

PHY-502

Statistical Mechanics and Quantum Mechanics

सांख्यिकीय यांत्रिकी और क्वांटम यांत्रिकी

M.Sc. Physics (MSCPHY-12/13/16/17)

First Year Examination, 2019 (June)

Time : 3 Hours]

Max. Marks : 80

Note : This paper is of Eighty (80) marks divided into three (03) sections A, B and C. Attempt the questions contained in these sections according to the detailed instructions given therein.

नोट : यह प्रश्नपत्र अस्सी (80) अंकों का है जो तीन (03) खण्डों क, ख तथा ग में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों को हल करना है।

SECTION-A/(खण्ड-क)

(Long Answer Type Questions)/(दीर्घ उत्तरों वाले प्रश्न)

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

(2×19=38)

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

1. (a) Give the statistical interpretation of entropy.

(b) What is β -parameter ? Establish the relation $\beta = \frac{1}{RT}$, where symbols have their usual meanings.

(अ) एन्ट्रॉपी की सांख्यिकी व्याख्या दीजिए।

(ब) β -पैरामीटर क्या है? $\beta = \frac{1}{RT}$ सम्बन्ध को स्थापित कीजिए, जहाँ संकेत अपना व्यवहारिक अर्थ रखते हैं।

2. What are fermions ? Give the assumptions of Fermi-Dirac statistics. Derive Fermi-Dirac distribution law.

फर्मीयान्स क्या है? फर्मी-डिरॉक सांख्यिकी की परिकल्पनाएं दीजिए। फर्मी-डिरॉक विवरण नियम की व्युत्पत्ति दीजिए।

3. Explain rectangular potential barrier. Establish the expression for transmission coefficient for a very large barrier.

आयताकार विभव अवरोध की व्याख्या कीजिए। एक बहुत बड़े अवरोध के लिए पारगम्यता गुणांक के लिए व्यंजन स्थापित कीजिए।

4. Calculate the first order energy correction for normal helium atom without spin consideration.

बिना चक्रण के विचार विमर्श के, सामान्य हीलियम परमाणु के लिए प्रथम कोटि ऊर्जा संशोधन की गणना कीजिए।

SECTION-B/(खण्ड-ख)

(Short Answer Type Questions)/(लघु उत्तरों वाले प्रश्न)

Note : Section 'B' contains eight (08) short answer type questions of eight (08) marks each. Learners are required to answer any four (04) questions only. (4×8=32)

नोट : खण्ड 'ख' में आठ (08) लघु उत्तरों वाले 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. If $A(p)$ is real and origin is chosen so that $\langle x \rangle$ is initially zero, prove the formula $(A x^2)_{t=0} = (A x)_{t=0}^2 + \frac{(A p)^2 t^2}{m^2}$.

यदि $A(p)$ वास्तविक है और मूल बिन्दु का चयन इस प्रकार किया गया है कि $\langle x \rangle$ प्रारम्भ में शून्य है, सूत्र

$$(A x^2)_{t=0} = (A x)_{t=0}^2 + \frac{(A p)^2 t^2}{m^2} \text{ सिद्ध कीजिए।}$$

2. What is an operator ? Explain different types of operators used in quantum mechanics.

एक आपरेटर (प्रवर्तक) क्या है? क्वान्टम यांत्रिकी में प्रयुक्त होने वाले विभिन्न आपरेटर्स की व्याख्या कीजिए।

3. Throw the light on Pauli spin matrices for electron.

इलेक्ट्रॉन के लिए पाउली चक्रण मैट्रिक्स पर प्रकाश डालिए।

4. Write short notes :

(a) Vander waal's interaction.

(b) First order stark effect.

संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए

(अ) वान्डर वाल्स परस्पर सम्बन्ध।

(ब) प्रथम कोटि स्टार्क प्रभाव।

5. A particle of mass m with energy E is moving along x -axis in a box of dimension L . Show that its energy is quantized.

एक m द्रव्यमान का कण E ऊर्जा से L विमा के बॉक्स में x -अक्ष के अनुदिश गति कर रहा है। दर्शाइये कि इसकी ऊर्जा क्वान्टाइज्ड है।

6. Show that $\psi = c \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$ is the eigen function of

operator $\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - x^2\right)$.

दर्शाइये कि $\psi = c \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$ ऑपरेटर $\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - x^2\right)$ का

आइजेन फलन है।

7. Explain Bose-Einstein condensation.

बोस-आइन्स्टीन संघनन की व्याख्या कीजिए।

8. Show that $F = -KT \log Z$, where Z is the partition function and F is Helmholtz free energy.

दर्शाइये कि $F = -KT \log Z$ जहाँ Z विभाजन फलन और F हैल्महोल्डज मुक्त ऊर्जा है।

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. (10×1=10)

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

1. The spin of photon is

(a) 0

(b) $\frac{1}{2}$

(c) $\frac{3}{2}$

(d) 1

पोटोन का चक्रण होता है

(अ) 0

(ब) $\frac{1}{2}$

(स) $\frac{3}{2}$

(द) 1

2. The size of phase all in quantum statistics is

(a) $\frac{h^2}{2\pi}$

(b) h_0^6

(c) h_0

(d) h_0^3

क्वान्टम सांख्यिकी में फेज कोश का आकार है

(अ) $\frac{h^2}{2\pi}$

(ब) h_0^6

(स) h_0

(द) h_0^3

3. The partition function of ideal mono-atomic gas is

$$(a) \quad z = \frac{v}{h^3} (2\pi mk T)^{3/2}$$

$$(b) \quad z = \frac{v}{h^3} (2\pi mk T)^{\frac{1}{2}}$$

$$(c) \quad z = \frac{v}{h} (2\pi mk T)^{\frac{3}{2}}$$

$$(d) \quad z = \frac{v}{h^3} (\pi m)^{\frac{3}{2}}$$

एक परमाण्विक गैस का विभाजन फलन है

$$(अ) \quad z = \frac{v}{h^3} (2\pi mk T)^{3/2}$$

$$(ब) \quad z = \frac{v}{h^3} (2\pi mk T)^{\frac{1}{2}}$$

$$(स) \quad z = \frac{v}{h} (2\pi mk T)^{\frac{3}{2}}$$

$$(द) \quad z = \frac{v}{h^3} (\pi m)^{\frac{3}{2}}$$

4. In $F_{op}\psi = f\psi$, f is called as

- (a) Eigen function
- (b) Eigen value
- (c) Average value
- (d) None of these

$F_{op}\psi = f\psi$, में f कहा जाता है

- (अ) आइगेन फलन
- (ब) आइगेन मान
- (स) औसत मान
- (द) इनमें से कोई नहीं

5. The quantity $\psi^*\psi$ represents

- (a) Probability density
- (b) Wave density
- (c) Charge density
- (d) Energy density

राशि $\psi^*\psi$ दर्शाती है

- (अ) प्रायिकता घनत्व
- (ब) तरंग घनत्व
- (स) आवेश घनत्व
- (द) ऊर्जा घनत्व

6. The transmission coefficient if 1 eV electron will penetrate a potential barrier of 4eV when the barrier width is 2\AA is

- (a) 0.084
- (b) 0.84
- (c) 8.4
- (d) 0.74

यदि 1eV का इलेक्ट्रॉन एक 4eV विभव अवरोध जिसकी चौड़ाई 2\AA है, को वेधता है तो पारगम्यता गुणांक है

- (अ) 0.084
- (ब) 0.84
- (स) 8.4
- (द) 0.74

7. The direct evidence of existence of momentum of a photon is

- (a) Photoelectric effect
- (b) Raman effect
- (c) Joule effect
- (d) Compton effect

फोटोन के संवेग के अस्तित्व का सीधा प्रमाण है

- (अ) प्रकाश वैद्युत प्रभाव
- (ब) रमन प्रभाव
- (स) जूल प्रभाव
- (द) काम्पटन प्रभाव

8. Which of the following transitions are electric dipole allowed

- (a) $1s \rightarrow 2s$
- (b) $3s \rightarrow 5d$
- (c) $1s \rightarrow 2p$
- (d) None of these.

निम्न में कौन सा संक्रमण वैद्युत द्विध्रुव एलाउड है

- (अ) $1s \rightarrow 2s$
- (ब) $3s \rightarrow 5d$
- (स) $1s \rightarrow 2p$
- (द) इनमें से कोई नहीं।

9. Which is correct

- (a) $[J_x J_{\pm}] = \mp \hbar J_z$
- (b) $[J_x J_{\pm}] = \pm \sqrt{\hbar J_z}$
- (c) $J_- J_+ = J - J_z^2 - \hbar J_z$
- (d) $J_+ J_- = J^2 - J_z^2$

कौन-सा सही है

(अ) $[J_x, J_{\pm}] = \mp \hbar J_z$

(ब) $[J_x, J_{\pm}] = \pm \sqrt{\hbar J_z}$

(स) $J_- J_+ = J^2 - J_z^2 - \hbar J_z$

(द) $J_+ J_- = J^2 - J_z^2$

10. The number of maximum probable states in case of odd number of particles is

(a) 1

(b) 2

(c) 3

(d) 4

विषम संख्या कणों की स्थिति में अधिकतम सम्भावित अवस्थाएं हैं

(अ) 1

(ब) 2

(स) 3

(द) 4