

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)  
(BSCG)**

**Term-End Examination  
June, 2022**

**BPHCT-137 : WAVES AND OPTICS**

*Time : 2 hours*

*Maximum Marks : 50*

---

**Note :** *All questions are **compulsory**. Internal choices are given. Marks allotted to each question are indicated against it. You may use a calculator. Symbols have their usual meanings.*

---

---

1. Attempt any **five** parts :  $5 \times 2 = 10$
- (a) If the amplitude of a wave is doubled, by what factor will its energy change ?
- (b) Is it correct to say that on a standing wave formed on a string fixed at both ends, we observe antinodes at the fixed ends ? Justify your answer.
- (c) Write any two differences between the fringes obtained using a biprism and a Lloyd's mirror.

- (d) State the principle of optical reversibility.
- (e) What is the path difference between the waves emanating from two consecutive transparent zones of a zone plate ?
- (f) Explain briefly how gratings are used in spectroscopy.
- (g) Draw the energy level diagram for a three-level pumping scheme in a Ruby laser.
- (h) List two basic differences between a hologram and a normal photograph.

2. Attempt any **two** parts :

$2 \times 5 = 10$

(a) Show that the speed of sound in a gaseous medium is proportional to the square root of temperature.

5

(b) Two light waves having different frequencies and wavelengths are propagating in free space. Do they travel with the same speed ? Justify your answer. Also, calculate the frequency of the electromagnetic wave having wavelength 110 m. (Given  $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ )

3+2

(c) A slab of glass having refractive index 1.5 is immersed in water. Calculate the polarising angle for a beam of light incident from (i) glass on to glass-water interface, and (ii) water on to water-glass interface. Take refractive index of water to be 1.25.

3+2

3. Attempt any **two** parts :

$2 \times 5 = 10$

- (a) Derive an expression for the displacement of the  $n^{\text{th}}$  bright fringe in Young's double-slit experiment when a thin transparent plate (of mica or glass) of refractive index  $\mu$  and thickness  $t$  is introduced in the path of one of the constituent interfering beams of light. 5
- (b) Newton's rings are formed in reflected light of wavelength  $5890 \times 10^{-8}$  cm with a liquid between the plane and the curved surfaces. The diameter of the fifth ring is 0.3 cm and radius of curvature of the curved surface is 100 cm. Calculate the refractive index of the liquid when the ring is dark. 5
- (c) Explain how Michelson interferometer is used for determination of the difference in wavelengths. 5

4. Attempt any **one** part :

$1 \times 10 = 10$

- (a) Derive an expression for the intensity distribution in the Single Slit Fraunhofer diffraction pattern. 10
- (b) (i) A coin has a diameter of 2.5 cm. How many Fresnel zones does it cut off if the screen is 2.0 m away ? If the screen is moved to a distance of 3.0 m, how many zones will it cut off ?  
(Take  $\lambda = 5 \times 10^{-7}$  m) 5
- (ii) Monochromatic light of wavelength 500 nm illuminates a diffraction grating having 2000 lines. If the value of the grating element is 1.6  $\mu\text{m}$ , calculate the angular half-width of the first order principal maxima. 5

5. Attempt any **two** parts :

$2 \times 5 = 10$

(a) What is speckle pattern of laser light ?

Explain the formation of speckle pattern from a rough surface. 1+4

(b) In an optical fibre, the refractive index of core is 1.51 and that of cladding is 1.46.

Calculate its critical angle, numerical aperture and acceptance angle in air. 2+2+1

(c) With the help of energy level diagram, explain the spontaneous emission, absorption and stimulated emission of light. 5

---

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

सत्रांत परीक्षा

जून, 2022

बी.पी.एच.सी.टी.-137 : तरंगों और प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

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

1. कोई पाँच भाग कीजिए :

5×2=10

- (क) यदि किसी तरंग के आयाम का मान दुगुना कर दिया जाए, तो उसकी ऊर्जा में कितना परिवर्तन होगा ?
- (ख) क्या यह कथन सही है कि दोनों सिरों पर बद्ध एक डोरी पर निर्मित अप्रगामी तरंग में उसके बद्ध सिरों पर प्रस्पंद प्रेक्षित होते हैं ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।
- (ग) द्विक प्रिज़्म और लॉयड दर्पण से प्राप्त फ्रिंजों में कोई दो अंतर बताइए।

- (घ) प्रकाशिक उत्क्रमणीयता नियम का कथन लिखिए ।
- (ङ) किसी जोन पट्टिका के दो क्रमागत पारदर्शी जोनों से निर्गत तरंगों में पथांतर का मान कितना होता है ?
- (च) स्पेक्ट्रोस्कोपी में ग्रेटिंग के उपयोग को संक्षेप में समझाइए ।
- (छ) माणिक्य लेसर में तीन-स्तर पंपन योजना का ऊर्जा स्तर आरेख खींचिए ।
- (ज) होलोग्राम और सामान्य फोटोग्राफ में दो मूलभूत अंतरों को सूचीबद्ध कीजिए ।

2. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

(क) सिद्ध कीजिए कि गैसीय माध्यम में ध्वनि की चाल तापमान के वर्गमूल के समानुपाती होती है ।

5

(ख) भिन्न आवृत्तियों और तरंगदैर्घ्यों वाली दो प्रकाश तरंगें मुक्त आकाश में संचरित होती हैं । क्या वे समान चाल से संचरण करती हैं ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए । तरंगदैर्घ्य 110 m वाली विद्युत्-चुंबकीय तरंग की आवृत्ति का मान भी परिकलित कीजिए । (दिया गया है कि  $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ )

3+2

(ग) काँच का एक स्लैब जिसका अपवर्तनांक 1.5 है, जल में डूबा हुआ है । प्रकाश किरणपुंज के लिए ध्रुवण कोण परिकलित कीजिए यदि वह (i) काँच माध्यम से काँच-जल अंतरापृष्ठ पर आपतित होता है, और (ii) जल माध्यम से जल-काँच अंतरापृष्ठ पर आपतित होता है । जल का अपवर्तनांक 1.25 लीजिए ।

3+2

3. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

(क) यंग के द्विक-रेखाछिद्र प्रयोग में मोटाई  $t$  और अपवर्तनांक  $\mu$  वाली एक पतली पारदर्शी प्लेट (काँच या अभ्रक की प्लेट) को एक घटक व्यतिकारी प्रकाश किरणपुंज के पथ में रखा जाता है।  $n$ वें दीप्त फ्रिंज के विस्थापन का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

5

(ख) समतल पृष्ठ और वक्र पृष्ठ के बीच एक द्रव रख कर  $5890 \times 10^{-8}$  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। द्रव का अपवर्तनांक परिकलित कीजिए जब वलय अदीप्त हो।

5

(ग) तरंगदैर्घ्य में अंतर निर्धारित करने के लिए माइकलसन व्यतिकरणमापी के अनुप्रयोग को समझाइए।

5

4. कोई एक भाग कीजिए :

$1 \times 10 = 10$

(क) एकल रेखाछिद्र फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न में तीव्रता वितरण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

10

(ख) (i) एक सिक्के का व्यास 2.5 cm है। यदि परदा 2.0 m दूर स्थित हो तो सिक्के द्वारा कितने फ्रेनल जोन बाधित होंगे? यदि परदे को 3.0 m दूरी पर रखा जाए, तो कितने जोन बाधित होंगे?

(मान लीजिए  $\lambda = 5 \times 10^{-7}$  m)

5

(ii) 2000 रेखाओं वाले विवर्तन ग्रेटिंग को 500 nm तरंगदैर्घ्य के एकवर्णी प्रकाश से प्रदीप्त किया जाता है। यदि ग्रेटिंग अंतराल का मान  $1.6 \mu\text{m}$  है, तो प्रथम कोटि मुख्य उच्चिष्ठ की कोणीय अर्ध-चौड़ाई परिकलित कीजिए।

5

5. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

(क) लेसर प्रकाश का धब्बेदार पैटर्न क्या होता है ? खुरदरी सतह से धब्बेदार पैटर्न के निर्माण की व्याख्या कीजिए ।

1+4

(ख) एक प्रकाशिक तंतु के क्रोड का अपवर्तनांक 1.51 और परिनिधान का अपवर्तनांक 1.46 है । इस तंतु का क्रांतिक कोण, संख्यात्मक द्वारक और वायु में स्वीकरण कोण परिकलित कीजिए ।

2+2+1

(ग) ऊर्जा स्तर आरेखों की सहायता से प्रकाश के स्वतः उत्सर्जन, अवशोषण और उद्दीपित उत्सर्जन की व्याख्या कीजिए ।

5

---