

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

**Term-End Examination
December, 2021**

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) Write any two differences between mechanical waves and electromagnetic waves.
 - (b) Is it correct to say that in a standing wave formed on a string fixed at both ends, we observe nodes at the fixed ends ? Justify your answer.
 - (c) How does the fringe width of interference fringes in Young's Double-Slit experiment vary with the wavelength of the light used ?
 - (d) List any two applications of Michelson interferometer.

- (e) What is the difference between the experimental set-ups used for observing Fresnel and Fraunhofer diffraction ?
- (f) What is the path difference between the waves emanating from two consecutive half period elements ?
- (g) List the three essential components required for laser operation.
- (h) State any two applications of lasers.

2. Attempt any **two** parts :

$2 \times 5 = 10$

- (a) Determine the frequencies of the fundamental mode and the next two harmonics of the standing wave that can be set up on a sitar string of length 1.0 m. Take the speed of waves on the string to be $2.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

- (b) The electric field associated with a light wave propagating in vacuum is given as

$$\vec{E} = \{(28 \text{ NC}^{-1}) \sin [(1.0 \text{ m}^{-1}) z + (3.0 \times 10^8 \text{ s}^{-1}) t]\} \hat{y}$$

Determine the wavelength and frequency of the light wave and its direction of propagation.

- (c) What is a Nicol prism ? Discuss how linearly polarised light is obtained using a Nicol prism.

1+4

3. Attempt any **two** parts :

2×5=10

- (a) If two waves of the same frequency having constant phase difference δ travelling in the same direction are superposed, show that the expression for the intensity of the resultant wave is given by :

$$I = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \delta$$

where a_1 and a_2 are the amplitudes of the two waves.

- (b) Discuss the conditions under which
(i) fringes of equal inclination, and
(ii) fringes of equal thickness are obtained.
- (c) With the help of an appropriate line diagram, discuss the working of Michelson interferometer.

4. Attempt any **two** parts :

2×5=10

- (a) Show that a zone plate acts like a converging lens.
- (b) In the experimental set-up for observing Fraunhofer diffraction pattern of a vertical slit of width 0.2 mm, the focal length of the lens kept between the slit and the screen is 25 cm. Calculate the diffraction angles of the first and third minima on the screen. Take the value of $\lambda = 6000 \text{ \AA}$.
- (c) Calculate the maximum number of principal maxima that can be formed with a grating having 2500 lines per cm for light of wavelength 5000 \AA .

5. Attempt any **two** parts :

$2 \times 5 = 10$

- (a) What is four-level optical pumping in case of lasers ? Explain its importance in laser operation. 3+2
- (b) Light of wavelength 500 nm has wavetrain 20λ long. Calculate its coherence length and coherence time. 3+2
- (c) State any five advantages of using optical fibre as communication medium. 5
-

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

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2021

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) यांत्रिक तरंगों और विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों में कोई दो अंतर लिखिए।
- (ख) क्या यह कहना सही है कि दोनों सिरों पर बँधी हुई एक डोरी पर निर्मित अप्रगामी तरंग में डोरी के बद्ध (fixed) सिरों पर निस्पंद प्रेक्षित होता है ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।
- (ग) यंग के द्वि-रेखाछिद्र प्रयोग में व्यतिकरण फ्रिन्जों में फ्रिन्ज की चौड़ाई, प्रयुक्त प्रकाश के तरंगदैर्घ्य के साथ किस प्रकार परिवर्तित होती है ?
- (घ) माइकलसन व्यतिकरणमापी के कोई दो अनुप्रयोग सूचीबद्ध कीजिए।

- (ड) फ़ेनल और फ़ाउनहोफर विवर्तन प्रेक्षित करने के लिए प्रयुक्त प्रायोगिक व्यवस्थाओं में क्या अंतर होता है ?
- (च) दो क्रमागत अर्ध आवर्तन तत्त्वों से निर्गत तरंगों के बीच पथांतर का मान कितना होता है ?
- (छ) लेसर प्रचालन के लिए आवश्यक तीन अनिवार्य घटकों को सूचीबद्ध कीजिए ।
- (ज) लेसर के कोई दो अनुप्रयोग बताइए ।

2. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

- (क) किसी सितार की 1.0 m लंबी तार पर उत्पन्न की जा सकने वाली अप्रगामी तरंग की मूल विधा तथा अगले दो संनादियों की आवृत्तियाँ परिकलित कीजिए । मान लीजिए कि तार पर तरंग की चाल का मान $2.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$ है ।

- (ख) निर्वात में संचरित प्रकाश तरंग से संबद्ध विद्युत्-क्षेत्र दिया गया है :

$$\vec{E} = \{(28 \text{ NC}^{-1}) \sin [(1.0 \text{ m}^{-1}) z + (3.0 \times 10^8 \text{ s}^{-1}) t]\} \hat{y}$$

प्रकाश तरंग का तरंगदैर्घ्य और आवृत्ति तथा उसकी संचरण दिशा निर्धारित कीजिए ।

- (ग) निकॉल प्रिज़्म क्या होता है ? विवेचना कीजिए कि निकॉल प्रिज़्म का उपयोग कर रैखिकतः ध्रुवित प्रकाश किस प्रकार प्राप्त किया जाता है ।

1+4

3. कोई दो भाग कीजिए :

2×5=10

- (क) यदि समान आवृत्ति और नियत कलांतर δ वाली दो तरंगें एक ही दिशा में संचरित हैं, और उनको अध्यारोपित किया जाता है, तो सिद्ध कीजिए कि परिणामी तरंग की तीव्रता का व्यंजक निम्नवत् होगा :

$$I = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos \delta$$

जहाँ a_1 तथा a_2 इन दो तरंगों के आयाम हैं ।

- (ख) (i) समान झुकाव वाले फ्रिंज, और (ii) समान मोटाई वाले फ्रिंजों को प्राप्त करने के प्रतिबंधों की चर्चा कीजिए ।
- (ग) उपयुक्त रेखाचित्र की सहायता से माइकलसन व्यतिकरणमापी की कार्यप्रणाली की चर्चा कीजिए ।

4. कोई दो भाग कीजिए :

2×5=10

- (क) सिद्ध कीजिए कि जोन-पट्टिका अभिसारी लेंस की भाँति व्यवहार करती है ।
- (ख) 0.2 mm चौड़ाई वाले एकल (ऊर्ध्व) रेखाछिद्र का फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न प्रेक्षित करने की प्रायोगिक व्यवस्था में रेखाछिद्र और परदे के बीच रखे लेंस की फोकस दूरी 25 cm है । परदे पर पहले और तीसरे निम्निष्ठों के विवर्तन कोण परिकलित कीजिए ।
 $\lambda = 6000 \text{ \AA}$ मान लीजिए ।
- (ग) 5000 \AA तरंगदैर्घ्य के प्रकाश से प्रदीप्त प्रति cm 2500 रेखाओं वाले ग्रेटिंग के विवर्तन पैटर्न में प्रेक्षित मुख्य उच्चिष्ठों की अधिकतम संख्या परिकलित कीजिए ।

5. कोई दो भाग कीजिए :

$2 \times 5 = 10$

- (क) लेसरों में चार-स्तरीय प्रकाशिक पंपन क्या होता है ?
लेसर प्रचालन में इसके महत्त्व की व्याख्या कीजिए । $3+2$
- (ख) 500 nm तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश की तरंगावलि 20λ
लंबी है । इसकी कलासंबद्धता लम्बाई और
कलासंबद्धता समय परिकलित कीजिए । $3+2$
- (ग) संचार माध्यम के रूप में प्रकाशिक तंतु के उपयोग के
कोई पाँच लाभ बताइए । 5
-