

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)****Term-End Examination****December, 2015**

01624

**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 may use log tables or non-programmable calculators. Symbols have their usual meanings.*

1. Answer any **three** parts : 3×5=15

- (a) Calculate the path difference between interference rays in reflected light from a thin film of thickness  $t$  and refractive index  $\mu$ .

5

- (b) The electric field vectors of two linearly polarised light waves are given by

$$\vec{E}_1(z, t) = \hat{e}_x E_{01} \cos(kz - \omega t)$$

$$\text{and } \vec{E}_2(z, t) = \hat{e}_y E_{02} \cos(kz - \omega t)$$

Show that their superposition leads to an elliptically polarised light wave.

5

- (c) Calculate the numerical aperture for a fibre having core and cladding with refractive indices 1.5 and 1.45, respectively. Draw the refractive index profile of a gradient index fibre. 3+2
- (d) Show that a zone plate acts like a multi-foci converging lens. 5

2. State Fermat's principle and use it to derive the laws of refraction. 1+4

**OR**

The rate of energy radiated by the Sun is  $4.0 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$ . Calculate the Poynting vector at the surface of the Earth. Take the radius of the Sun as  $7 \times 10^8 \text{ m}$  and the distance between the Sun and the Earth as  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ . 5

3. Derive an expression for the intensity of transmitted light in a Fabry – Pérot interferometer. Discuss the sharpness of fringes. How is Fabry – Pérot interferometer superior to Michelson interferometer? 7+2+1

**OR**

- (i) Newton's rings are produced in reflected light of wavelength 600 nm with a liquid between the plane and curved surfaces. The diameter of the fifth bright ring is 0.3 cm and the radius of curvature of the curved surface is 110 cm. Calculate the refractive index of the liquid. 5

- (ii) Circular fringes are observed in a Michelson interferometer illuminated by light of wavelength 600 nm. When the path difference between the mirrors  $M_1$  and  $M_2$  is 0.25 cm, the central fringe is bright. Calculate the angular diameter of the sixth bright fringe.

5

4. (i) Discuss transition from Fresnel diffraction pattern to Fraunhofer diffraction pattern.
- (ii) A slit of width  $b$  is illuminated by light of wavelength  $\lambda$ . The intensity of the diffraction pattern at an angle  $\theta$  with the horizontal axis is given by

3

$$I_{\theta} = I_0 \left( \frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \text{ where } \beta = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}.$$

Determine the positions of secondary maxima and show that the intensity of the first secondary maximum is only 4.96% of the central maximum.

4+3

### OR

- (i) With the help of appropriate diagrams, discuss Rayleigh criterion for resolving nearby images.
- (ii) What do you understand by resolving power of a microscope ? Establish the relation between resolving power and numerical aperture for a microscope.

3

2+3

- (iii) For two curves having equal intensity, show that the resultant of the curves will dip by nearly 20% according to Rayleigh criterion. 2

5. Answer any *two* parts :

- (i) Derive expressions for Einstein's  $A$  and  $B$  coefficients. 5
- (ii) Explain the process of image reconstruction in a hologram. 5
- (iii) 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 will happen if the refractive index of the cladding is higher than that of the core ? 1+3+1
-

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2015

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 लॉग सारणियों या अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का प्रयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं तीन भागों के उत्तर दीजिए :

3×5=15

(क) मोटाई  $t$  तथा अपवर्तनांक  $\mu$  की तनु फिल्म से परावर्तित प्रकाश में व्यतिकरण किरणों के बीच पथान्तर परिकलित कीजिए।

5

(ख) दो रैखिकतः ध्रुवित प्रकाश तरंगों के संगत विद्युत्-क्षेत्र सदिशों के व्यंजक निम्नलिखित हैं :

$$\vec{E}_1(z, t) = \hat{e}_x E_{01} \cos(kz - \omega t)$$

$$\text{तथा } \vec{E}_2(z, t) = \hat{e}_y E_{02} \cos(kz - \omega t)$$

सिद्ध कीजिए कि इनके अध्यारोपण से दीर्घवृत्तीय ध्रुवित प्रकाश तरंग प्राप्त होती है।

5

(ग) एक तंतु के क्रोड और अधिपट्टन के अपवर्तनांक क्रमशः 1.5 तथा 1.45 हैं। तंतु का संख्यात्मक द्वारक परिकलित कीजिए। प्रवणता सूचक तंतु के लिए अपवर्तनांक प्रोफाइल आरेखित कीजिए।

3+2

(घ) सिद्ध कीजिए कि जोन पट्टिका बहु-फोकसीय अभिसारी लेंस की तरह व्यवहार करती है।

5

2. फर्मा सिद्धान्त लिखिए तथा इसके प्रयोग द्वारा अपवर्तन के नियम व्युत्पन्न कीजिए।

1+4

**अथवा**

सूर्य  $4.0 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$  की दर से ऊर्जा उत्सर्जित करता है। पृथ्वी की सतह पर प्वाइन्टिंग सदिश परिकलित कीजिए। सूर्य की त्रिज्या  $7 \times 10^8 \text{ m}$  तथा सूर्य और पृथ्वी के बीच की दूरी  $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$  लीजिए।

5

3. फेब्री – पेराँ व्यतिकरणमापी में पारगमित प्रकाश की तीव्रता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। फ्रिन्जों की तीक्ष्णता की चर्चा कीजिए। फेब्री – पेराँ व्यतिकरणमापी माइकेलसन व्यतिकरणमापी से किस प्रकार बेहतर है?

7+2+1

**अथवा**

(i) न्यूटन वलय  $600 \text{ nm}$  तरंगदैर्घ्य के परावर्तित प्रकाश में जनित होती हैं जब समतल एवं वक्रिय सतहों के बीच द्रव रखा जाता है। पाँचवीं दीप्त वलय का व्यास  $0.3 \text{ cm}$  है तथा वक्र पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या  $110 \text{ cm}$  है। द्रव का अपवर्तनांक परिकलित कीजिए।

5

- (ii) माइकेलसन व्यतिकरणमापी में 600 nm तरंगदैर्घ्य के प्रकाश से प्रदीप्त वर्तुल फ्रिन्जें प्राप्त होती हैं। जब  $M_1$  तथा  $M_2$  दर्पणों के बीच की दूरी 0.25 cm होती है, तो केन्द्रीय फ्रिन्ज दीप्त होती है। छठी दीप्त फ्रिन्ज का कोणीय व्यास परिकलित कीजिए।

5

4. (i) फ्रेनल विवर्तन पैटर्न की फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न के रूप में परिवर्तन की चर्चा कीजिए।
- (ii) चौड़ाई  $b$  वाले एक रेखाछिद्र को तरंगदैर्घ्य  $\lambda$  के प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है। क्षैतिज अक्ष से कोण  $\theta$  पर विवर्तन पैटर्न की तीव्रता का व्यंजक निम्नलिखित है :

3

$$I_{\theta} = I_0 \left( \frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \quad \text{जहाँ} \quad \beta = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}$$

उपर्युक्त व्यवस्था के लिए द्वितीयक उच्चिष्ठों की स्थितियाँ निर्धारित कीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि तीव्रता वितरण में प्रथम द्वितीयक उच्चिष्ठ की तीव्रता, केन्द्रीय उच्चिष्ठ की तीव्रता का केवल 4.96% है।

4+3

### अथवा

- (i) पास-पास के प्रतिबिम्बों को विभेदित करने के लिए लागू रैले निकष की चर्चा उपयुक्त चित्रों की सहायता से कीजिए।
- (ii) सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता से आप क्या समझते हैं ? सूक्ष्मदर्शी के लिए विभेदन क्षमता और संख्यात्मक द्वारक के बीच सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

3

2+3

- (iii) समान तीव्रता के दो वक्रों के लिए सिद्ध कीजिए कि रैले निकष के अनुसार वक्रों के परिणामी में नति लगभग 20% होती है ।

2

5. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

- (i) आइन्सटाइन के  $A$  और  $B$  गुणांकों के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए ।

5

- (ii) होलोग्राम में प्रतिबिम्ब पुनर्निर्माण की प्रक्रिया समझाइए ।

5

- (iii) चरण-सूचक तंतु क्या होता है ? उस आपतन कोण के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए जिससे अधिक कोण पर आपतित होने पर प्रकाश अधिपट्टन पदार्थ में अपवर्तित हो जाएगा । यदि अधिपट्टन पदार्थ का अपवर्तनांक क्रोड पदार्थ से अधिक हो तो क्या होगा ?

1+3+1