MSCPH-02

December - 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 $8 \times 2 = 16$

(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) What is the relationship between entropy of a state and its probability?
एन्ट्रॉपी तथा प्रोबेबिलिटी के मध्य संबंध क्या है?

(ii) Define an ensemble.
एनसेंबिल को परिभाषित करें।

(iii) Which of the following particles obey Bose-Einstein statistics. Photon, electron, positron, $^4_2 He$
निम्न काणों में कौन बोस – आइन्स्टीन स्टेटिस्टिक्स का पालन करते हैः फोटोन, इलेक्ट्रॉन, पोजिट्रॉन, $^4_2 He$

(iv) What is Hermitian operator?
हर्मिशियन ऑपरेटर क्या हैं?

(v) State Heisenberg's uncertainty principle.
हेजिनबर्ग के अनिश्चितता नियम को परिभाषित करें।

(vi) Write the value of the commutator $\left[\hat{L}_x, \hat{P}_y\right]$
कम्यूटेटर $\left[\hat{L}_x, \hat{P}_y\right]$ का मान लिखें।

(vii) Write Dirac's equation for a free particle.
मुक्त कण के लिए डिराक समीकरण लिखें।

(viii) In the time-independent perturbation theory what is the correction to the energy eigen value in the first-order approximation of the perturbation.
टाइम–इन्डिपेन्डेंट पर्टरबेशन थ्याँरी के अनुसार ऊर्जा आरगन मान में प्रथम कोटि का संशोधन क्या है?

Section - B $4 \times 8 = 32$

(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 Gibbs free energy G. Prove the following thermodynamic relations $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p = -S$ and $\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = V$.

गिब्स फ्री–ऊर्जा G को परिभाषित करें। निम्न थर्मोडाइनेमिक सम्बन्धों को स्थापित करें। $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p = -S$ तथा $\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = V$.

3) Using Maxwell-Boltzmann formula for distribution of velocities of molecules in gas in thermal equilibrium, derive an expression for the root mean square speed of the molecules.

तापीय साम्य में निहित गैस के अणुओं के लिये मेक्सवेल बोल्ट्झमान वेग वितरण नियम की व्युत्पत्ति दें। इस सूत्र की सहायता से अणुओं का वर्गमाध्य मूल वेग का व्यंजक प्राप्त करें।

4) What are distinguishing features of Bose-Einstein statistics. Derive Bose-Einstein distribution formula.

बोस–आइन्स्टीन स्टेटिस्टिक्स की प्रमुख विशेषताऐं क्या है? बोस–आइन्स्टीन वितरण सूत्र की व्युत्पत्ति दें।

5) If $\hat{x}$ and $\hat{p}_x$ are the coordinate and momentum operators, then prove $[\hat{x}, \hat{p}_x^n] = ni\,\hbar\, p_x^{n-1}$

यदि $\hat{x}$ तथा $\hat{p}_x$ क्रमशः कोओर्डिनेट तथा संवेग संकारक प्रदर्शित करते हों तो सिद्ध करें। $[\hat{x}, \hat{p}_x^n] = ni\,\hbar\, p_x^{n-1}$

6) Obtain the Ehrenfest theorem $m\frac{d\langle x\rangle}{dt} = \langle p_x\rangle$

निम्न ऐरेनफेस्ट प्रमेय प्राप्त करिए $m\frac{d\langle x\rangle}{dt} = \langle p_x\rangle$

7) Solve Schrodinger's equation for a particle moving in a one-dimensional potential step. The energy of the particle is $E > U_0$, where U_0 is the height of the potential step.
एक विमीय पोटेंशियल स्टेप में गतिमान कण के लिये श्रोडिंगर समीकरण को हल करें। कण की ऊर्जा $E > U_0$, जहाँ पर कि U_0 , विमव स्टेप की ऊँचाई प्रदर्शित करता है।

8) Explain the postulate of equal a prior probability.
समान पूर्व प्रायिकता की परिकल्पनाएँ समझाइए।

9) Obtain the K.G. equation for a free particle.
मुक्त कणों के लिये K.G. समीकरण प्राप्त करें।

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) Explain Dirac's ''Hole theory'' to resolve the problem of negative energy solutions.

डिराक की 'होल थ्योरी' से 'ऋणात्मक ऊर्जा' हल की समस्या किस प्रकार दूर हुई। इसकी विवेचना करें।

11) Define micro canonical, canonical and grand canonical ensembles. Give a comparison of these ensembles.

माइक्रो केनोनीकल, केनोनीकल, तथा ग्राँड केनोनीकल एनसेंबिल को परिभाषित करें। इनके गुणों की तुलनात्मक विवेचना करें।

12) In the time independent perturbation theory where the Hamiltonian of the system can be expressed as $\hat{H} = \hat{H}_0 + \lambda\hat{H}'$, where H' is the time independent perturbation energy, and λ is a perturbation parameter. Find the correction to the energy eigenvalue and eigenfunction correct upto first order and second order of perturbation.

टाइम इन्डिपेन्डेंन्ट थ्योरी के अन्तर्गत किसी निकाय का हेमिल्टोनियन $\hat{H} = \hat{H}_0 + \lambda\hat{H}'$, से व्यक्त किया जाता है। यहाँ पर H' टाइम इन्डिपेन्डेन्ट परटर्बेशन व्यक्त करता हैं। निकाय के ऊर्जा आइगन में प्रथम कोटि के संशोधन का मान प्राप्त करें।

13) Formulate the Schrodinger equation for hydrogen atom and separate the angular and radial part. Solve for the radial part of the wave function.

हाइड्रोजन परमाणु के लिये श्रोडिंजर समीकरण स्थापित करें तथा एन्गूलर पार्ट तथा रेडियल पार्ट को अलग करें। तरंग फलन का रेडियल पार्ट प्राप्त करें।

———