

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2014****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 a calculator. Symbols have their usual meaning.*

1. Attempt any **five** parts : $5 \times 3 = 15$
- (a) Write the wave equation for electromagnetic waves in free space in terms of the associated electric field vector. Do all electromagnetic waves in free space travel at the speed of light ? Justify your answer.
- (b) Explain the role of ciliary muscle in human eye. List two differences between a human eye and a camera.
- (c) Obtain the expression for resultant intensity produced due to superposition of two waves of same frequency but having constant phase difference.

- (d) Why is fringe pattern formed by Fabry-Perot interferometer superior than that formed by Michelson's interferometer ?
- (e) Draw intensity distribution in the diffraction pattern due to a straight edge. Write two salient features of this pattern.
- (f) A parallel beam of monochromatic light is allowed to be incident normally on a plane transmission grating having 5000 lines/cm and the second order spectral lines is found to be diffracted through 30° . Calculate the wavelength of the incident light.
- (g) Write expression for visibility of fringes in terms of maximum and minimum intensities. Explain the meaning of the terms.
- (h) How is holography different from photography ? Write two applications of holography.

2. Prove that when two in-phase linearly polarized light waves are superposed, the resultant wave has fixed orientation as well as amplitude. 3

The refractive indices of glass and water are 1.54 and 1.33. Which will be greater – the polarising angle for a beam of light incident from water to glass or vice versa ? 2

OR

Using Fermat's principle, derive the laws of reflection. 5

3. Distinguish between interference by division of wavefront and by division of amplitude. 3

Describe Newton's Rings experiment and show that radii of the bright rings vary as the square root of odd natural numbers. 7

OR

With the help of a diagram, explain the working of a Michelson interferometer. Explain the conditions under which (i) circular, and (ii) localised fringes are produced. 7

In Michelson interferometer experiment, the readings for a pair of maximum indistinctness are 0.6919 mm and 0.9864 mm. If the mean wavelength of the two components of light be 5893 Å, calculate the difference between the wavelengths of the components. 3

4. Discuss spatial evolution of Fresnel diffraction pattern. What is meant by half-period elements ? Show that the area of half-period elements is constant. 3+2+5

OR

State the salient features of Fraunhofer double slit diffraction pattern. The electric field produced by a single slit at a point P_θ on the observation screen is given by

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

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

Obtain an expression for resultant intensity distribution in Fraunhofer diffraction from a double slit. Explain diffraction and interference terms in the expression. 3+7

5. What role does an optical resonator play in laser action ? Explain its operation. 4
- 2 J energy is to be delivered by a pulsed laser in 15 ms to drill a hole of desired dimension in a metal sheet. Calculate the power of the laser. 3
- Explain the use of lasers in communication. 3

OR

What is the difference between a step-index fibre and a gradient-index fibre ? Draw their refractive index profiles. Explain the curved nature of the path taken by laser light propagating in a GRIN-fibre. 1+3+3

The refractive indices of the core and cladding materials of a step-index fibre are 1.53 and 1.39 respectively. Calculate the light gathering capacity of the fibre. 3

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2014

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

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

1. किन्हीं पाँच भागों के उत्तर दीजिए :

5×3=15

- (क) मुक्त आकाश में संचरित विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों के लिए, उससे संबद्ध विद्युत्-क्षेत्र सदिश के पदों में, तरंग समीकरण लिखिए । क्या सभी विद्युत्-चुम्बकीय तरंगें मुक्त आकाश में प्रकाश की चाल के बराबर चाल से गमन करती हैं ? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए ।
- (ख) मानव नेत्र में पक्ष्माभी पेशी की क्या भूमिका होती है, समझाइए । मानव नेत्र तथा कैमरे में दो अन्तर बताइए ।
- (ग) बराबर आवृत्ति किन्तु नियत कलान्तर वाली दो तरंगों के अध्यारोपण के फलस्वरूप उत्पन्न परिणामी तीव्रता के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए ।

- (घ) माइकेलसन व्यतिकरणमापी की तुलना में फेब्री-पेरॉट व्यतिकरणमापी द्वारा निर्मित फ्रिंज पैटर्न बेहतर क्यों होता है ?
- (ङ) ऋजु कोर के कारण उत्पन्न विवर्तन पैटर्न के लिए तीव्रता वितरण आलेखित कीजिए । इस पैटर्न की दो विशेषताएँ लिखिए ।
- (च) प्रति cm 5000 रेखाओं वाली एक समतल पारगमन ग्रेटिंग पर एकवर्णी प्रकाश की समान्तर किरणपुंज लम्बवत् आपतित होती है जिसके फलस्वरूप द्वितीय कोटि स्पेक्ट्रमी रेखाएँ 30° से विवर्तित होती हैं । आपतित प्रकाश का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए ।
- (छ) अधिकतम ऐरेना तथा न्यूनतम ऐरेना के पदों में फ्रिंजों की दृश्यता के लिए व्यंजक लिखिए । पदों का अर्थ समझाइए ।
- (ज) होलोग्राफी, फोटोग्राफी से किस प्रकार अलग होती है ? होलोग्राफी के दो अनुप्रयोग लिखिए ।

2. सिद्ध कीजिए कि जब दो सम-कला रैखिकतः ध्रुवित प्रकाश तरंगों को अध्यारोपित किया जाता है, तो परिणामी तरंग का अभिविन्यास तथा आयाम निश्चित रहता है ।

3

काँच और जल के अपवर्तनांक क्रमशः 1.54 तथा 1.33 हैं । किस स्थिति में ध्रुवण कोण का मान अधिक होगा – जब प्रकाश किरणपुंज जल से काँच पर आपतित होता है अथवा जब यह काँच से जल पर आपतित होता है ?

2

अथवा

फ़र्मा के नियम का उपयोग कर परावर्तन नियमों को व्युत्पन्न कीजिए ।

5

3. तरंगाग्र विभाजन और आयाम विभाजन से प्राप्त व्यतिकरणों में अन्तर बताइए ।

3

न्यूटन वलय प्रयोग का वर्णन कीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि दीप्त वलयों की त्रिज्याएँ, विषम धन पूर्णाकों के वर्गमूल के समानुपाती होती हैं ।

7

अथवा

एक आलेख की सहायता से, माइकेलसन व्यतिकरणमापी की कार्यप्रणाली समझाइए । उन शर्तों को बताइए जिसके अन्तर्गत (i) वर्तुल, तथा (ii) स्थानीकृत फ्रिंजें उत्पन्न होती हैं ।

7

माइकेलसन व्यतिकरणमापी प्रयोग में, दो क्रमागत अधिकतम अस्पष्टता की रीडिंग (पाठ्यांक) 0.6919 mm तथा 0.9864 mm हैं । यदि प्रकाश के दो घटकों का माध्य तरंगदैर्घ्य 5893 Å है, तो घटकों के तरंगदैर्घ्य के बीच अन्तर परिकलित कीजिए ।

3

4. फ्रेनल विवर्तन पैटर्न के आकाशीय विकास की चर्चा कीजिए । अर्ध-आवर्तन खण्ड से आप क्या समझते हैं ? सिद्ध कीजिए कि अर्ध-आवर्तन खण्ड का क्षेत्रफल नियत होता है ।

3+2+5

अथवा

फ्राउनहोफर द्विरेखाछिद्र विवर्तन पैटर्न के मुख्य अभिलक्षण बताइए । परदे के किसी बिन्दु P_θ पर एकरेखाछिद्र के कारण उत्पन्न विद्युत्-क्षेत्र का व्यंजक निम्नलिखित है :

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

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

किसी द्विरेखाछिद्र के कारण उत्पन्न फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न में परिणामी तीव्रता वितरण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । व्यंजक में स्थित विवर्तन तथा व्यतिकरण पदों की व्याख्या कीजिए ।

3+7

5. लेसर प्रक्रिया में प्रकाशिक कोटर (अनुनादक) क्या भूमिका अदा करता है ? इसकी कार्यप्रणाली समझाइए । 4
- किसी धात्विक प्लेट में वांछित आकार का छेद करने के लिए स्पंदित लेसर द्वारा 15 ms के लिए 2 J ऊर्जा प्रदान की जाती है । लेसर की शक्ति परिकलित कीजिए । 3
- संचार में लेसर का अनुप्रयोग समझाइए । 3

अथवा

- चरण-सूचक तथा प्रवणता-सूचक तंतुओं में क्या अन्तर होता है ? इनका अपवर्तनांक प्रोफाइल आरेखित कीजिए । प्रवणता-सूचक (GRIN) तंतु में लेसर प्रकाश द्वारा वक्रित पथ पर संचरण प्रक्रिया समझाइए । 1+3+3
- किसी चरण-सूचक तंतु के क्रोड तथा अधिपट्टन पदार्थों का अपवर्तनांक क्रमशः 1.53 तथा 1.39 है । तंतु की प्रकाश संग्रहण क्षमता परिकलित कीजिए । 3