

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination, 2019

PHYSICS

PHE - 09 : OPTICS

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

Note : All questions are compulsory. Internal choices are given.
The marks for each question are indicated against it. You may use log tables or calculator. Symbols have their usual meanings.

1. Answer any three parts : [3x5=15]
- (a) State Fermat's principle. Derive the laws of refraction using it.
- (b) State the principle of superposition. An interference pattern is produced due to superposition of two waves of same frequency and constant phase difference having intensities in the ratio 81 : 1. Calculate the ratio of the



maximum and minimum intensity in the interference pattern.

- (c) Differentiate between Fresnel and Fraunhofer diffraction. Discuss the spatial evolution of Fresnel diffraction into Fraunhofer diffraction.
- (d) Discuss the recording of a hologram giving a labelled diagram.
- (e) Explain Rayleigh's criterion for resolution. For D_1 and D_2 sodium lines, $\lambda_{D_1} = 5890\text{\AA}$ and $\lambda_{D_2} = 5896\text{\AA}$. Calculate the minimum number of lines in a grating which will resolve the doublet in the second order.

2. Answer any one part : [1x5=5]

- (a) Derive wave equation for propagation of electromagnetic waves in free space.
- (b) Calculate the thickness of a quarter wave-plate for light of wavelength 5890\AA . The refractive indices for O- and e-rays are 1.55 and 1.50, respectively.

3. Answer any two parts : [2x5=10]

(a) Discuss the formation of coherent sources in a biprism experiment, with the help of a diagram. How do you determine the separation between the two virtual sources? [3+2]

(b) Explain with the necessary theory, how the wavelength of light can be determined using Newton's rings. [5]

(c) Describe the construction and working of Michelson Interferometer. How is it used to determine the refractive index of a thin plate?[3+2]

4. Answer any two parts : [2x5=10]

(a) What is meant by half-period elements? Explain the formation of diffraction pattern when a monochromatic beam of light passes through a circular aperture. [1+4]

(b) Draw the intensity distribution pattern for two-slit diffraction pattern. State its salient features. [2+3]

(c) A diffraction-limited laser beam ($\lambda = 6300\text{\AA}$) of diameter 5 mm is directed at the earth from a

space laboratory orbiting at an altitude of 500 Km.
Calculate the area illuminated by the central
beam. [5]

5. Answer any two parts : [2x5=10]

(a) The sodium line at $\lambda = 5890\text{\AA}$ produced in a low-pressure discharge has spread in wavelength $\Delta\lambda = 0.0194\text{\AA}$. Calculate the coherence length and line width in hertz. [3+2]

(b) List the pre-requisites of a laser and discuss its application in the field of medicine. [3+2]

(c) Two optical fibres A and B have the following refractive indices of core (n_1) and cladding (n_2) materials:

$$(n_1)_A = 1.52, (n_2)_A = 1.41, (n_1)_B = 1.53, (n_2)_B = 1.39$$

Which of the two fibres will have higher light gathering capacity? [5]

----- x -----

विज्ञान स्नातक (बी.एस.सी.)

सत्रांत परीक्षा, 2019

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

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

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिये : [3x5=15]

(क) फर्मा सिद्धांत लिखिए। इस सिद्धांत का उपयोग कर अपवर्तन के नियम व्युत्पन्न कीजिए।

(ख) अध्यारोपण का सिद्धांत बताइये। समान आवृत्ति और नियत-कलांतर वाली दो तरंगों, जिनकी तीव्रताएं 81 : 1 के अनुपात में हैं, अध्यारोपण के फलस्वरूप व्यतिकरण पैटर्न उत्पन्न होता है। इस व्यतिकरण पैटर्न में अधिकतम तीव्रता और न्यूनतम तीव्रता का अनुपात ज्ञात कीजिए।

- (ग) फ्रेनल और फॉनहोफर विवर्तनों में अंतर बताइये। फ्रेनल विवर्तन का फॉनहोफर विवर्तन में आकाशीय विकास की चर्चा कीजिए। [3]
- (घ) एक लेबलित आलेख की सहायता से होलोग्राम रिकार्डिंग प्रक्रिया की चर्चा कीजिए। [3]
- (ङ.) विभेदन के लिए रैले निकष समझाइये। सोडियम D_1 तथा D_2 रेखाओं के लिए, $\lambda_{D_1} = 5890\text{A}$ तथा $\lambda_{D_2} = 5896\text{A}$ है। उस ग्रेटिंग में रेखाओं की न्यूनतम संख्या परिकलित कीजिए जो इस द्विक को द्वितीय कोटि में विभेदित कर सके। [3]

2. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए: [1×5=5]

- (क) मुक्त आकाश में संचरित विद्युत-चुंबकीय तरंगों के लिए तरंग समीकरण व्युत्पन्न कीजिए।
- (ख) तरंगदैर्घ्य 5890A वाले प्रकाश के लिए एक चतुर्थांश तरंग पट्टिका की मोटाई परिकलित कीजिए। मान लें कि o -तथा e -तरंगों के लिए अपवर्तनांक क्रमशः 1.55 और 1.50 हैं।

3. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए : [2×5=10]

- (क) एक चित्र की सहायता से द्विक-प्रिज़्म प्रयोग में दो कला संबद्ध स्रोतों के निर्माण की चर्चा कीजिए। आप इन दो

आभासी स्रोतों के बीच की दूरी किस प्रकार निर्धारित करेंगे? [3+2]

(ख) आवश्यक सिद्धांत बताते हुए समझाइये कि न्यूटन वलयों का उपयोग कर प्रकाश का तरंगदैर्घ्य किस प्रकार निर्धारित किया जा सकता है। [5]

(ग) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी की रचना तथा कार्य-प्रणाली का वर्णन कीजिए। एक पतली प्लेट का अपवर्तनांक निर्धारित करने के लिए इसका किस प्रकार उपयोग किया जाता है? [3+2]

4. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए : [2×5=10]

(क) अर्ध-आवर्तन खंड से आप क्या समझते हैं? जब एकवर्णी प्रकाश किरण-पुंज किसी वृत्ताकार द्वारक से गुजरती है तो विवर्तन पैटर्न निर्माण प्रक्रिया समझाइये। [1+4]

(ख) द्वि-रेखाछिद्र विवर्तन पैटर्न के लिए तीव्रता वितरण आलेखित कीजिए। इस पैटर्न के प्रमुख लक्षण बताइये। [2+3]

(ग) 500 km की ऊँचाई पर परिक्रमा कर रही अंतरिक्ष प्रयोगशाला से 5 mm व्यास के विवर्तन सीमित लेसर किरण-पुंज ($\lambda=6300\text{\AA}$) को पृथ्वी पर निर्दिष्ट किया जाता है। केन्द्रीय किरण-पुंज द्वारा प्रदीप्त पृथ्वी के क्षेत्र की गणना कीजिए। [5]

5. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

[2x5=10]

(क) अल्प दाब विसर्जन द्वारा उत्पन्न सोडियम प्रकाश ($\lambda = 5890\text{\AA}$) का तरंगदैर्घ्य विस्तार, $\Delta\lambda = 0.0194\text{\AA}$ है कला संबद्धता लंबाई तथा आवृत्ति पट्ट चौड़ाई (हर्ट्ज में) परिकलित कीजिए। [3+2]

(ख) लेसर के लिए पूवपिक्षाएं सूचीबद्ध कीजिए तथा चिकित्सा क्षेत्र में इसके अनुप्रयोगों की चर्चा कीजिए। [3+2]

(ग) दो प्रकाशिक तंतुओं A तथा B के क्रोड (n_1) तथा अधिपट्टन (n_2) पदार्थों के अपवर्तनांक निम्नलिखित हैं $(n_1)_A = 1.52$, $(n_2)_A = 1.41$, $(n_1)_B = 1.53$, $(n_2)_B = 1.39$

इनमें से किस तंतु की प्रकाश संग्रहण क्षमता अधिक होगी ? [5]

----- x -----