंगावली है, तो इसकी कला संबद्धता लंबाई और कला संबद्धता समय परिकलित कीजिए। 5

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

(ग) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी द्वारा सोडियम से उत्सर्जित तरंगदैर्घ्य द्विक के तरंगदैर्घ्य मानों में अन्तर कैसे निर्धारित करते हैं, इसकी विवेचना कीजिए। 5

3. किसी **एक** भाग का उत्तर दीजिए : 1×10=10

(क) (i) फ्रेनल विवर्तन पैटर्न के फ्राउनहॉफर विवर्तन पैटर्न के रूप में आकाशीय विकास की चर्चा कीजिए। 3

(ii) सिद्ध कीजिए कि जोन पट्टिका बहु–फोकसीय अभिसारी लेंस की तरह व्यवहार करती है। 5

(iii) ऋजु कोर से प्राप्त फ्रेनल विवर्तन पैटर्न का तीव्रता वितरण आरेखित कीजिए। 2

(ख) (i) समतल पृष्ठ और वक्र पृष्ठ के बीच एक द्रव रखकर $5800 \times 10^{-8}\,\text{cm}$ तरंगदैर्घ्य वाले परावर्तित प्रकाश में न्यूटन वलय बने हैं। पाँचवें वलय का व्यास 0.3 cm है और वक्र

पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या 100 cm है। यदि वलय दीप्त वलय हो, तो द्रव का अपवर्तनांक परिकलित कीजिए। 5

(ii) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी के एक व्यतिकरण किरणपुंज के पथ में 0.25 mm मोटी तथा 1.55 अपवर्तनांक वाली एक फिल्म रख दी जाती है। इसके कारण दृश्य क्षेत्र से 500 अदीप्त फ्रिंजें गुजरती हैं। प्रयुक्त प्रकाश का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए। 5

4. किन्हीं **दो** प्रश्नों के उत्तर दीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) एक बिन्दु स्रोत से उत्सर्जित एवं एकल ऊर्ध्वाधर रेखा छिद्र पर आपतित तरंगों के प्रेक्षित फ्राउनहॉफर विवर्तन पैटर्न तथा तीव्रता वितरण की मुख्य विशेषताएँ बताइए। 5

(ख) लेसर के प्रचालन के लिए आवश्यक **तीन** घटकों के नाम लिखिए तथा कला संबद्ध प्रकाश किरणपुंज प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त पुनर्भरण क्रियाविधि की चर्चा कीजिए। 1+4

(ग) (i) सोपान अपवर्तनांक तंतु में संचरण विधाओं और अपवर्तनांक का वितरण प्रालेख आरेखित कीजिए। 3

(ii) कालिक कला संबद्धता से आप क्या समझते हैं ? 2

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

(क) द्विअपवर्तन क्या होता है ? विवेचना कीजिए कि कैल्साइट क्रिस्टल किस प्रकार प्रकाश को ध्रुवित करता है। 1+4

(ख) अपने मूल स्वरूप में कंपन करते हुए गिटार के तार पर अप्रगामी तरंग का तरंगदैर्घ्य 2 m है। यदि तार पर तरंग की चाल $400\ \mathrm{ms}^{-1}$ है, तो इसके द्वितीय अधिस्वर की आवृत्ति क्या है ? 5

(ग) एक सीधी कोर को उससे 15 cm दूर रखे एक रेखाछिद्र स्रोत द्वारा प्रदीप्त किया जाता है। कोर से 1.0 m दूर रखे एक परदे पर उत्पन्न विवर्तन पैटर्न के प्रथम और द्वितीय अदीप्त बैंडों के बीच की दूरी परिकलित कीजिए। तरंगदैर्घ्य, $\lambda = 6 \times 10^{-5}\,\text{cm}$ मान लें। 5

× × × × × × ×