

**MPH-09**

June - Examination 2017

**M.Sc. Physics (Final) Examination****Plasma Physics and Lasers**

प्लाज्मा भौतिकी एवं लेजर

**Paper - MPH-09****Time : 3 Hours ]****[ Max. Marks :- 80**

**Note:** The question paper is divided into three sections A, B and C. Write answer as per the given instructions. Check your paper code and papers title before starting the paper. Incase of any discrepancy. English version will be final

**निर्देश :** यह प्रश्न पत्र 'अ' 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रश्नपत्र शुरू करने से पूर्व अपना प्रश्नपत्र कोड एवं प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच लें। किसी भी विसंगतता की स्थिति में अंग्रेजी रूप अन्तिम होगा।

**Section - A****8 × 2 = 16**

(Very Short Answer Questions)

**Note:** Answer **all** questions. As per the nature of the question delimit your answer in one word, one sentence or maximum up to 30 words. Each question carries 2 marks.

## खण्ड - 'अ'

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

**निर्देश :** सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिये। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम 30 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।

- 1) (i) The small signal gain of a ruby laser amplifier using a 15-cm-long rod is 12. Neglecting gain saturation, calculate the small - signal gain of a 20-cm-long rod with the same population inversion.

रुबी लेजर एम्पलीफायर का अल्प संकेत लाभ रुबी की 15 cm लम्बाई की छड़ प्रयुक्त छड़ की लम्बाई 20 cm ली जाये तो अल्प संकेत लाभ का मान क्या होगा? यहाँ जनसंख्या व्युत्क्रमण पूर्ववत है।

- (ii) Determine the ratio between the thermal equilibrium population of two levels separated by the energy difference  $\Delta E$  equal to  $5 \times 10^{-2}$  eV, which corresponds to molecular vibrational levels at 300 K.

तापीय साम्य में, दो ऊर्जा-स्तर जिनके मध्य  $\Delta E$  का अन्तराल  $5 \times 10^{-2}$  eV है, अणुओं की संख्या की निष्पत्ति की गणना करें। ताप का मान 300 K है।

- (iii) A 10-W laser beam is focused to a spot of 1-mm diameter on a perfectly absorbent target. Calculate the radiation pressure on the target.

एक लेजर पुंज को किसी अवशोषी टारगेट पर फोकस किया गया है। लेजर स्पॉट का व्यास 1-mm है। लक्ष्य (टारगेट) पर रेडिएशन दाब की गणना करें।

(iv) What is mode locking?

मोड-लॉकिंग क्या है?

(v) Estimate the plasma frequency, the Debye length of electrons for the ionospheric plasma:

$$(N_e \approx N_i = 10^{15} \text{ cm}^{-3}; T_e \approx T_i \approx 10k \text{ eV}).$$

आयनोस्फैरिक प्लाज्मा के लिए इलेक्ट्रॉन प्लाज्मा आवृत्ति डिबाई-लम्बाई की गणना करें।

$$(N_e \approx N_i = 10^{15} \text{ cm}^{-3}; T_e \approx T_i \approx 10k \text{ eV}).$$

(vi) What is magnetic mirror effect?

'मेग्नेटिक मिरर' प्रभाव क्या है?

(vii) What is pinch effect?

'पिंच' प्रभाव क्या है?

(viii) "Transverse waves with frequencies  $\omega < \omega_p$  are evanescent in a cold plasma." Is this statement true?

"अनुप्रस्थ वि. चु. तरंगों जिनकी आवृत्ति  $\omega < \omega_p$  है, शांत प्लाज्मा में अवमंदित हो जाती हैं।" क्या यह कथन सत्य है।

### Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer Questions)

**Note:** Answer **any four** questions. Each answer should not exceed 200 words. Each question carries 8 marks.

### खण्ड - ब

(लघूत्तरात्मक प्रश्न)

**निर्देश :** किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये। प्रत्येक उत्तर की शब्दसीमा 200 शब्द से अधिक नहीं होनी चाहिए। प्रत्येक प्रश्न 8 अंकों का है।

- 2) Derive the dispersion relation of beam-plasma system. Find an expression for the Growth rate of beam-plasma system.

इलेक्ट्रॉन बीम-प्लाज़्मा निकाय का डिस्पर्सन (परिक्षेपण) संबंध ज्ञात करें। तथा इसकी वृद्धि पर की गणना करें।

- 3) What are parametric instabilities? What are the common characteristics of parametric instabilities?

प्राचलिक अस्थिरता (पेरामेट्रिक इन्स्टेबिलिटीज) क्या हैं? इन पेरामेट्रिक इन्स्टेबिलिटीज का मुख्य लक्षण क्या है?

- 4) With the help of dispersion diagrams explain stimulate Brillouin scattering (SBS) and stimulated Raman scattering (SRS). Give physical interpretation of the backscatter instabilities.

परिक्षेपण (डिस्पर्सन) चित्रों की सहायता से स्टिमुलेटेड ब्रिलोइन तथा स्टिमुलेटेड (उद्दीप्त) रमन स्केटरिंग (SBS तथा SRS) की व्याख्या करें। बेक स्केटरिंग अस्थिरता की व्याख्या करें।

- 5) Derive an expression of the dielectric tensor of the plasma. What is plasma frequency?

प्लाज़्मा के डाइइलेक्ट्रिक (परावैद्युत) टेंसर का व्यंजक प्राप्त करें। प्लाज़्मा आवृत्ति क्या है?

- 6) Consider the motion of a charged particle in a slowly varying magnetic field B. Show that in such a motion the quantity

$$\mu = \frac{1}{2} \frac{mv_{\perp}^2}{B}$$

is an adiabatic invariant.

एक आवेशित कण धीरे-धीरे बदलते हुए चुम्बकीय क्षेत्र में गतिमान है। सिद्ध करो कि इस क्षेत्र में गतिमान कण के लिए राशि  $\mu = \frac{1}{2} \frac{mv_{\perp}^2}{B}$  सद्धीष्म निश्चर है यहाँ B चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता है।

- 7) Describe four level laser scheme and deduce an expression for the steady-state population inversion of the laser transition. Discuss the condition for achieving population inversion.

4 - लेवल लेजर का वर्णन करो तथा स्थिर-अवस्था में पोपूलेशन इन्वर्जन के लिए व्यंजक प्राप्त करो। पोपूलेशन इन्वर्जन को प्राप्त करने के लिए आवश्यक शर्त क्या हैं?

- 8) Explain with the help of energy level diagram the working of a Ruby laser. Estimate the minimum pumping power density necessary to achieve non negative gain.

ऊर्जा आरेख की सहायता से रूबी लेजर की कार्य विधि समझाएँ। धनात्मक गेन (लाभ) के लिए न्यूनतम पंपिंग पॉवर घनत्व की गणना करें।

- 9) (a) Explain modal dispersion. How does limit the rate at which the data can be transmitted through the media. (optical fiber).

(b) Calculate angles which will lead to light propagation at a wavelength of 1300 nm in a fiber with a numerical aperture of 0.2, and with a core diameter of 100  $\mu\text{m}$ .

(a) मोडल डिस्पर्सन क्या है? इसकी वजह से ऑप्टिकल फाइबर की डेटा ट्रांसफर की क्षमता क्यों सीमित हो जाती है? व्याख्या करें।

(b) एक फाइबर जिसका न्यूमेरिकल एपेचर 0.2 है, तथा कोर का व्यास 100  $\mu\text{m}$  है, इसमें 1300 nm तरंग दैर्ध्य का प्रकाश को प्रवेश करना है। किस कोण पर प्रकाश आपाती हो ताकि वह फाइबर में संचरित हो सके।

**Section - C****2 × 16 = 32**

(Long Answer Questions)

**Note:** Answer **any two** questions. You have to delimit your each answer maximum up to 500 words. Each question carries 16 marks.

**खण्ड - स**

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

**निर्देश :** किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिये। अपने उत्तर की शब्द सीमा अधिकतम 500 शब्दों में दीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

10) Derive an expression for the gain coefficient of an electromagnetic wave propagating in an amplifying medium. Find the steady-state value of the gain that allows the laser action to begin. Discuss the cavity stability criteria.

विद्युत चुम्बकीय तरंग लेजर के गेन मीडियम में संचरित है। स्थिर अवस्था में लाभ गुणांक का मान ज्ञात करें। गुहिका (केविटी) की स्थिरता पर प्रकाश डालें।

11) What is dispersion. How does it hamper optical communication. Explain material dispersion, waveguide dispersion in optical fibers.

ऑप्टिकल कम्यूनिकेशन में फाइबर में होनेवाले डिस्पर्सन की व्याख्या करें। मटेरियल डिस्पर्सन, वेवगाइड डिस्पर्सन (परिक्षेपण) की व्याख्या करें।

- 12) Using Maxwell equation derive the dispersion relation of the plasma in the standard form

$$An^4 - Bn^2 + C = 0,$$

where the symbols have their usual meaning.

मेक्सवेल समीकरणों का उपयोग करते हुए प्लाज्मा का डिस्पर्सन संबंध निम्न स्टैंडर्ड रूप

$$An^4 - Bn^2 + C = 0,$$

में स्थापित करें।

यहाँ प्रतीकों के सामान्य प्रचलित अर्थ हैं।

- 13) What is Landau damping? Derive an expression for the Landau damping of the electron plasma wave in a Maxwellian plasma. लेन्दो डैम्पिंग (अवमन्दन) की व्याख्या करें। मेक्सवेलियन प्लाज्मा के लिए इलेक्ट्रॉन प्लाज्मा तरंगों का लेन्दो डैम्पिंग का व्यंजक प्राप्त करें।

—————