

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)****Term-End Examination****PHYSICS****PHE-09 : OPTICS****Time : 2 Hours]****[Maximum Marks : 50**

---

**Note:** All questions are compulsory but internal choices are given. You can use a calculator. Marks for each question are indicated against it. Symbols have their usual meanings. The values of physical constants are given at the end.

---

1. Answer any four parts: 4×5=20
- (a) Using Maxwell's equations for free space, show that light is an electromagnetic wave. 5
- (b) (i) A film of refractive index 1.50 and thickness 0.25 mm is introduced in the path of one of the interfering beams of a Michelson's interferometer. It causes 600 dark fringes to sweep across the field of view. Calculate the wavelength of light used. 3
- (ii) When are circular fringes observed in Michelson's interferometer? Justify your answer. 2



- (c) 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 happens when refractive index of the cladding is higher than that of the core? 1+3+1
- (d) A helium neon laser emits a light of wavelength 600 nm. The emitted beam of diameter  $3 \times 10^{-3}$  m is directed towards the surface of the moon. Calculate the diameter of light patch produced on the surface of the moon. Take the distance between the moon and the earth as  $3.75 \times 10^8$  m.
- (e) Two waves of same frequency and constant phase difference have intensities in the ratio 16 : 1. Calculate the ratio of maximum to minimum intensities of fringes obtained in the interference pattern.
- (f) A plate of flint glass is immersed in water. Calculate the Brewster angles for internal and external reflection for light of wavelength 5890 Å at the interface. Take the refractive indices of flint glass and water as 1.67 and 1.33, respectively.

2. Answer any two parts: 2×5=10

- (a) What are rods and cones of human eye? Explain their role for clear vision, particularly in dark. 2+3

- (b) With the help of a neat diagram, show that the radii of the bright rings obtained in Newton's rings experiment is directly proportional to the square root of odd natural numbers. 5
- (c) Obtain the expression for the resolving power of a microscope. 5
3. Answer any two parts:  $2 \times 5 = 10$
- (a) (i) Draw the energy level diagram of a He-Ne laser. Indicate lasing transitions. 2
- (ii) Calculate the numerical aperture for a fibre having core and cladding with refractive indices 1.5 and 1.45, respectively. 3
- (b) State and explain Fermat's principle. Use it to explain laws of refraction.  $2+3$
- (c) With the help of labelled diagram, explain the process of production of hologram. 5
4. Answer any one part:  $1 \times 10 = 10$
- (a) (i) Explain the concept of half period elements and show that individual Fresnel zones are nearly of the same area.  $2+5$
- (ii) The diameter of seventh boundary of a zone plate is 5 mm. Calculate the principal focal length for light of wavelength  $5000 \text{ \AA}$ . 3

- (b) (i) Obtain the conditions for observing maxima and minima in a Young two-slit interference pattern. 5
- (ii) Two glass plates 12 cm long touch at one end, and are separated by a wire 0.048 mm in diameter at the other. How many bright fringes will be observed over the 12 cm distance in the light ( $\lambda = 680$  nm) reflected normally from the plates. 5

Physical constants:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

—x—

## विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

## सत्रांत परीक्षा

## भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट: सभी प्रश्न अनिवार्य हैं परन्तु आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं। आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। भौतिक नियतांकों के मान अंत में दिए गए हैं।

1. किन्हीं चार भागों के उत्तर लिखिये: 4×5=20
  - (क) निर्वात के लिए मैक्सवेल के समीकरणों का उपयोग कर सिद्ध कीजिये कि प्रकाश विद्युत-चुम्बकीय तरंग है। 5
  - (ख) (i) माइकलसन व्यतिकरणमापी के एक व्यतिकरण पुंज के पथ में 0.25 mm मोटी 1.50 अपवर्तनांक की एक फिल्म रखी जाती है। इससे दृश्यक्षेत्र से 600 अदीप्त फ्रिन्ज गुजरती हैं। प्रकाश का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिये। 3
  - (ii) माइकलसन व्यतिकरणमापी में वर्तुल फ्रिन्जें किस स्थिति में प्रेक्षित होती हैं? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिये। 2

(ग) चरण-सूचक तंतु क्या होता है? आपतन कोण का वह व्यंजक व्युत्पन्न कीजिये जिससे अधिक कोण पर आपतित होने पर प्रकाश अधिचट्टन पदार्थ में अपवर्तित हो जाएगा। यदि अधिचट्टन पदार्थ का अपवर्तनांक क्रोड पदार्थ से अधिक हो तो क्या होगा?  $1+3+1$

(घ) एक हीलियम-नियोन लेसर 600 nm तरंगदैर्घ्य की तरंग उत्सर्जित करता है।  $3 \times 10^{-3}$  m व्यास के उत्सर्जित किरण पुंज को चाँद की ओर भेजा जाता है। चाँद की सतह पर उत्पन्न प्रकाश पैच का व्यास परिकलित कीजिये। चाँद और पृथ्वी के बीच की दूरी  $3.75 \times 10^8$  m लें।

(ङ) समान आवृत्ति तथा अचर कलांतर की दो तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात 16 : 1 है। व्यतिकरण पैटर्न में उत्पन्न अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात परिकलित कीजिये।

(च) फ्लिंट ग्लास की एक प्लेट को पानी में डुबाया जाता है। इस निकाय के लिए अंतरापृष्ठ पर 5890 Å तरंगदैर्घ्य की प्रकाश किरण के लिए आंतरिक तथा बाह्य परावर्तन के लिए ब्रूस्टर कोणों के मान ज्ञात कीजिये। फ्लिंट ग्लास तथा पानी के अपवर्तनांक क्रमशः 1.67 तथा 1.33 लें।

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

(क) मानव नेत्र में शलाकाएँ तथा शंकु क्या होते हैं? स्पष्ट दृष्टि में विशेषतर अंधकार में, इनकी भूमिका की विवेचना कीजिये।  $2+3$

(ख) स्पष्ट चित्र की सहायता से सिद्ध कीजिए कि न्यूनतम वलय प्रयोग में उत्पन्न दीप्त वलयों की त्रिज्याएँ विषम पूर्णांकों के वर्गमूल के समानुपाती होती हैं। 5

(ग) सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता का व्यंजक प्राप्त कीजिये। 5

3. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिये:  $2 \times 5 = 10$

(क) (i) He-Ne लेसर का ऊर्जा स्तर आरेख खींचिये तथा लेसिंग संक्रमणों को चिन्हित कीजिये। 2

(ii) किसी प्रकाशिक तंतु के क्रोड और अधिचट्टन पदार्थों के अपवर्तनांक क्रमशः 1.5 तथा 1.45 हैं। इस तंतु का संख्यात्मक द्वारक परिकलित कीजिये। 3

(ख) फर्मा सिद्धान्त लिखकर उसकी व्याख्या कीजिये। इसके आधार पर अपवर्तन के सिद्धान्तों की विवेचना कीजिये।  $2+3$

(ग) लेबलित चित्र की सहायता से होलोग्राम के निर्माण की प्रक्रिया समझाइये। 5

4. किसी एक भाग का उत्तर लिखिये:  $1 \times 10 = 10$

(क) (i) फ्रेनल अर्ध-आवर्तन खण्डों की अवधारणा की व्याख्या कीजिये तथा सिद्ध कीजिये कि प्रत्येक फ्रेनल ज़ोन का क्षेत्रफल लगभग समान होता है।  $2+5$

(ii) किसी ज़ोन पट्टिका की 7वीं सीमा का व्यास 5 mm है। तरंगदैर्घ्य 5000 Å के प्रकाश के लिए इसकी प्रमुख फोकस दूरी परिकल्पित कीजिये। 3

(ख) (i) यंग के द्वि-रेखा छिद्र व्यतिकरण पैटर्न में उच्चिष्ठ और निम्निष्ठ प्रेक्षित करने के प्रतिबन्ध प्राप्त कीजिये। 5

(ii) 12 cm लम्बी कांच की दो प्लेटें एक सिरे पर एक-दूसरे को स्पर्श करती हैं और दूसरे सिरे पर 0.048 mm व्यास वाले तार से पृथक्कृत हैं। इन प्लेटों से लम्बवत परावर्तित प्रकाश ( $\lambda = 680 \text{ nm}$ ) में 12 cm की दूरी में कितनी दीप्त फ्रिंजें प्रेक्षित की जाएंगी? 5

भौतिक नियतांक:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N s}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

—x—