

MSCPH-02

December - Examination 2017

MSc (Previous) Physics Examination**Statistical Mechanics and Quantum Mechanics**

सांख्यिकी यांत्रिकी तथा क्वांटम यांत्रिकी

Paper - MSCPH-02**Time : 3 Hours]****[Max. Marks :- 80**

Note: The question paper is divided into three sections A, B and C. Write Answers as per the given instructions. Check your paper code and paper title before starting the paper. In case of any discrepancy English version will be final for all purposes.

निर्देश : प्रश्न पत्र तीन खण्डों 'अ', 'ब' और 'स' में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रश्नपत्र शुरू करने से पूर्व प्रश्नपत्र कोड व प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच लें किसी भी विसंगतता की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जायेगा।

Section - A**8 × 2 = 16**

(Very Short Answer Type Questions (Compulsory))

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 दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम 30 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 2 अंकों का है।

- 1) (i) What is a projection operator? What are its eigenvalues?
प्रोजेक्शन ऑपरेटर क्या होता है? उसके आइगन परिमाण क्या हैं?
- (ii) Define a unitary operator.
यूनिटरी ऑपरेटर को परिभाषित कीजिए।
- (iii) $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ are Pauli spin matrices. Write the value of
 $\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2$
 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ पॉली मैट्रिक्स हैं। $\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2$ का मान लिखें।
- (iv) Write the time dependent and time independent Schrodinger equation for the wave function ψ .
तरंग फलन ψ के लिए टाइम डिपेंडेंट तथा टाइम-इन्डिपेंडेंट श्रॉडिंजर समीकरण लिखें।
- (v) What is phase space? State Liouville's theorem.
फेज़ स्पेस क्या है? लियोविले प्रमेय को परिभाषित करें।
- (vi) What is the relationship between entropy and probability? Give its physical interpretation.
ऍंट्रॉपी तथा प्रायिकता के मध्य क्या संबंध है? इस संबंध की भौतिक सार्थकता की विवेचना करें।

(vii) Define partition function.

संवितरण फंक्शन को परिभाषित कीजिए।

(viii) Show that thermodynamic relation $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right) = -S$, where G is the Gibbs free energy and S is the entropy.

ऊष्मागतिक संबंध $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right) = -S$, को स्थापित कीजिए, G गिब्स फ्री-ऊर्जा प्रदर्शित करता है तथा S एंट्रॉपी है।

Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer Type Questions)

Note: Answer any 4 questions. Each answer should not exceed 200 words. Each question carries 8 marks.

(खण्ड - ब)

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश : किन्हीं 4 प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को अधिकतम 200 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 8 अंकों का है।

- 2) Derive expression for the Bose-Einstein distribution function.
बोस-आइन्स्टीन डिस्ट्रीब्यूशन फंक्शन का व्यंजक प्राप्त करें।
- 3) Explain Microcanonical and Canonical ensembles.
माइक्रोकैनोनिकल एव केनोनिकल एन्सेम्बल को समझाइए?
- 4) Derive Maxwell's formula for distribution of speeds.
मेक्सवेल के चाल वितरण सूत्र का व्यंजक प्राप्त करें।

5) Prove the following: निम्न को सिद्ध करें:

a) $[L^2, L_z] = 0$

b) $[L_x, L_y] = i\hbar L_z$

6) Define C.G. coefficients. Find C.G. coefficients in the addition of two angular momenta $j_1 = \frac{1}{2}$, and $j_2 = \frac{1}{2}$.

C.G. गुणकों को परिभाषित कीजिए। दो कोणीय संवेग $j_1 = \frac{1}{2}$ तथा

$j_2 = \frac{1}{2}$ के योग में C.G. गुणकों का मान ज्ञात कीजिए।

7) Write Schrodinger's equation for a one-dimensional simple harmonic oscillator. Write the energy eigenvalues and eigenfunctions. Plot the wave functions for the ground state, first and second excited state in this case.

एक विभीय सरल आवर्त दोलित्र के लिए श्रोडिंजर समीकरण को लिखें। ऊर्जा आइगन मान तथा आइगन फलन लिखें। मूल अवस्था तथा प्रथम व द्वितीय उत्तेजित अवस्था के तरंग फलन को चित्रित कीजिए।

8) Obtain the Klein Gordon (K.G.) relativistic equation and explain it. क्लाइन गोर्डन (K.G.) सापेक्षिक समीकरण प्राप्त करें एवं इसे समझाइए।

9) Under the action of time-independent perturbation of a quantum system find the correction in the n^{th} energy eigenvalue in the first order of smallness of the perturbation.

टाइम-इन्डिपेन्डेंट परटरबेशन (विक्षोभ) के अन्तर्गत किसी क्वान्टम निकाय के n^{th} ऊर्जा आइगन-मान में होनेवाले संशोधनों को जो कि अल्प परटरबेशन के प्रथम कोटि के हों, ज्ञात करें।

Section - C

2 × 16 = 32

(Long Answer Type Questions)

Note: Answer any 2 questions. You have to delimit your each answer maximum up to 500 words. Each question carries 16 marks.

(खण्ड - स)

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश : किन्ही 2 प्रश्न के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को अधिकतम 500 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

- 10) Explain the spin of a Dirac particle using Dirac equation.
डिराक समीकरण का उपयोग करते हुए डिराक कण के स्पिन को समझाइए।
- 11) State and prove the Ehrenfest theorems in quantum mechanics.
क्वांटम यांत्रिकी में सेरेन्फेस्ट प्रमेयों को लिखें एवं सिद्ध कीजिए।
- 12) Determine the energy levels and normalized wave functions of the stationary states of a particle in three dimensional box of infinite potential well.
त्रिविभीय अनन्त गहराई के विभव कूप में गतिमान कण की ऊर्जा आइगन फलन एवम् प्रसामान्यकृत तरंगफलन ज्ञात कीजिए।
- 13) Write the Hamiltonian of hydrogen atom and solve Schrodinger equation to find its ϕ and r equations by separation of variables.
हाइड्रोजन परमाणु के हैमिल्टोनियन लिखें तथा श्रोडिंजर समीकरण को हल करते हुए चरों के पृथक्करण विधि द्वारा ϕ तथा r समीकरणों को प्राप्त करें।