No. of Printed Pages : 15 **BPHCT–137**

BACHELOR OF SCIENCE

(BSCG/BSCM)

Term-End Examination

June, 2026

BPHCT-137 : WAVES AND OPTICS

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

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

(ii) The marks of each question are indicated against it.

(iii) You can use calculators.

(iv) Symbols have their usual meaning.

---

1. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) 65 tuning forks are arranged in increasing order of their frequency and any two successive forks produce 4 beats per second when sounded together. Calculate the frequency of first tuning fork if the frequency of the last tuning fork is twice of it.

(b) On a Sitar string of length 1.0 m, fundamental mode and next two harmonics of a standing wave are generated. Calculate the frequencies of these modes. Take speed of waves on the string as $2{\cdot}5 \times 10^3$ ms^{-1}.

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

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Discuss the conditions under which fringes of equal inclination and equal thickness are obtained.

(b) With the help of a line diagram, discuss the working of Michelson interferometer.

(c) It two waves having equal frequencies and constant phase difference are travelling in the same direction, show

that when they superpose, the intensity of the resultant wave in given by :

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

where a_1 and a_2 are amplitudes of the constituent waves and ϕ is the phase difference. 5

3. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Discuss the uses of lasers in basic research and environmental monitoring.

(b) The velocity of light in the core of a step index fibre is 2×10^8 ms^{-1} and critical angle is 80°. Calculate the Numerical Aperture (NA) and acceptance angle for

the fibre in air. Consider velocity of light in air to be 3×10^8 ms^{-1}.

(c) What do you understand by population inversion ? Discuss its role in operation of lasers.

4. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Consider a diffraction grating with 15000 lines per inch. Calculate the angular separation of D_1 and D_2 lines of sodium in the 2nd order. Given : $\lambda_{D_1} - \lambda_{D_2} = 6\text{Å}$.

(b) Starting from the expression for the amplitude E_1 of electric field produced by one of the slits at a point P_θ

$$E_1 = A\left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)\cos(\omega t - \beta)$$

where $\beta = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}$

obtain the expression for intensity of double slit diffraction pattern. Identify the interference and diffraction terms. 5

(c) In the experimental setup for obtaining Fraunhofer diffraction pattern of a vertical slit, consider that the slit width b has values $b = 10\lambda$, 4λ and λ. Calculate the spread of the central maximum for each value of slit width.

5. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) A thin glass sheet of refractive index (μ) 1.6 is introduced normally in the path of one of the two interfering waves. The central bright fringe is observed to shift to the position originally occupied by the eight bright fringes. The source of light is monochromatic and emits light of wavelength 6000Å. Determine the thickness of the glass sheet.

(b) Depict refractive index profiles of step index multimode and graded index multimode optical fibres. Also plot propagating modes for these fibers.

(c) The first order principal maximum of light of wavelength 656 nm is at $\theta = 18^{o}$ for a particular grating.

(i) Calculate the slit spacing of the grating.

(ii) Using the same grating, the first-order principal maximum of another source of light is observed at $\theta = 15 \cdot 7^{o}$. What is the wavelength of light ?

BPHCT–137

विज्ञान स्नातक (बी. एस. सी. जी./

बी. एस. सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

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

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

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

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

(iii) आप कैलकुलेटर का उपयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अर्थ सामान्य हैं।

---

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

(क) 65 स्वरित्र द्विभुजों को बढ़ती हुई आवृत्ति के अनुसार लगाया गया है। एक साथ बजाने पर किन्हीं दो उत्तरोत्तर द्विभुजों द्वारा प्रति सेकंड 4 विस्पन्द जनित होते हैं। प्रथम द्विभुज की आवृत्ति परिकलित कीजिए जबकि अन्तिम द्विभुज की आवृत्ति प्रथम द्विभुज की आवृत्ति से दो गुनी है।

(ख) 1.0 m लम्बी सितार की तार पर उत्पन्न अप्रगामी तरंगों की मूल विधा तथा अगली दो संनादियों की आवृत्तियाँ परिकलित कीजिए। दिया है : तार पर तरंग के वेग का मान $2{\cdot}5\times10^{3}\ \mathrm{ms}^{-1}$ ।

(ग) निकॉल प्रिज्म क्या होता है ? विवेचना कीजिए कि इसके उपयोग द्वारा रैखिकत: ध्रुवित प्रकाश किस प्रकार प्राप्त किया जाता है।

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

(क) समान झुकाव एवं समान मोटाई की फ्रिंजों को प्राप्त करने के लिए लगने वाले प्रतिबन्धों की चर्चा कीजिए।

(ख) उपयुक्त रेखाचित्र की सहायता से माइकल्सन व्यतिकरणमापी की कार्यप्रणाली की चर्चा कीजिए।

(ग) यदि समान आवृत्ति तथा नियत कलांतर की दो तरंगें एक ही दिशा में संचरित हो रही हैं तो सिद्ध कीजिए कि इनके अध्यारोपण से प्राप्त परिणामी तरंग की तीव्रता का व्यंजक निम्नवत् होगा :

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

जहाँ a_1 तथा a_2 इन तरंगों के आयाम हैं तथा ϕ नियत कलांतर है।

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

(क) मूलभूत अनुसंधान तथा पर्यावरण निगरानी में लेजर्स के क्या उपयोग होते हैं ? चर्चा कीजिए।

(ख) सोपान तंतु के कोर में प्रकाश की चाल का मान $2\times10^8\ \mathrm{ms}^{-1}$ है तथा क्रांतिक कोण $80°$ है। इनके संदर्भ में वायु में सांख्यिकी द्वारक (NA) तथा ग्राही कोण परिकलित कीजिए। वायु में प्रकाश का वेग $3\times10^8\ \mathrm{ms}^{-1}$ लीजिए।

(ग) जनसंख्या प्रतिलोमन से आप क्या समझते हैं ? इसका रोल लेसर की कार्यप्रणाली में क्या महत्व रखता है ?

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

(क) 15000 लाइन प्रति इंच की विवर्तन ग्रेटिंग की कल्पना कीजिए। सोडियम की द्वितीय कोटि में प्राप्त D_1 तथा D_2 रेखाओं के मध्य कोणीय दूरी ज्ञात कीजिए।

दिया है : $\lambda_{D_1} - \lambda_{D_2} = 6\text{Å}.$

(ख) बिन्दु P_θ पर एक रेखाछिद्र द्वारा उत्पन्न विद्युत् क्षेत्र के आयाम E_1 के निम्नलिखित व्यंजक

$$E_1 = A\left(\frac{\sin\beta}{\beta}\right)\cos(\omega t - \beta)$$

जहाँ $\beta = \frac{\pi b \sin\theta}{\lambda}$ है

का उपयोग कर द्विरेखाछिद्र विवर्तन की तीव्रता का व्यंजक प्राप्त कीजिए। इसमें व्यतिकरण और विवर्तन पदों को इंगित कीजिए।

(ग) एक उर्ध्वाधर रेखाछिद्र का फ्राउनहॉफर विवर्तन पैटर्न प्राप्त करने की प्रायोगिक व्यवस्था में मान लीजिए कि रेखाछिद्र की चौड़ाई b का मान $b = 10\lambda, 4\lambda$ और λ है। रेखाछिद्र चौड़ाई के प्रत्येक मान के लिए केंद्रिय उच्चिष्ठ की चौड़ाई परिकलित कीजिए। $2\times5=10$

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

(क) अपवर्तनांक (μ) 1.6 की एक पतली काँच की शीट को लंबवत रूप से व्यतिकारी तरंगों में से एक के पथ के लंबवत् रखा जाता है। प्रकाश का स्रोत एकवर्णी है और वह तरंगदैर्घ्य 6000 Å का प्रकाश उत्सर्जित करता है। यह देखा जाता है कि विस्थापन के बाद केंद्रिय फ्रिंज की स्थिति वह होती है जिस पर प्रारंभ में आठ दीप्त फ्रिंजें थी। काँच की शीट की मोटाई निर्धारित कीजिए।

(ख) बहु-विधा तथा क्रमिक बहु-विधा प्रकाशीय सोपान तंतु की अपवर्तनांक परिच्छेदि का रेखांकित कीजिए। संचरित विधाओं को भी रेखांकित कीजिए।

(ग) किसी ग्रेटिंग के लिए तरंगदैर्घ्य 656 nm वाले प्रकाश का प्रथम कोटि मुख्य उच्चिष्ठ का स्थान $\theta = 18^{o}$ पर है।

(i) ग्रेटिंग के दो रेखाछिद्रों के बीच की दूरी परिकलित कीजिए।

(ii) इसी ग्रेटिंग का उपयोग करने पर एक अन्य प्रकाश स्रोत के लिए प्रथम कोटि मुख्य उच्चिष्ठ का स्थान $\theta = 15.7^{o}$ पर है। इस प्रकाश के तरंगदैर्घ्य का मान परिकलित कीजिए।

× × × × ×