

**MSCPH-02**

June - Examination 2019

**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. In case of any discrepancy, the English Version will be final for all purposes. Check your paper code and paper title before starting the paper. Calculators are not allowed.

**निर्देश :** यह प्रश्न पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अन्तिम माना जायेगा। प्रश्न पत्र शुरू करने से पूर्व प्रश्नपत्र कोड व प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच ले। केलकुलेटर की अनुमति नहीं है।

**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 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) Define partition function.  
पार्टीशन फंक्शन को परिभाषित करो।
- (ii) "In Microcanonical ensemble, Temperature remains same" Is this statement true?  
माइक्रोकैनोनिकल एन्सेम्बल में तापमान समान रहता है क्या यह कथन सत्य है?
- (iii) Write distribution function for Fermi-Dirac statistics.  
फर्मी-डिराक सांख्यिकी के लिये वितरण फलन लिखें।
- (iv) State Ehrenfest theorem?  
एहरनेफेस्ट प्रमेय को परिभाषित करो।
- (v) Write the condition for the orthonormality of eigenfunction?  
ऑर्थोगोनल आइगन फलनों के लिये आवश्यक शर्त लिखें।
- (vi) Write the value of the commutator  $[\hat{L}^2, \hat{L}_z]$   
कम्यूटेटर  $[\hat{L}^2, \hat{L}_z]$  का मान लिखें।
- (vii) Write Klein-Gordon equation.  
क्लीन गॉर्डन समीकरण लिखें।
- (viii) What is the eigenvalue of the addition of two angular momenta  $\vec{L} = \vec{l}_1 + \vec{l}_2$  defined by  $l_1 = 1$  and  $l_2 = 1$ ?

दो कक्षीय कौणीय संवेग  $l_1$  तथा  $l_2$  के योग  $\vec{L} = \vec{l}_1 + \vec{l}_2$  के आङ्गन मान की गणना करें यदि  $l_1 = 1$  and  $l_2 = 1$  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

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

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

2) Define Helmholtz free energy  $F$ . Prove the following thermodynamic relations  $\left[ \frac{\partial F}{\partial V} \right]_T = -P$ , and  $\left[ \frac{\partial F}{\partial T} \right]_V = -S$ .

हेल्थहोल्टज् फ्री इनर्जी  $F$  को परिभाषित करें। निम्न थर्मोडाइनेमिक संबंधों को स्थापित करें।

$$\left[ \frac{\partial F}{\partial V} \right]_T = -P, \text{ तथा } \left[ \frac{\partial F}{\partial T} \right]_V = -S.$$

3) Explain the canonical ensemble.

केनोनिकल एन्सेम्बल को समझाइए।

4) Explain the Bose Einstein distribution function.

बोस आइन्सटीन वितरण फलन को समझाइए।

5) Write the condition for good behaviors of wavefunction.

सुव्यवहारित तंराफलन के लिए शर्ते लिखिए।

6) Solve Schrodinger's equation for a particle in a one-dimensional potential well with rigid walls. Find energy eigenvalues.

एक विभीय विभव कूप में निहित करण के लिये श्रोडिंजर समीकरण हल करें। विभव कूप की दीवाले दृढ है। कण के ऊर्जा आइगन भान प्राप्त करें।

- 7) Obtain the time independent schrodinger equation from time dependent schrodinger equation.

काल अनाश्रित श्रोडिंजर समीकरण को काल आश्रित श्रोडिंजर समीकरण से प्राप्त करिए।

- 8) Prove the following relations involving Pauli  $\frac{1}{2}$  spin matrices  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ :

(a)  $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma_z^2 = 1$

(b)  $\sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_x = 0$

(c)  $\sigma_x \sigma_y \sigma_z = i$

पॉउली के स्पिन  $\frac{1}{2}$  मैट्रिक्सो  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  के लिये निम्न संबंधों को सिद्ध करें:

(a)  $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma_z^2 = 1$

(b)  $\sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_x = 0$

(c)  $\sigma_x \sigma_y \sigma_z = i$

- 9) Give Dirac's interpretation of negative energy states.

ऋणात्मक ऊर्जा अवस्थाओं की डिराक की व्याख्या का विवरण दें।

**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 दीजिए। आप अपने उत्तर को अधिकतम 500 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

- 10) Discuss the potential step problem in quantum mechanics.  
क्रांटम यांत्रिकी में विभव पद समस्या की विवेचना कीजिए।
- 11) Define phase-space. State and prove Liouville's theorem.  
कला-आकाश को परिभाषित करें। लियोविले प्रमेय को परिभाषित करें तथा उसे सिद्ध करें।
- 12) Discuss the time independent perturbation theory.  
काल अनाश्रित विक्षोभ सिद्धान्त की विवेचना कीजिए।
- 13) Explain the Klein Gordon relativistic equation. Also explain the probability current density with help of this equation.  
क्लाइन गोरडान सापेक्षिक समीकरण को समाइए। इस समीकरण की सहायता से प्रायिकता धारा घनत्व को समझाइए।