

BACHELOR OF SCIENCE (B. SC.)

Term-End Examination

June, 2023

Physics

PHE-09 : OPTICS

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

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

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

(iii) *You can use a calculator.*

(iv) *Symbols have their usual meanings.*

1. Answer any *three* parts :

(a) Define birefringence and depict wave surface for *o*- and *e*-waves for a quartz crystal. 2, 3

(b) A helium-neon laser emits a beam of light of wavelength 600 nm and diameter 3×10^{-3} m. It is directed towards the surface of the moon. Calculate the diameter of light patch produced on the surface of the moon at a distance of 375×10^3 km from the earth. 5

- (c) Write down Maxwell's equations for free space. Using these, derive wave equation for e. m. waves and show that these are analogous to light waves. 2, 2, 1
- (d) List *three* differences between fringes obtained from a biprism and Lloyd's mirror. 5
- (e) Define coherence time and coherence length with reference to temporal coherence. 5

2. Answer any **one** part :

Explain population inversion. Why is population inversion necessary for operation of a laser ? Draw the line diagram showing three level pumping scheme. 2, 2, 1

Or

The radius of curvature of a lens used in Newton's ring experiment is 1.0 m and the diameter of the 10th bright ring formed due to reflected light is 0.5 cm. Calculate the wavelength of light used. 5

3. Answer any **two** parts : 2×5=10

- (a) Discuss the terms accommodation and convergence in the context of image formed

by human eye. Draw ray diagram, wherever necessary. Also discuss why human beings are unable to see under water. 3, 1, 1

(b) 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 the expression for the distance through which each maxima will get shifted. 5

(c) The temperature of ordinary light source is 10^3 K. Show that in this case, spontaneous emission will dominate stimulated emission if wavelength of light is 6000 \AA . Take $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ and $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$. 5

4. Answer any **one** part :

Discuss the salient features of double slit diffraction pattern. If the magnitude of electric field associated with a wave 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 usual meaning. Obtain the expression for intensity distribution of double slit. 4, 6

Or

- (i) State important characteristics of single slit diffraction pattern. 5
- (ii) A diffraction grating has 760 slits. It is illuminated by a light of wavelength 580 nm. If grating element d is $2.12 \mu\text{m}$, calculate the angular width of first order principal maxima whose angular position is 14.2° . 5

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

- (a) A thin film of a glass of refractive index 1.5 is inserted in one arm of Michelson's interferometer. Calculate the thickness of the film if a shift of 10 fringes is obtained. Take $\lambda = 5890 \text{ \AA}$.
- (b) With the help of a diagram, explain the recording process of a hologram.
- (c) Explain the differences between the step-index and gradient index fibres with the help of diagrams.

PHE-09

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2023

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-09 : प्रकाशिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

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

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

(iii) आप कैलकुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iv) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं **तीन** भागों के उत्तर लिखिए :

(क) द्विअपवर्तन को परिभाषित कीजिए तथा क्वार्ट्ज क्रिस्टल के लिए o - तथा e -तरंगों के लिए तरंग सतह आरखित कीजिए।

2, 3

(ख) एक हीलियम-नियॉन लेसर ऐसा किरण पुंज उत्सर्जित करता है जिसका तरंगदैर्घ्य 600 nm है तथा व्यास 3×10^{-3} m है। इसे चाँद की ओर भेजा जाता है। चाँद की सतह पर उत्पन्न प्रकाश पैच का व्यास परिकल्पित कीजिए। मान लीजिए कि पृथ्वी और चाँद के बीच की दूरी 375×10^3 km है। 5

(ग) मुक्त आकाश के लिए मैक्सवेल समीकरण लिखिए तथा इनका उपयोग कर विद्युतचुम्बकीय तरंगों के लिए समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। यह भी सिद्ध कीजिए कि ये प्रकाश तरंगों के समकक्ष हैं। 2, 2, 1

(घ) द्विक प्रिज्म तथा लॉयड दर्पण द्वारा उत्पन्न फ्रिन्जों के बीच तीन अन्तर लिखिये। 5

(ङ) कालिक कला सम्बद्धता के सन्दर्भ में कला सम्बद्धता समय तथा कला सम्बद्धता लंबाई को परिभाषित कीजिए। 5

2. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए :

संख्या प्रतीपन को समझाइए। लेसर प्रक्रिया के लिए संख्या प्रतीपन क्यों अनिवार्य है ? तीन स्तरीय पंपन योजना आरेखित कीजिए। 2, 2, 1

अथवा

न्यूटन वलय प्रयोग में उपयुक्त लेंस की वक्रता त्रिज्या 1.0 m है तथा 10वाँ दीप्त वलय जा परावर्तित प्रकाश से प्राप्त होता है, का व्यास 0.5 m है। प्रयुक्त प्रकाश का तरंगदैर्घ्य परिकलित कीजिए। 5

3. किन्हीं दो भागों के उत्तर दीजिए :

(क) मानव नेत्र द्वारा प्रतिबिंब रचना के सन्दर्भ में समंजन तथा अभिसरण प्रक्रियाओं की चर्चा कीजिए। जहाँ आवश्यक हो, चित्र खींचिए। यह भी विवेचना कीजिए कि मानव जल की सतह के नीचे क्यों नहीं देख पाते। 3, 1, 1

(ख) यंग द्विरेखा छिद्र व्यवस्था में एक किरणपुंज के पथ में मोटाई t तथा अपवर्तनांक μ की एक पतली पारदर्शी परत रख दी जाती है। प्रत्येक विस्थापित उच्चिष्ठ की दूरी का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 5

(ग) एक साधारण स्रोत 10^3 K तापमान पर प्रकाश उत्सर्जित करता है। यदि उत्सर्जित प्रकाश का तरंगदैर्घ्य 6000 \AA हो, तो सिद्ध कीजिए कि

इसके लिए उद्घोषित उत्सर्जन की अपेक्षा स्वतः
उत्सर्जन प्रधान होगा। 5

$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ तथा
 $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ लें।

4. किसी एक भाग का उत्तर दीजिए : $1 \times 10 = 10$
द्विरेखा छिद्र विवर्तन पैटर्न के प्रमुख लक्षणों की चर्चा
कीजिए। एकल रेखा छिद्र के कारण उत्पन्न तरंग के
विद्युत क्षेत्र के परिमाण का व्यंजक निम्नलिखित है :

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

जहाँ $\beta = \left(\frac{\pi b \sin \theta}{\lambda} \right)$ है तथा अन्य प्रतीकों के अर्थ
सामान्य हैं। द्विरेखा छिद्र से प्राप्त विवर्तन के तीव्रता
वितरण का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

अथवा

- (i) एकल रेखा छिद्र विवर्तन पैटर्न के मुख्य अभिलक्षण
बताइए। 5
- (ii) एक विवर्तन ग्रेटिंग में 760 रेखाछिद्र हैं। इसे
तरंगदैर्घ्य 580 nm वाले प्रकाश से प्रदीप्त किया
जाता है। यदि ग्रेटिंग अंतराल d का मान $2.12 \mu\text{m}$
है, तो प्रथम कोटि स्पेक्ट्रम के मुख्य उच्चिष्ठ,
जिसका कोणीय स्थान 14.2° है, की कोणीय
चौड़ाई परिकलित कीजिए। 5

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

(क) माइकेल्सन व्यतिकरणमापी में एक व्यतिकारी किरणपुंज के पथ में अपवर्तनांक 1.5 के ग्लास की एक पतली परत रखी जाती है। यदि इसके फलस्वरूप 10 फ्रिन्जें विस्थापित हो जाती हैं, तो पतली परत की मोटाई परिकलित कीजिए। दिया है $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ ।

(ख) एक आरेख की सहायता से होलोग्राम अभिलेखन प्रक्रिया को समझाइए।

(ग) चरण सूचक तथा प्रवणता सूचक तंतुओं में अन्तर चित्रों की सहायता से समझाइए।