02251

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2010

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 calculators. Symbols have their usual meanings.*

1. Attempt *any five* parts : **3x5=15**

(a) For an electromagnetic wave travelling along the **Z**–direction, write the condition satisfied by the Z–components of $\vec{E}$ and $\vec{H}$.

(b) Why are human beings unable to see under water ? Explain.

(c) What do you understand by :

(i) Spontaneous emission and

(ii) Stimulated emission of radiation ?

(d) State the condition under which light from two sources is coherent.

(e) In Young's double slit experiment, the wavelength of light used is 589 nm and the screen is placed 1 m from the slits. Calculate the slit separation if the fringe width is 5.89×10^{-6} m.

(f) Draw the intensity distribution pattern for a single slit diffraction.

(g) Determine the orders of spectrum which can be observed with a grating having 10,000 lines/cm, using a light of $\lambda = 6000 \text{Å}$.

2. Attempt *any two* parts :

(a) Using Fermat's principle, derive snell's law of refraction. **5**

(b) How is a nicol prism used to polarise light wave ? What are its limitations as polariser ? **3+2**

(c) State Brewster's law. Calculate the Brewster's angles for internal reflections at the interface when a glass plate of $\mu_g = 1.65$ is immersed in water with $\mu_w = 1.3$. **2+3**

3. Attempt *any one* part :

(a) Using the principle of superposition of waves of the same frequency and amplitude but having constant phase difference δ, derive the conditions of maxima and minima. **7**

(b) Introduction of a film of refractive index 1.55 and thickness 0.25 mm, in the path of one of the interfering beams of a Michelson's interferometer, causes 600 dark fringes to sweep across the field. Find the wavelength of the light used. When are circular fringes observed in Michelson's interferometer ? **5+2**

4. Attempt ***any one*** part :

(a) What are Fresnel's half period elements ? Show that radii of these elements are proportional to the square root of natural numbers. Write the approximation under which the above-mentioned result holds. **3+5+2**

(b) Write the basic difference between the Fresnel and Fraunhofer types of diffraction. When a slit of width b is illuminated by a light of wavelength λ, the intensity at an angle θ with the horizontal axis is given by

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

For such a case, determine the positions of secondary maxima and hence show that the first secondary maximum is only 4.96% of the central maximum in intensity distribution. **2+5+3**

5. Attempt *any one* part :

(a) Draw the energy level diagram of a He–Ne laser and explain its working. **4+4**

(b) What do you mean by the light gathering capacity of the optical fibre ? Determine 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. **2+3+3**

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2010

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 लॉग सारणियाँ अथवा कैलकुलेटर का उपयोग कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।*

1. **किन्हीं पाँच** भागों के उत्तर लिखें : **3x5=15**

(a) Z दिशा में संचरण करने वाली विद्युत् चुंबकीय तरंग से संबद्ध $\vec{E}$ तथा $\vec{H}$ क्षेत्रों के Z घटक किस प्रतिबंध को संतुष्ट करते हैं?

(b) मानव जल के अंदर देखने में क्यों असमर्थ होता है? समझाएँ।

(c) विकिरण के :

(i) स्वत: उत्सर्जन तथा

(ii) उद्दीपित उत्सर्जन से आप क्या समझते हैं?

(d) दो स्रोतों से निर्गत प्रकाश के कलासंबद्ध होने की शर्त बताएँ।

(e) यंग द्विरेखाछिद्र प्रयोग में प्रयुक्त प्रकाश की तरंगदैर्ध्य 589 nm है तथा परदा, रेखाछिद्रों से 1m की दूरी पर रखा है। रेखाछिद्रों के बीच की दूरी परिकलित करें यदि फ्रिंज चौड़ाई 5.89×10^{-6} m है।

(f) एक-रेखाछिद्र द्वारा उत्पन्न विवर्तन के लिए तीव्रता वितरण आरेखित करें।

(g) $\lambda = 6000 \text{Å}$ वाले प्रकाश का उपयोग कर एक ग्रेटिंग, जिसमें प्रति cm 10,000 रेखाएँ हैं, द्वारा प्रेक्षित स्पेक्ट्रम की कोटि निर्धारित करें।

2. **किन्हीं दो** भागों के उत्तर लिखें :

(a) फर्मा सिद्धांत का अनुप्रयोग कर स्नेल का अपवर्तन नियम व्युत्पन्न करें। 5

(b) प्रकाश तरंगों को ध्रुवित करने के लिए निकल प्रिज़्म का किस प्रकार उपयोग किया जाता है? ध्रुवक के रूप में इसकी क्या सीमाएँ हैं? 3+2

(c) ब्रूस्टर नियम बताएँ। एक ग्लास ($\mu_g = 1.65$) प्लेट को जल ($\mu_w = 1.3$) में रखा जाता है। इनके अंतरापृष्ठ पर आंतरिक परावर्तन के लिए ब्रूस्टर-कोण परिकलित करें। 2+3

3. **किसी एक** भाग का उत्तर लिखें :

(a) बराबर आवृत्ति तथा आयाम परंतु नियत कलान्तर, δ वाली तरंगों के लिए अध्यारोपण सिद्धांत का अनुप्रयोग कर उच्चिष्ठों तथा निम्निष्ठों के लिए शर्तों की व्युत्पत्ति करें। 7

(b) माइकलसन व्यतिकरणमापी के एक व्यतिकरण किरणपुंज के पथ में 0.25 mm मोटाई तथा 1.55 अपवर्त्तनांक वाली एक फिल्म रखी जाती है। इसके फलस्वरूप, दृश्य क्षेत्र से 600 अदीप्त फ्रिन्जें गुजरती हैं। प्रयुक्त प्रकाश का तरंगदैर्ध्य परिकलित करें। माइकलसन व्यतिकरणमापी में वर्तुल फ्रिन्जें किस स्थिति में प्रेक्षित होती हैं? 5+2

4. **किसी एक** भाग का उत्तर लिखें :

(a) फ्रेनल अर्ध आवर्तन खंड क्या होता है? सिद्ध करें कि इन खंडों की त्रिज्याएँ धन पूर्णांकों के वर्गमूल के समानुपाती होती हैं। वह सन्निकटन लिखें जिसके अधीन यह परिणाम मान्य होता है। 3+5+2

(b) फ्रेनल और फ्राउनहॉफर विवर्तनों में मुख्य अंतर बताएँ। जब चौड़ाई b वाले एक रेखाछिद्र को तरंगदैर्ध्य λ वाले प्रकाश द्वारा प्रदीप्त किया जाता है तो क्षैतिज अक्ष से कोण θ पर तीव्रता I_θ का व्यंजक निम्नलिखित है : **2+5+3**

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

उपरोक्त अवस्था के लिए द्वितीयक उच्चिष्ठों की स्थिति निर्धारित करें तथा दिखाएँ कि तीव्रता वितरण में प्रथम द्वितीयक उच्चिष्ठ की तीव्रता केंद्रीय उच्चिष्ठ की तीव्रता का केवल 4.96% ही है।

5. **किसी एक** भाग का उत्तर लिखें :

(a) He-Ne लेसर का ऊर्जा-स्तर आलेख आरेखित करें तथा इसकी कार्यप्रणाली समझाएँ। **4+4**

(b) प्रकाशिक तंतु की प्रकाश संग्रहण क्षमता से आप क्या समझते हैं? एक प्रकाशिक तंतु के क्रोड और अधिपट्टन का अपवर्तनांक क्रमशः 1.5 तथा 1.45 हैं। तंतु का संख्यात्मक द्वारक परिकलित करें। प्रवणता सूचक तंतु के लिए अपवर्तनांक प्रोफाइल आरेखित करें। **2+3+3**