

Examination, May-2023

PHYSICS

Paper - Phy-401, P-I

Statistical Mechanics

Time allowed : 3 hours] [Maximum marks : 45

Note: Attempt five questions in all, selecting atleast one question from each unit.

नोट: प्रत्येक इकाई से कम से कम एक प्रश्न का चयन करते हुए, कुल पाँच प्रश्न कीजिए।

Unit - I

इकाई - I

1. Explain the concepts of :

निम्न की अवधारणाओं की व्याख्या कीजिए :

(i) Microstates and Macrostates 3

सूक्ष्म अवस्थाएँ तथा स्थूल अवस्थाएँ

(ii) Thermodynamic probability 3

तापगतिकीय प्रायिकताएँ

(iii) Constraints in a system 3

किसी प्रणाली में बाधाएँ

2. (a) For the distribution of n distinguishable particles in two compartment of equal size, derive an expression for probability of a macrostate. 6समान आकार के दो उपकक्षों में n विशेषणीय कणों के वितरण के लिए, एक स्थूल अवस्था की प्रायिकता के लिए एक व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए।

(b) Find the probability of tossing a coin 10 times to get 3

(i) 5 heads, 5 tails

(ii) 4 heads, 6 tails

निम्न प्राप्त करने के लिए एक सिक्के को 10 बार उछालने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए :

(i) 5 चित, 5 पट

(ii) 4 चित, 6 पट

(3)

92204

Unit - II

इकाई - II

3. (a) Define phase space. Explain the division of phase space into cells and the available space in phase space. 5

प्रावस्था समष्टि को परिभाषित कीजिए। प्रावस्था समष्टि में उपलब्ध अंतराल (स्थान) तथा कोषों में प्रावस्था समष्टि के विभाजन की व्याख्या कीजिए।

- (b) Derive the relation between entropy and probability for the two systems in thermal contact. Also derive the condition of thermal equilibrium. 4

तापीय संस्पर्श में दो प्रणालियों के लिए ऐन्ट्रॉपी तथा प्रायिकता के बीच संबंध की व्युत्पत्ति कीजिए। तापीय साम्यावस्था की शर्त की व्युत्पत्ति भी कीजिए।

4. (a) Discuss black body radiations. Use the equation

$$n_i = \frac{g_i}{e^{v_i/kT} - 1} \text{ to deduce the Planck's law of black body radiation. } 6$$

(4)

92204

श्याम पिण्ड विकिरणों की विवेचना कीजिए। श्याम पिण्ड विकिरण के लैंक के नियम के निगमन के लिए समीकरण

$$n_i = \frac{g_i}{e^{v_i/kT} - 1} \text{ का उपयोग कीजिए।}$$

- (b) Calculate the number of meaningful ways of distributing four bosons in three cells. 3

तीन कोषों में चार बोसॉन्स को वितरित करने के अर्थपूर्ण तरीकों की संख्या की गणना कीजिए।

5. (a) Using B-E distribution law, explain the behaviour of B-E gas. 6

B-E वितरण नियम का उपयोग करते हुए, B-E गैस के व्यवहार की व्याख्या कीजिए।

- (b) What is the energy of particles at 0K in classical and quantum statistics? 2

शास्त्रीय तथा क्वांटम सांख्यिकी में 0 K पर कणों की ऊर्जा क्या है?

92204

[P.T.O.]

92204

(5)

92204

- (c) What is Wein's displacement law for black body radiations? 1

श्याम पिण्ड विकिरणों के लिए वेन का विस्थापन नियम क्या है?

Unit - III

इकाई - III

6. (a) What are the basic assumptions of Fermi-Dirac statistics? Derive F-D distribution law for fermions.

फर्मी-डिराक सांख्यिकी की आधारभूत मान्यताएं क्या हैं? फर्मियोन्स के लिए F-D वितरण नियम की व्युत्पत्ति कीजिए।

- (b) Four Fermions are to be distributed in two compartments having 4 and 5 cells. Find the thermodynamic probability of microstates (3, 1) and (2, 2) 3

(6)

92204

चार फर्मियोन्स को 4 तथा 5 कोशों वाले दो उपकक्षों में वितरित करना है। सूक्ष्म-अवस्थाओं (3, 1) तथा (2, 2) की तापगतिकीय प्रायिकता ज्ञात कीजिए।

7. (a) Using theory of free electrons inside a metal, derive an expression for specific heat of electron gas. 6

किसी धातु के अंदर मुक्त इलेक्ट्रॉनों के सिद्धान्त का उपयोग करते हुए, इलेक्ट्रॉन गैस की विशिष्ट ऊष्मा के लिए एक व्यंजक की व्युत्पत्ति कीजिए।

- (b) Show that M-B statistics is a limiting case of F-D statistics. 3

दर्शाइये कि M-B सांख्यिकी, F-D सांख्यिकी का एक सीमाकारी मामला है।

8. Using F-D distribution $n(u) du = \frac{g(u) du}{e^\alpha e^{u/kT} + 1}$

For free electrons inside a conductor, calculate at 0 K :

(i) Fermi-energy

(ii) Average energy

(iii) Average speed of electrons 9

किसी चालक के अंदर मुक्त इलेक्ट्रॉनों के लिए F-D वितरण

$$n(u) du = \frac{g(u) du}{e^\alpha e^{u/kT} + 1}$$

का उपयोग करते हुए, 0 K पर गणना

कीजिए :

(i) फर्मी ऊर्जा

(ii) औसत ऊर्जा

(iii) इलेक्ट्रॉनों की औसत गति