

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

December, 2018

02862

PHYSICS

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : All questions are compulsory. However, internal choices are given. The marks for each question are indicated against it. You can use non-programmable calculators.

1. Answer any **three** parts :

3×5=15

- (a) Two waves having same frequency, constant phase difference and intensities in the ratio 25 : 1 are superposed. Calculate the ratio of maximum and minimum intensities obtained in the interference pattern.
- (b) State Fermat's principle and express it mathematically. Derive the laws of refraction using it.

- (c) A helium-neon laser diffraction-limited light beam of wavelength 600 nm and diameter 3×10^{-3} m is directed towards the surface of the moon 375×10^3 km away. Calculate the diameter of light patch produced on the moon.
- (d) Draw three-level and four-level pumping schemes for a laser. Discuss their comparative merits.
- (e) Describe polarisation of light by double refraction. Draw o- and e-wave surfaces for calcite crystal.
2. Draw a neat labelled diagram of human eye and discuss the role of rods and cones in the process of seeing. 3+2

OR

Using Maxwell's equations for free space, show that light is an e.m. wave. 5

3. Light from a monochromatic source is incident on a thin transparent film. It undergoes multiple reflections. Show that the interference patterns of reflected and transmitted waves are complementary. 10

OR

(a) In Young's double slit arrangement, a thin transparent sheet of thickness t and refractive index μ is introduced in the path of one of the beams. Obtain expression for distance through which each of the maxima gets shifted. 6

(b) Discuss how the Michelson interferometer is used to determine the difference in the wavelengths of the doublet emitted by sodium. 4

4. Discuss the salient features of double slit diffraction pattern. If the magnitude of electric field produced by a single slit is given by

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

where $\beta = \left(\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \right)$ and other symbols have

their usual meanings, obtain expression for intensity distribution of the double slit. 3+7

OR

With the help of a labelled diagram, explain the concept of Fresnel zones. Show that all the individual zones have the same area. 4+6

5. Answer any *two* parts :

2×5=10

- (a) An ordinary source emits light at 10^3 K. Show that in this case, spontaneous emission will dominate stimulated emission.
- (b) What is step-index fibre ? Obtain an expression for the angle of incidence beyond which light will get refracted into the cladding material. What will happen if the refractive index of the cladding is higher than that of the core ?
- (c) Derive expressions for Einstein's A and B coefficients.
-

पी.एच.ई.-09

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2018

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं । तथापि आंतरिक विकल्प दिए गए हैं ।
प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं । आप
अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का उपयोग कर सकते हैं ।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिए :

$3 \times 5 = 15$

(क) समान आवृत्ति तथा अचर कलांतर की दो तरंगों को
अध्यारोपित किया जाता है । यदि इनकी तीव्रताओं का
अनुपात 25 : 1 हो, तो व्यतिकरण पैटर्न में उत्पन्न
अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात
परिकलित कीजिए ।

(ख) फर्मा सिद्धान्त लिखिए तथा इसे गणितीय रूप में व्यक्त
कीजिए । इसके उपयोग से अपवर्तन के नियम व्युत्पन्न
कीजिए ।

(ग) एक हीलियम-नियॉन लेसर ($\lambda = 600 \text{ nm}$) द्वारा $3 \times 10^{-3} \text{ m}$ व्यास का किरणपुंज उत्सर्जित होता है। यह किरणपुंज चाँद की सतह की ओर भेजा जाता है। चाँद की सतह पर उत्पन्न प्रकाश पैच का व्यास परिकलित कीजिए। मान लीजिए कि पृथ्वी और चाँद के बीच की दूरी $375 \times 10^3 \text{ km}$ है।

(घ) किसी लेसर के लिए तीन-स्तर तथा चार-स्तर पंपन व्यवस्थाएँ आरेखित कीजिए। इनकी विशेषताओं की तुलनात्मक चर्चा कीजिए।

(ङ) द्वि-अपवर्तन द्वारा प्रकाश के ध्रुवण का वर्णन कीजिए। कैल्साइट क्रिस्टल के लिए o- तथा e-तरंग पृष्ठ आरेखित कीजिए।

2. मानव नेत्र का स्वच्छ एवं नामांकित चित्र खींचिए तथा देखने की प्रक्रिया में शलाकाओं और शंकुओं की भूमिका की चर्चा कीजिए।

3+2

अथवा

निर्वात में मैक्सवेल के समीकरणों का उपयोग कर सिद्ध कीजिए कि प्रकाश विद्युत्-चुम्बकीय तरंग है।

5

3. किसी एकवर्णी स्रोत से उत्सर्जित प्रकाश एक पतली पारदर्शी फिल्म पर आपतित होता है। फिल्म में यह प्रकाश बहु-परावर्तित होता है। सिद्ध कीजिए कि परावर्तित तथा पारगमित तरंगों के कारण उत्पन्न व्यतिकरण पैटर्न एक-दूसरे के पूरक होते हैं।

10

अथवा

(क) यंग की द्वि-रेखाछिद्र व्यवस्था में किसी एक किरणपुंज के पथ में मोटाई t तथा अपवर्तनांक μ वाली एक पतली पारदर्शी शीट रखी जाती है। उस दूरी के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए जिससे प्रत्येक उच्चिष्ठ विस्थापित हो जाता है।

6

(ख) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी द्वारा सोडियम से उत्सर्जित तरंगदैर्घ्य द्विक के तरंगदैर्घ्य मानों में अंतर कैसे निर्धारित करते हैं? चर्चा कीजिए।

4

4. द्वि-रेखाछिद्र विवर्तन पैटर्न के प्रमुख लक्षणों की चर्चा कीजिए। यदि एकल छिद्र के कारण उत्पन्न विद्युत्-क्षेत्र के परिमाण का व्यंजक निम्नलिखित हो

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

जहाँ $\beta = \left(\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \right)$ तथा अन्य प्रतीकों के अर्थ सामान्य हों, तो द्वि-रेखाछिद्र के लिए तीव्रता वितरण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

3+7

अथवा

एक नामांकित चित्र की सहायता से फ्रेनल ज़ोन की अवधारणा को समझाइए। सिद्ध कीजिए कि प्रत्येक ज़ोन का क्षेत्रफल समान है।

4+6

5. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

2×5=10

- (क) एक साधारण स्रोत 10^3 K ताप पर प्रकाश उत्सर्जित करता है । सिद्ध कीजिए कि इस स्थिति में उद्दीप्त उत्सर्जन की अपेक्षा स्वतः उत्सर्जन की प्रधानता होगी ।
- (ख) चरण-सूचक तंतु क्या होता है ? उस आपतन कोण का व्यंजक प्राप्त कीजिए जिससे अधिक कोण पर आपतित होने पर प्रकाश अधिपट्टन पदार्थ में अपवर्तित हो जाएगा । यदि अधिपट्टन पदार्थ का अपवर्तनांक, क्रोड के पदार्थ से अधिक हो तो क्या होगा ?
- (ग) आइन्सटाइन के A तथा B गुणांकों के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।
-