

01618

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****June, 2011****PHYSICS****PHE-9 : 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 meanings.

1. Attempt *any five* parts : 2×5=10

- (a) For a double slit interference experiment, what is the nature/shape of fringes obtained on the screen ? Plot the intensity distribution as a function of phase difference.
- (b) The energy radiated by the sun per second is $4 \times 10^{26} \text{ J s}^{-1}$. If the sun is a sphere of radius $7 \times 10^5 \text{ km}$, calculate the Poynting vector at its surface.
- (c) When sunlight is incident on the surface of a calm pond water at an angle of 37° , the reflected light is completely polarised. Justify.

- (d) The resolving power of a Fabry - Perot interferometer for normal incidence is 5.42×10^5 . Calculate the separation between the wavelengths that can be just resolved at $\lambda = 500$ nm.
- (e) List two important characteristics of single slit Fraunhofer diffraction pattern.
- (f) To penetrate deeper in space, we use telescopes with objectives of larger aperture. Justify this statements on physical basis.
- (g) Light of wavelength 400 nm has a wavetrain 30λ long. Calculate coherence time.
- (h) Draw energy level diagram of Nd ion in Nd : YAG laser.

2. Answer *any two* parts : 5x2=10

- (a) Consider two light waves of unequal amplitudes and having an arbitrary phase difference, moving along the Z-direction. Their electric field vectors are mutually orthogonal. Show that (i) their superposition leads to an elliptically polarised light and (ii) linear polarisation and circular polarisation states are special cases of elliptic polarisation. 3+2
- (b) Starting from Maxwell's field equations in free space, show that light waves are electromagnetic in nature. 5
- (c) (i) Interference pattern is obtained by division of wavefront as well as division of amplitude. Explain. 3+2
 (ii) List one instrument used to observe each type of pattern.

3. Answer *any one* part : **10x1=10**
- (a) (i) Explain the formation of Newton's rings and discuss how these can be used to determine wavelength of light. **4+3**
- (ii) In a Newton's rings experiment, the diameters of the 5th and 15th rings are 0.336 cm and 0.590 cm, respectively. Calculate the radius of curvature of the plano-convex lens if light of wavelength 5890 Å is used. **3**
- (b) Explain the principle of Fabry-Perot interferometer. Derive an expression for the intensity of transmitted light and discuss sharpness of fringes. How is it superior to Michelson interferometer ? **3+5+2**
4. Answer *any one* part : **10x1=10**
- (a) (i) Discuss spatial evolution of Fresnel diffraction pattern to Fraunhofer diffraction. **3+5+2**
- (ii) Show that a zone plate acts like a multi-foci converging lens.
- (iii) A zone plate is illuminated by light of wavelength 5500 Å. If radii of zone plate are expressed in cm and given by the relation $r_n = 0.1 \sqrt{n}$, calculate the location of first focal point.
- (b) (i) Discuss Rayleigh's criterion for resolving two images. **3+4+3**
- (ii) Obtain an expression for resolving power of a microscope.
- (iii) Explain why we have to use an electron microscope to study finer details of crystal structures.

5. Answer *any one* part : **10x1=10**
- (a) Derive expressions for Einstein's A and B coefficients. Explain how Einstein's prediction of population inversion was realised in actual practice by Maiman. 5+5
- (b) (i) Holography is better than photography. Discuss on the basis of the processes involved. 5
- (ii) Discuss salient features of a hologram. With the help of a schematic diagram, explain the process of image reconstruction. 2+3
-

विज्ञान स्नातक (बी.एस.सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2011

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-9 : 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 ब्लॉक सरणियों अथवा कैलकुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतिकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. किन्हीं पाँच भागों के उत्तर लिखें। 2x5=10

- (a) द्वि-रेखाछिद्र व्यतिकरण प्रयोग में परदे पर प्राप्त फ्रिन्जों का आकार कैसा होता है? तीव्रता वितरण तथा कलांतर के बीच आलंख आरेखित करें।
- (b) सूर्य द्वारा प्रति सेकंड उत्सर्जित ऊर्जा $4 \times 10^{26} \text{ Js}^{-1}$ है। सूर्य को त्रिज्या $7 \times 10^5 \text{ km}$ का एक गोला मान कर इसकी सतह पर एवार्डिंग सदिश परिकल्पित करें।
- (c) तालाब के स्थिर जल सतह पर जब सूर्य किरण 32° कोण पर आपतित होता है तो परावर्तित किरण पूर्णतः ध्रुवित होती है। इस कथन को सिद्ध करें।

- (d) अभिलंब आपतन के लिए फेब्री-पेरॉट व्यतिकरणमापी की विभेदन क्षमता का मान 5.42×10^5 है। $\lambda = 500 \text{ nm}$ के लिए विभेदित तरंगदैर्घ्यों के मानों में अंतर परिकलित करें।
- (e) एक रेखाच्छिद्र द्वारा उत्पन्न फ्राउनहॉफर विवर्तन पैटर्न के आ महत्वपूर्ण अभिलक्षण सूचीबद्ध करें।
- (f) अंतरिक्ष में दूर तक देखने के लिए हम बड़े द्वारक वाले दूरबीनों का उपयोग करते हैं। भौतिक आधारों पर इस प्रश्न को पुष्टि करें।
- (g) एक तरंगदैर्घ्य वाले प्रकाश में तरंगवृत्तों की लंबाई λ और वेग v संबंधता समय परिकलित करें।
- (h) 10^{-10} m से बड़े क्षेत्र में N तरंगों का ऊर्जा स्तर आलेख आरेखित करें।

2. **क्रिस्टलीय भागों के उत्तर लिखें।** 5x2=10

- (a) सिद्ध करें कि असमान आयाम तथा आर्दृच्छक पावस्था **3+2**
अंतरांतरण दो प्रकाश तरंगों Z दिशा के अनुदिश संचारित
होगे। इन तरंगों में संबद्ध विद्युत क्षेत्र सदिश परस्पर
लंबवत हों। सिद्ध करें कि (i) इन तरंगों के अध्यारोपण
के फलस्वरूप हमें दीर्घवृत्तीय ध्रुवित प्रकाश प्राप्त होता
है, तथा (ii) प्रथम ध्रुवण तथा वृत्तीय ध्रुवण, दीर्घवृत्तीय
ध्रुवण की विशेष स्थितियाँ हैं।
- (b) शुद्ध प्रकाश में मैक्सवेल समीकरणों के आधार पर **5**
सिद्ध करें कि प्रकाश तरंगें विद्युत्-चुंबकीय तरंगें हैं।
- (c) (i) व्यतिकरण पैटर्न को तरंगों विभाजन तथा आयाम **3+2**
विभाजन द्वारा प्राप्त किया जाता है। इनकी विवेचना
करें।
(ii) दोनों विधि से उत्पन्न पैटर्न को प्रेक्षित करने के
लिए उपयुक्त एक-एक उपकरण का नाम लिखें।

3. **किसी एक** भाग का उत्तर लिखें : **10x1=10**

(a) (i) न्यूटन वलय निर्माण की प्रक्रिया समझाएँ तथा **4+3**
बताएं कि इनका उपयोग कर प्रकाश का तरंगदैर्घ्य
किस प्रकार निर्धारित किया जाता है ?

(ii) एक न्यूटन वलय प्रयोग में 5 वें तथा 15 वें
वलयों के व्यास क्रमशः 0.336 cm. तथा
0.590 cm हैं। यदि प्रयोग में प्रयुक्त प्रकाश का
तरंगदैर्घ्य 5890 Å है तो समतल-उत्तल लेंस
की वक्रता त्रिज्या परिकलित करें।

(b) फेब्री-पेरॉट व्यतिकरणमापी का सिद्धांत समझाएं। **3**
पारगमित प्रकाश की तीव्रता के लिए व्यंजक व्युत्पन्न
करें तथा फ्रिन्जों की तीक्ष्णता की चर्चा करें। यह
व्यतिकरणमापी माइकलसन व्यतिकरणमापी से किस
प्रकार बेहतर है ?

4. **किसी एक** भाग का उत्तर लिखें : **10x1=10**

(a) (i) फ्रेनल विवर्तन पैटर्न का फ्राउनहॉफर विवर्तन
पैटर्न के रूप में स्थानिक विकास की चर्चा करें।

(ii) सिद्ध करें कि जोन-पट्टिका बहु-फोकसीय
अभिसारी लेंस की तरह व्यवहार करती है। **3+5+2**

(iii) एक जोन-पट्टिका को तरंगदैर्घ्य 5500 Å वाले
प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है। यदि जोन-
पट्टिका की त्रिज्याओं को cm में व्यक्त किया
जाता है और उसका व्यंजक $r_n = 0.1 \sqrt{n}$, है तो
प्रथम फोकस बिन्दु का स्थान परिकलित करें।

- (b) (i) दो प्रतिबिम्बों को विभेदित करने के लिए लागू
रैले निकष की चर्चा करें। 3+4+3
- (ii) एक सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता के लिए व्यंजक
व्युत्पन्न करें।
- (iii) समझाएं कि क्रिस्टल संरचना की सूक्ष्मतर
जानकारियों के लिए हमें इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी का
उपयोग क्यों करना पड़ता है?

5. **किसी एक** भाग का उत्तर लिखें : 10x1=10

- (a) आइन्स्टाइन के A तथा B गुणांकों के लिए व्यंजक व्युत्पन्न 5+5
करें। समझाएं कि आइन्स्टाइन की जनसंख्या व्युत्क्रमण
प्रागुक्ति, वास्तविक व्यवहार में मैसन द्वारा किस प्रकार
प्राप्त की गई?
- (b) (i) होलोग्राफी, फोटोग्राफी से बेहतर है। अंतर्निहित 5
प्रक्रियाओं के आधार पर उपरोक्त कथन की
विवेचना करें।
- (ii) होलोग्राम के विशिष्ट लक्षणों की चर्चा करें। एक 2+3
व्यवस्था आलेख की सहायता से प्रतिबिम्ब
पुनर्निर्माण प्रक्रिया समझाएं