Roll No. …………………..

PHY–502

Statistical Mechanics and Quantum Mechanics

M. Sc. PHYSICS (MSCPHY–12/13/16/17)

First Year, Examination, 2018

Time : 3 Hours **Max. Marks : 80**

Note : This paper is of **eighty (80)** marks containing **three (03)** Sections A, B and C. Learners are required to attempt the questions contained in these Sections according to the detailed instructions given therein.

नोट : यह प्रश्न पत्र अस्सी (80) अंकों का है जो तीन (03) खण्डों 'क', 'ख' तथा 'ग' में विभाजित है। शिक्षार्थियों को इन खण्डों में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

Section–A / खण्ड–क

(Long Answer Type Questions) / (दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'A' contains four (04) long answer type questions of nineteen (19) marks each. Learners are required to answer *two* (02) questions only.

नोट : खण्ड 'क' में चार (04) दीर्घ उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए उन्नीस (19) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल दो (02) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Explain the concept of probability. Give probability theorems and calculate the probabilities :

   (i) in tossing of one coin

   (ii) in tossing of two coins

   (iii) in tossing of three coins

   (iv) in tossing n coins

   प्रायिकता की संकल्पना की व्याख्या कीजिए। प्रायिकता प्रमेय दीजिए और प्रायिकता की गणना कीजिए :

   (i) एक सिक्का उछालने में

   (ii) दो सिक्के उछालने में

   (iii) तीन सिक्के उछालने में

   (iv) n सिक्के उछालने में

2. What is the Bose-Einstein statistics ? Deduce the distribution law for Bose-Einstein statistics. On which particles is it applicable ?

   बोस-आइन्स्टीन सांख्यिकी क्या है ? बोस-आइन्स्टीन सांख्यिकी के लिए वितरण नियम व्युत्पन्न कीजिए। यह किन कणों पर लागू होती है ?

3. Why was Quantum theory necessary ? Explain the origin of quantum theory.

   क्वान्टम सिद्धान्त की आवश्यकता क्यों थी ? क्वान्टम सिद्धान्त की उत्पत्ति की व्याख्या कीजिए।

4. Obtain Schrödinger wave equation for a free particle in one-dimensional box.

   एकविमीय बॉक्स में मुक्त कण के लिए श्रोडिंगर तरंग फलन समीकरण प्राप्त कीजिए।

Section–B / खण्ड–ख

(Short Answer Type Questions) / (लघु उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'B' contains eight (08) short answer type questions of eight (08) marks each. Learners are required to answer *four* (04) questions only.

नोट : खण्ड 'ख' में आठ (08) लघु उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए आठ (08) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल चार (04) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Explain WKB approximation method.

   WKB लगभग विधि को समझाइए।

2. Derive Dirac's relativistic equation.

   डिराक की सापेक्षिक समीकरण की व्युत्पत्ति कीजिए।

3. Explain the following :

   (a) General potential

   (b) Periodic potential

   निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए :

   (अ) सामान्य विभव

   (ब) आवर्ती विभव

4. Give the difference in Schrödinger representation, Heisenberg representation and Interaction representation.

   श्रोडिंगर निरूपण, हाइजेनबर्ग निरूपण और पारस्परिक क्रिया निरूपण में अन्तर कीजिए।

5. Given : $H = \frac{p^2}{2\mu} + V(r)$, calculate $\sum_m (E_m - E_n)|x_{nm}|^2$. Symbols have their usual meaning.

दिया है : $H = \frac{p^2}{2\mu} + V(r)$, $\sum_m (E_m - E_n)|x_{nm}|^2$ की गणना कीजिए। संकेत अपने व्यवहारिक अर्थ रखते हैं।

6. Show that the momentum operator $\frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x}$ is Hermitian.

दर्शाइए कि संवेग ऑपरेटर $\frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x}$ हर्मिशियन है।

7. Give the importance of zero point energy.
शून्य बिन्दु ऊर्जा की महत्ता दीजिए।

8. What is Gibbs Paradox ? Explain.
गिब्स विरोधाभासी क्या है ? व्याख्या कीजिए।

Section–C / खण्ड–ग

(Objective Type Questions) / (वस्तुनिष्ठ प्रश्न)

Note : Section 'C' contains ten (10) objective type questions of one (01) mark each. All the questions of this Section are compulsory.

नोट : खण्ड 'ग' में दस (10) वस्तुनिष्ठ प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए एक (01) अंक निर्धारित है। इस खण्ड के सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

1. The quantities β, *k* and T are related as :

(a) $\beta = kT$

(b) $\beta = \frac{1}{kT}$

(c) $k = \beta T$

(d) $T = \beta k$

β, k और T राशियाँ सम्बन्धित हैं :

(अ) $\beta = kT$

(ब) $\beta = \frac{1}{kT}$

(स) $k = \beta T$

(द) $T = \beta k$

2. The partition function for Boltzmann-canonical distribution is given by :

(a) $z = \Sigma e^{\beta \in}$

(b) $z = \Sigma e^{\beta / \in}$

(c) $z = e^{-\beta \in}$

(d) $z = e^{\beta^2 \in}$

बोल्ट्जमान-कैनोनिकल वितरण के लिए विभाजन फलन है :

(अ) $z = \Sigma e^{\beta \in}$

(ब) $z = \Sigma e^{\beta / \in}$

(स) $z = e^{-\beta \in}$

(द) $z = e^{\beta^2 \in}$

3. In the quantum statistics, the smallest particle of the system is :
   (a) molecule
   (b) atom
   (c) electron
   (d) None of these

   क्वान्टम सांख्यिकी में निकाय का सबसे छोटा कण है :
   (अ) अणु
   (ब) परमाणु
   (स) इलेक्ट्रॉन
   (द) इनमें से कोई नहीं

4. The wave function must be :
   (a) single valued
   (b) continuous
   (c) finite
   (d) All of the above

   तरंग फलन होना चाहिए :
   (अ) एक मान का
   (ब) सतत्
   (स) निश्चित
   (द) उपर्युक्त सभी

5. Probability density is :
   (a) $\rho = |\psi|^2$
   (b) $\rho = \psi$
   (c) $\rho = \frac{\psi}{2}$
   (d) $\rho = \sqrt{\psi}$

प्रायिकता घनत्व है :

(अ) $\rho = |\psi|^2$

(ब) $\rho = \psi$

(स) $\rho = \frac{\psi}{2}$

(द) $\rho = \sqrt{\psi}$

6. The potential energy of a particle in one-dimensional box is :

(a) ∞

(b) Zero

(c) 1

(d) None of these

एकविमीय बॉक्स में किसी कण की स्थितिज ऊर्जा है :

(अ) ∞

(ब) शून्य

(स) 1

(द) इनमें से कोई नहीं

7. The potential energy of an oscillator is :

(a) kx^2

(b) kx

(c) k^2x^2

(d) None of these

एक दोलक की स्थितिज ऊर्जा है :

(अ) kx^2

(ब) kx

(स) k^2x^2

(द) इनमें से कोई नहीं

8. Which is total energy operator ?

(a) $\frac{h}{i}\nabla$

(b) $-i\hbar\nabla$

(c) $i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

(d) $-i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

कुल ऊर्जा ऑपरेटर है :

(अ) $\frac{h}{i}\nabla$

(ब) $-i\hbar\nabla$

(स) $i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

(द) $-i\hbar\frac{\partial}{\partial t}$

9. Transition probability is :

(a) $\omega = \frac{2\pi}{\hbar}\rho(k)\left|H'_{km}\right|^2$

(b) $\omega = \frac{4\pi^2}{\hbar^2}\rho(k)\left|H'_{km}\right|^2$

(c) $\omega = \frac{4\pi^2}{\hbar}\rho(k)$

(d) $\omega = \frac{4\pi}{\hbar}\rho(k)H'_{km}$

संक्रमण प्रायिकता है :

(अ) $\omega = \frac{2\pi}{\hbar}\rho(k)\left|H'_{km}\right|^2$

(ब) $\omega = \frac{4\pi^2}{\hbar^2}\rho(k)\left|H'_{km}\right|^2$

(स) $\omega = \frac{4\pi^2}{\hbar}\rho(k)$

(द) $\omega = \frac{4\pi}{\hbar}\rho(k)H'_{km}$

10. The probability of an event cannot be :

(a) 0
(b) 1
(c) negative
(d) 0.5

किसी घटना की प्रायिकता नहीं हो सकती :

(अ) 0
(ब) 1
(स) ऋणात्मक
(द) 0.5