

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

December, 2020

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

Note : (i) *All questions are compulsory but internal choices are given.*

(ii) *You can use a calculator.*

(iii) *Marks for each question are indicated against it.*

(iv) *Symbols have their usual meanings.*

1. Answer any **four** parts : 4×5=20
- (a) State and explain Fermat's principle. Use it to verify Snell's law. 2, 3
- (b) Draw energy level diagram of N_d ions in N_d : YAG laser. Also, state **two** advantages of this laser. 3, 2

- (c) Newton's rings are formed with reflected light of wavelength 5890 \AA using a plano-convex lens and a plane glass plate with a liquid between them. The diameter of the 10th ring is 4.2 mm and radius of curvature of the curved surface of the lens is 1 m . Calculate the refractive index of the liquid if the ring is (i) dark and (ii) bright. 3, 2
- (d) A parallel beam of monochromatic light is incident normally on a plane transmission grating having 5000 lines per cm . The second order spectral line is found to be diffracted through 30° . Calculate the wavelength of light used. 5
- (e) What do you understand by polarisation of light ? Two orthogonal linearly polarised light waves with instantaneous electric field vectors \vec{E}_1 and \vec{E}_2 having phase

difference ϕ are superposed. Determine the nature of resultant light. Show all mathematical steps to support your argument. 1, 1, 3

- (f) What is the role of core and cladding in optical fibres ? Draw labelled refractive index profiles for step-index and gradient index fibres. 3, 1, 1

2. Answer any **two** parts : 2×5=10

- (a) Differentiate between trichromatic and opponent colour theories of vision. 5
- (b) With the help of a diagram, explain the formation of two coherent sources in a biprism interference experimental setup. Obtain an expression for the separation between these two coherent sources. 5
- (c) For observing sodium doublet having wavelengths 5890 \AA and 5896 \AA , a grating having $d = 10^{-3} \text{ cm}$ and a lens of focal

length 2 m are used. Calculate the linear separation of these two sodium lines in the 1st and 2nd order spectrum. 5

3. Answer any **two** parts : $2 \times 5 = 10$

(a) What is population inversion in lasers ? With the help of a diagram, explain the three level pumping scheme to obtain population inversion. 2, 3

(b) What is pulse broadening in a step-index fibre ? How does it impact the signal transmission capacity of the fibre ? Obtain an expression for spread in time when signal travels in this fibre. 1, 1, 3

(c) Differentiate between dichroism and birefringence. Depict wave surfaces for *o*- and *e* waves for a quartz crystal. 2, 3

4. Answer any **one** part : $1 \times 10 = 10$

What is Fraunhofer diffraction ? State the salient features of observed Fraunhofer

diffraction pattern of the incident wave on double slits of same width b from a point source. Show that the intensity at a point P_0 is given by :

$$I_{\theta} = 4I_0 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \cos^2 \gamma$$

where $\beta = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}$; $\gamma = \frac{\pi}{\lambda} d \sin \theta$ and

$d = b + a$; a being the opaque space between the two slits. 1, 3, 6

Or

State the principle on which a Fabry-Perot interferometer works. How is it superior than Michelson interferometer ? Obtain an expression for intensity distribution for F-P fringes in terms of coefficient of Finesse. 1, 2, 7

PHE-09

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2020

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : (i) सभी प्रश्न अनिवार्य हैं परन्तु आन्तरिक विकल्प दिए गए हैं।

(ii) आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iii) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं चार भागों के उत्तर लिखिए : $4 \times 5 = 20$

(क) फर्मा का सिद्धान्त लिखिए तथा इसकी व्याख्या कीजिए। इसका प्रयोग कर स्नैल का नियम सत्यापित कीजिए।

2, 3

(ख) N_d : YAG लेसर में N_d आयनों का ऊर्जा स्तर आरेखित कीजिए। इस लेसर के दो महत्वपूर्ण फायदे बताइए।

3, 2

(ग) समतल-उत्तल लेंस तथा समतल ग्लास प्लेट के बीच एक द्रव पदार्थ रखा है। इस निकाय से 5890 Å तरंगदैर्घ्य के प्रकाश के परावर्तन के कारण न्यूटन वलय प्राप्त होते हैं। 10वें वलय का व्यास 4.2 mm है तथा लेंस की वक्र सतह की वक्रता त्रिज्या 1 m है। द्रव पदार्थ का अपवर्तनांक परिकलित कीजिए यदि वलय (i) अदीप्त तथा (ii) दीप्त हो।

3, 2

(घ) प्रति सेमी. 5000 रेखाओं वाली एक समतल पारगमन ग्रेटिंग पर एकवर्णी प्रकाश का एक समांतर किरणपुंज लंबवत् आपतित होता है।

द्वितीय कोटि स्पेक्ट्रमी रेखा 30° के कोण से

विवर्तित हो जाती है। प्रकाश का तरंगदैर्घ्य
परिकलित कीजिए। 5

(ड) प्रकाश के ध्रुवण से आप क्या समझते हैं? दो
लंबकोणीय रैखिकतः ध्रुवित प्रकाश तरंगों जिनके
तात्क्षणिक विद्युत क्षेत्र सदिश \vec{E}_1 तथा \vec{E}_2 हैं
एवं जिनके बीच कलांतर ϕ है, को अध्यारोपित
किया जाता है। परिणामी प्रकाश की प्रकृति ज्ञात
कीजिए। अपने तर्क के पक्ष के लिए सभी
गणितीय पदों को दिखाइए। 1, 1, 3

(च) प्रकाशिक तंतुओं में क्रोड और अधिपट्टन की
भूमिका क्या होती है? चरण-सूचक तथा प्रवणता
सूचक तंतुओं के लिए चिह्नित अपवर्तनांक
प्रोफाइल आरेखित कीजिए। 3, 1, 1

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

(क) वर्ण-बोध के त्रिवर्ण सिद्धान्त तथा विरोधी प्रक्रम सिद्धान्त में अन्तर बताइए। 5

(ख) द्विक-प्रिज्म व्यतिकरण की प्रायोगिक व्यवस्था में चित्र की सहायता से दो कला संबद्ध स्रोतों के निर्माण की व्याख्या कीजिए। इन स्रोतों के बीच की दूरी के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। 5

(ग) तरंगदैर्घ्यों 5890 \AA और 5896 \AA वाले सोडियम द्विक का प्रेक्षण करने के लिए $d = 10^{-3} \text{ cm}$ वाली ग्रेटिंग और 2 m फोकस दूरी वाले लेन्स का उपयोग किया जाता है। प्रथम और द्वितीय कोटि के स्पेक्ट्रमों में इन दोनों सोडियम रेखाओं के बीच की दूरी की गणना कीजिए। 5

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

(क) लेसर में संख्या प्रतीपन क्या होता है? चित्र की सहायता से संख्या प्रतीपन प्राप्त करने के लिए तीन-स्तर पम्पन योजना समझाइए। 2,3

(ख) चरण-सूचक तंतु में स्पंद विस्तारण क्या होता है? इसका तंतु की सिग्नल प्रेषण क्षमता पर क्या प्रभाव पड़ता है? जब सिग्नल इस तंतु में संचारित होता है तो समय के विस्तार का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

1,1,3

(ग) द्विवर्णता तथा द्विअपवर्तन में अन्तर बताइए। क्वार्ट्ज क्रिस्टल के लिए o -तथा e -तरंगों के लिए तरंग सतहें आरेखित कीजिए।

2, 3

4. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए : $1 \times 10 = 10$

फ्राउनहोफर विवर्तन क्या होता है? एक बिन्दु स्रोत से उत्सर्जित एवं एकसमान चौड़ाई b के द्विक ऊर्ध्वाधर रेखा छिद्रों पर आपतित तरंगों के प्रेक्षित फ्राउनहोफर विवर्तन पैटर्न की मुख्य विशेषताएँ बताइए। सिद्ध कीजिए कि अक्ष से कोण θ पर स्थित बिन्दु P_0 पर प्राप्त तीव्रता का व्यंजक निम्नलिखित है :

$$I_0 = 4I_0 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \cos^2 \gamma$$

जहाँ $\beta = \frac{\pi b \sin \theta}{\lambda}$; $\gamma = \frac{\pi}{\lambda} d \sin \theta$ तथा

$d = b + a$; a दोनों रेखाच्छिद्रों के बीच की अपारदर्शी दूरी है। 1, 3, 6

अथवा

फेब्री-पेरट व्यतिकरणमापी सिद्धान्त लिखिए। यह माइकेल्सन व्यतिकरणमापी से कैसे श्रेष्ठ है? F-P फ्रिन्जों के लिए तीव्रता वितरण का व्यंजक फिनेस गुणांक के पदों में व्युत्पन्न कीजिए। 1, 2, 7