

## B. Sc. (Part II) PHYSICS, 2015

### T. 3 H. Statistical and Thermal Physics I Paper M. M. 50

**भाग-अ PART-A** (1) षष्ट विमीय आकाश के प्रति एकांक आयतन में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या लिखिए। Write the maximum number of electrons per unit volume of six dimensional space.

(2) दो समान प्रायिक बाक्सों में 12 कणों के एक यादृच्छिक वितरण के लिए स्थूल अवस्थाओं की संख्या एवं अधिकतम सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या ज्ञात कीजिए।

For random distribution of 12 particles between two boxes with equal probability calculate total number of macrostates and number of maximum microstates.

(3) ताप T पर किसी प्लांक दोलित्र की ऊर्जा  $E_n = nh\nu$  के लिए संवितरण फलन प्राप्त कीजिए। Find the partition function for a Planck's oscillator of energy  $E_n = nh\nu$  at temperature T.

(4) किसी वेग घटक के वितरण फलन का उपयोग कर अधिकतम प्रायिकता वितरण फलन का मान ज्ञात कीजिए। Find the value of maximum probability distribution function using distribution function of a velocity component.

(5) किसी निकाय के लिए वृहत् विभव को दर्शाइए :  $\Omega = -PV$ .

Show that grand potential of a system :  $\Omega = -PV$ .

(6) निम्न क्रिया  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$  के लिए स्टोक्रियोमेट्रिक गुणांकों का मान एवं रासायनिक सम्यावस्था की शर्त लिखिए।

For the following reaction  $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ , write the values of stoichiometric coefficients and condition of chemical equilibrium.

(7) ऊष्मागतिकी विभवों को लिखिए। ऐसा इन्हें क्यों कहते हैं ?

Mention the thermodynamical potentials. Why are they so called ?

(8) एक चक्र में कार्यकारी पदार्थ पर कानों चक्र के प्रक्रम लिखिए।

State the operation of Carnot cycle on working substance in one cycle.

(9) श्यानता गुणांक एक गैस के अणुओं के आकार तथा ताप पर किस प्रकार निर्भर करते हैं ?

How does the coefficients of viscosity of gas depend on the size of molecules and temperature ?

(10) अभिगमन गुणों से क्या अभिप्राय है ? इन्हें ऐसा क्यों कहते हैं ?

What is transport properties ? Why are they so called ?

**भाग-ब PART-B इकाई I. 1.** (अ) यदि  $2n$  कणों के सर्वसम स्तरों में  $(n, n)$  व  $(n+s, n-s)$  वितरण की सांख्यिकीय संभाव्यताओं को क्रमशः  $P_m$  व  $P_r$  से व्यक्त करें तो आपेक्षिक प्रायिकता में परिवर्तन ज्ञात कीजिए। इस प्रायिकता व  $s/n$  में एक ग्राफ खींचिए तथा व्याख्या कीजिए।

If the statistical probability of distribution of  $2n$  particles between two identical states as  $(n, n)$  and  $(n+s, n-s)$  are represented by  $P_m$  and  $P_r$ . Find the variation of relative probability. Plot this probability versus  $s/n$  and explain it.

(ब) चार विभेद्य कणों के निकाय की कुल ऊर्जा  $4\epsilon$  है। कण ऊर्जा अवस्थाएँ समअन्तराल पर हैं जिनकी ऊर्जाएँ  $0, \epsilon, 2\epsilon, 3\epsilon$  तथा  $4\epsilon$  हैं। निकाय की अभिगम्य सूक्ष्मावस्थाओं की सारणी बनाइये। A system consists of four distinguishable particles with total energy  $4\epsilon$ . The particle energy states are equispaced with energies  $0, \epsilon, 2\epsilon, 3\epsilon$  and  $4\epsilon$ . Prepare a table for accessible microstates of the system.

**इकाई II. 2.** (अ) एक विहिप समुच्चय के लिए संवितरण फलन को समझाइए। इसका उपयोग कर दर्शाइए कि निकाय के कणों की औसत ऊर्जा  $\langle E \rangle = -\frac{\partial}{\partial \beta} (\log z)$  है।

14 / B. Sc. (Part II) PHYSICS, 2015

Explain the partition function for canonical ensemble. Use it to show that the average energy of system of particles is  $\langle E \rangle = -\frac{\partial}{\partial \beta} (\log z)$ . अथवा/OR

(ब)  $0^\circ\text{C}$  ताप पर 0.1 kg आक्सीजन अणु की चालें 195 एवं 205 m/s के बीच अणुओं की संख्या ज्ञात कीजिए। Calculate the number of oxygen molecules in 0.1 kg, whose speeds lie between 195 and 205 m/s at temperature  $0^\circ\text{C}$ .

**इकाई III. 3.** (अ) फर्मी-डिराक वितरण फलन के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

Derive an expression for Fermi-Dirac distribution function. अथवा /OR

(ब) एक आदर्श गैस के लिए वृहत संवितरण फलन प्राप्त कीजिए और इससे आदर्श गैस समीकरण स्थापित कीजिए। Obtain the grand partition function for an ideal gas and derive its equation of state.

**इकाई IV. 4.** (अ) परमताप मापक्रम का वर्णन कीजिए और इस मापक्रम पर परमशून्य ताप का अभिप्राय समझाइए। Describe absolute scale of temperature and explain the meaning of absolute zero temperature on this scale. अथवा/OR

(ब) निम्न ऊष्मा गति की संबंध को स्थापित कीजिए :

Establish the following thermodynamical relation :  $C_v = -T \left( \frac{\partial^2 F}{\partial T^2} \right)$

**इकाई V. 5.** (अ) जूल प्रभाव का क्या अभिप्राय है ? जूल प्रभाव का अवकलन समीकरण प्राप्त कीजिए। What is Joule effect ? Derive an expression of differential equation of Joule effect. अथवा /OR

(ब) अणुगति सिद्धान्त की सहायता से किसी गैस के लिए विसरण गुणांक का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। With the help of the kinetic theory deduce an expression of the coefficient of diffusion for a gas.

**भाग-स PART-C** (1) निम्नलिखित को समझाइए : Explain the following :

- बाक्स में एक कण की अवस्थाएँ State of a particle inside box
- कला आकाश में एक विमीय दोलित्र का पथ Trajectory of one dimensional harmonic oscillator in phase space.
- एक द्विस्तरीय निकाय में कणों का औसत मान। Mean value of particles in a two level system.

(2) गिब्स फलन द्वारा प्रावस्था परिवर्तन की व्याख्या कीजिए तथा दो प्रवस्थाओं के संतुलन हेतु प्रतिबंध व्युत्पन्न कीजिए। गिब्स फलन का उपयोग करके क्लासियस-क्लेपिरोन समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। इस समीकरण के उपयोग से क्वथनांक पर दाब के प्रभाव को समझाइए।

Explain phase transition through Gibb's function. Deduce equilibrium condition for co-existence of two phases. Derive Clausius Clapeyron equation using Gibb's function. Explain the influence of pressure on boiling point using this equation.

(3) निम्नलिखित का वर्णन कीजिए : Describe the following :

- बोस-आन्स्टाइन संघनन Bose-Einstein condensation
- वृहत विभव फलन Grand potential function
- परम शून्य ताप पर इलेक्ट्रॉनों का घनत्व

Density of electrons at absolute zero temperature :  $D(\epsilon_F) = \frac{3}{2} N \epsilon_F$

(4) (i) वोल्टमैन एन्ट्रॉपी सूत्र को प्रयुक्त कर दर्शाइए :

Use Boltzmann's entropy formulae to show that :  $ds = \frac{dQ}{T}$

**B. Sc. (Part II) PHYSICS, 2015 / 15**

(i) ऊष्मागतिकी संबंधों को प्रयुक्त कर दर्शाइए :

Use thermodynamical relations to show that :

$$\frac{\partial T}{\partial P} = \frac{TV\alpha}{C_p}$$

(iii) प्लांक विकिरण नियम स्थापित कीजिए। Establish Planck's radiation law.

5. (i) जूल थामसन प्रभाव का क्या अर्थ है ? दर्शाइए इस प्रभाव में एन्थैल्पी स्थिर होती है। जूल थामसन गुणांक के लिए सूत्र ज्ञात कीजिए और सिद्ध कीजिए कि यह प्रभाव गैसों द्वारा जूल नियम व बॉयल के नियम के विचलनों के कारण होता है। What is Joule-Thomson effect? Show that enthalpy is constant in this effect. Obtain an expression for Joule-Thomson coefficient and prove that this effect is due to deviations from the Joule's law and Boyle's law.

(ii) गैस अणुओं के लिए औसत मुक्त पथ का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

Derive an expression for mean free-path of the molecules of a gas.

T 3 H Quantum Mechanics and Spectroscopy II Paper M M 50