

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2017

00041

PHYSICS

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : All questions are compulsory, but there are internal choices. The marks for each question are indicated against it. You can use log tables or calculators. Symbols have their usual meanings.

1. Attempt any **five** parts : **5×3=15**

- (a) Briefly describe myopia, hypermetropia and astigmatism defects of vision.
- (b) What is double refraction or birefringence ? Draw o- and e-wave surfaces for a negative uniaxial crystal.
- (c) Two light waves of the same frequency and constant phase difference have intensities in the ratio 81 : 1. When these waves are superposed, they produce interference fringes. Calculate the ratio of the maximum to minimum intensity.

- (d) Define temporal and spatial coherence.
- (e) Green light of wavelength 5100 \AA from a narrow slit is incident on a double slit. If the overall separation of 10 fringes on a screen 2 m away is 2.0 cm, calculate the double slit separation.
- (f) Draw energy level diagram of a Helium-Neon Laser.
- (g) Discuss the spatial evolution of diffraction pattern from Fresnel to Fraunhofer class.
- (h) A coin has a diameter of 3 cm. How many Fresnel zones does it cut off if the screen is 2 m away ? Do you expect to see a bright spot at the centre ? Take $\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$.
2. Using Maxwell's equations in vacuum, derive wave equations for electric field, \vec{E} of an electromagnetic wave. Show that the speed of propagation of an electromagnetic wave in free space is given by

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

4+1

OR

What do you mean by polarization of light ? Two orthogonal linearly polarised lights with instantaneous electric field vectors \vec{E}_1 and \vec{E}_2 having phase difference ϕ are superposed. Show that the resultant is an elliptically polarised light.

1+4

3. (a) Discuss the use of Michelson interferometer for the determination of refractive index of a thin plate.

4

OR

With the help of a diagram, explain the formation of fringes by Lloyd's single mirror.

4

- (b) Write Stoke's relations. A parallel beam of sodium light ($\lambda = 5890 \text{ \AA}$) is incident on a thin glass plate ($\mu = 1.5$) such that the angle of refraction into the plate is 60° . Calculate the smallest thickness of the glass plate which will make it appear dark by reflection.

2+4

OR

In Young's double slit experiment, the slits are 0.2 mm apart. An interference pattern is observed on a screen 0.5 m away. If the wavelength of the light used is 5000 \AA , calculate the distance between the central maxima and the third minima on the screen. If one of the slits is covered by mica sheet of thickness $6 \times 10^{-4} \text{ cm}$, calculate the shift in the central fringe. Take refractive index of mica as 1.58.

3+3

4. Attempt any *two* parts : 2×5=10

(a) What are half-period zones ? Show that they are of equal area. 1+4

(b) What do you understand by the resolving power of an optical instrument ? Obtain an expression for the resolving power of a microscope. 1+4

(c) A diffraction limited laser beam ($\lambda = 650 \text{ nm}$) of diameter 5 mm is directed at the earth from a space laboratory at an altitude of 600 km. How large an area would the central beam illuminate ? 5

5. Attempt any *two* parts : 2×5=10

(a) With the help of an appropriate diagram, discuss the production of a hologram. List two practical considerations in the production of a hologram. 4+1

(b) Briefly describe the applications of lasers in the fields of communication and medicine. 3+2

(c) Discuss the role of core and cladding in optical fibres. Draw the labelled refractive index profiles for step-index and gradient-index fibres. 1+2+2

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2017

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं, परन्तु आंतरिक विकल्प दिए गए हैं। प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं। आप लॉग सारणियों या कैल्कुलेटरो का उपयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं पाँच भागों के उत्तर दीजिए : 5×3=15
- (क) निकट दृष्टि, दूर दृष्टि तथा अर्बिंदुकता दृष्टि दोषों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
- (ख) द्वि-अपवर्तन क्या होता है ? किसी ऋणात्मक एक-अक्षीय क्रिस्टल के लिए o - तथा e -तरंग सतहें आरेखित कीजिए।
- (ग) समान आवृत्ति तथा नियत कलांतर वाली दो प्रकाश तरंगों की तीव्रताओं का अनुपात $81 : 1$ है। जब इन तरंगों को अध्यारोपित किया जाता है, तो व्यतिकरण फ्रिंजे उत्पन्न होती हैं। उच्चतम और न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात परिकलित कीजिए।

- (घ) कालिक कला-संबद्धता तथा स्थानिक कला-संबद्धता परिभाषित कीजिए ।
- (ङ) एक पतली रेखाछिद्र से निर्गत 5100 \AA तरंगदैर्घ्य का हरा प्रकाश एक द्वि-रेखाछिद्र पर आपतित होता है । यदि 2 m दूरी पर स्थित परदे पर 10 फ्रिंजों की चौड़ाई 2.0 cm है, तो द्वि-रेखाछिद्र के बीच की दूरी परिकलित कीजिए ।
- (च) हीलियम-निऑन (He - Ne) लेसर का ऊर्जा स्तर आरेख आरेखित कीजिए ।
- (छ) विवर्तन पैटर्न के फ्रेनल वर्ग से फ्राउनहोफर वर्ग में आकाशीय विकास की चर्चा कीजिए ।
- (ज) किसी सिक्के का व्यास 3 cm है । 2 m दूर रखे परदे पर वह कितने फ्रेनल जोन आच्छादित करेगा ? क्या केन्द्र पर दीप्त बिन्दु बनेगा ? $\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$ लीजिए ।

2. निर्वात में मैक्सवेल समीकरणों का उपयोग कर, विद्युत्-चुंबकीय तरंग के विद्युत्-क्षेत्र, \vec{E} के लिए तरंग समीकरण व्युत्पन्न कीजिए । सिद्ध कीजिए कि मुक्त आकाश में विद्युत्-चुंबकीय तरंग की संचरण चाल निम्न व्यंजक द्वारा व्यक्त होती है :

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

4+1

अथवा

प्रकाश के ध्रुवण से आप क्या समझते हैं ? दो लंबकोणीय रेखिकतः ध्रुवित प्रकाश जिनके तात्क्षणिक विद्युत्-क्षेत्र सदिश \vec{E}_1 तथा \vec{E}_2 हैं और जिनके बीच कलांतर ϕ है को अध्यारोपित किया जाता है। सिद्ध कीजिए कि परिणामी प्रकाश दीर्घवृत्तीय ध्रुवित होगा।

1+4

3. (क) किसी पतली प्लेट का अपवर्तनांक ज्ञात करने के लिए माइकेल्सन व्यतिकरणमापी के उपयोग की चर्चा कीजिए।

4

अथवा

एक आरेख की सहायता से, लॉयड एकल दर्पण द्वारा फ्रिंज निर्माण प्रक्रिया समझाइए।

4

- (ख) स्टोक्स के सम्बन्ध लिखिए। सोडियम प्रकाश ($\lambda = 5890 \text{ \AA}$) का एक समांतर किरण-पुंज एक पतली ग्लास प्लेट ($\mu = 1.5$) पर इस प्रकार आपतित होता है कि प्लेट में अपवर्तन कोण 60° है। ग्लास प्लेट की वह कम-से-कम मोटाई परिकलित कीजिए जिसके कारण यह परावर्तित प्रकाश में अदीप्त दिखेगा।

2+4

अथवा

यंग के द्वि-रेखाछिद्र प्रयोग में, रेखाछिद्रों के बीच की दूरी 0.2 mm है। 0.5 m दूर रखे परदे पर व्यतिकरण पैटर्न प्रेक्षित किया जाता है। यदि प्रयुक्त प्रकाश का तरंगदैर्घ्य 5000 \AA है, तो परदे पर केन्द्रीय उच्चिष्ठ तथा तृतीय निम्निष्ठ के बीच दूरी परिकलित कीजिए। यदि एक रेखाछिद्र को $6 \times 10^{-4} \text{ cm}$ मोटी अभ्रक चादर से ढक दिया जाए, तो केन्द्रीय फ्रिंज में विस्थापन परिकलित कीजिए। अभ्रक का अपवर्तनांक 1.58 लीजिए।

3+3

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

(क) अर्ध-आवर्तन खंड (ज़ोन) क्या होते हैं ? सिद्ध कीजिए कि अर्ध-आवर्तन खंडों के क्षेत्रफल बराबर होते हैं । $1+4$

(ख) किसी प्रकाशिक यंत्र की विभेदन क्षमता से आप क्या समझते हैं ? सूक्ष्मदर्शी के लिए विभेदन क्षमता का व्यंजक प्राप्त कीजिए । $1+4$

(ग) 5 mm व्यास वाला विवर्तन-सीमित लेसर किरण-पुंज ($\lambda = 650 \text{ nm}$), 600 km ऊँचाई पर स्थित अंतरिक्ष प्रयोगशाला से पृथ्वी की ओर भेजा जाता है । केन्द्रीय किरण-पुंज पृथ्वी पर कितने बड़े क्षेत्रफल को दीप्त करेगा ? 5

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

(क) एक उपयुक्त आरेख की सहायता से होलोग्राम निर्माण प्रक्रिया की चर्चा कीजिए । होलोग्राम निर्माण के संदर्भ में दो व्यावहारिक पहलु बताइए । $4+1$

(ख) संचार और चिकित्सा के क्षेत्रों में लेसर के अनुप्रयोगों का संक्षिप्त वर्णन कीजिए । $3+2$

(ग) प्रकाशिक तंतुओं में क्रोड और अधिपट्टन की भूमिका की चर्चा कीजिए । चरण-सूचक तथा प्रवणता-सूचक तंतुओं के लिए नामांकित अपवर्तनांक प्रोफाइल आरेखित कीजिए । $1+2+2$