No. of Printed Pages : 8

BPHE-106/PHE-06

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2018

06435

PHYSICS

BPHE-106/PHE-06 : THERMODYNAMICS AND STATISTICAL MECHANICS

Time : 2 hours *Maximum Marks : 50*

Note : ***All*** *questions are* ***compulsory****, but internal choices are given. You can use calculators or log tables. Symbols have their usual meanings. The marks for each question are indicated against it.*

1. Answer any ***three*** parts : *3×5=15*

(a) Two identical gaseous systems, each containing 0·06 mol of ideal gas are at 300 K and 2·0 atm pressure. The ratio of heat capacities of the gas is 1·4. One of the gases is made to expand adiabatically and the other isothermally until they are at normal pressure. Calculate the final volumes in each case.

(b) Derive Clausius-Clapeyron equation for the first-order phase transition.

(c) Starting from the equation of motion of a linear harmonic oscillator, show that its phase space is an ellipse.

(d) Calculate van der Waals' constants for helium using the data $T_c = 5{\cdot}3$ K, $p_c = 2{\cdot}25$ atm and $R = 8{\cdot}31$ J mol^{-1} K^{-1}.

2. Establish Boltzmann's entropy relation. *5*

OR

Derive an expression for adiabatic lapse rate. *5*

3. Using Maxwell's relations for a van der Waals gas, show that $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{a}{V^2}$. *10*

OR

(a) One mole of an ideal gas is expanded isothermally to four times its initial volume. Calculate the entropy change in terms of R, the gas constant. *4*

(b) Draw a labelled diagram for the experimental arrangement used in adiabatic demagnetization of a paramagnetic substance. State the lowest temperature attainable with this method. *5+1*

4. What is Brownian motion ? Give two examples of Brownian motion. Discuss Perrin's experiment to determine Avogadro's number. *2+2+6*

OR

What is transport phenomena ? Obtain the expression for viscosity of gas by assuming that the number of particles crossing the plane from either side per unit area per second is $\frac{1}{4}\ n\bar{v}$. Discuss its temperature and pressure dependence. *2+6+2*

5. The thermodynamic probability for a Fermi-Dirac system is given by

$$W = \prod_i \frac{g_i !}{(g_i - N_i)! N_i !}$$

Using this, derive an expression for the distribution function and plot it for T = 0 K and T > 0 K. *8+2*

OR

Write Planck's formula for energy density of a black body radiation. Show that Rayleigh-Jeans law, Wien's law and Stefan's law are contained in it. *2+2+2+4*

बी.पी.एच.ई.-106/पी.एच.ई.-06

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2018

भौतिक विज्ञान

बी.पी.एच.ई.-106/पी.एच.ई.-06 : ऊष्मागतिकी तथा सांख्यिकीय यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

---

*नोट : **सभी** प्रश्न **अनिवार्य** हैं, परन्तु आंतरिक विकल्प दिए गए हैं । आप कैल्कुलेटरों अथवा लॉग सारणियों का प्रयोग कर सकते हैं । प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं । प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं ।*

---

1. किन्हीं ***तीन*** भागों के उत्तर दीजिए : *3×5=15*

(क) दो अभिन्न गैसीय तंत्रों का तापमान 300 K और दाब 2·0 atm है । प्रत्येक तंत्र में 0·06 mol आदर्श गैस भरी हुई है । गैस की ऊष्मा धारिताओं का अनुपात 1·4 है । इनमें से एक गैस का रुद्धोष्म और दूसरे का समतापी प्रसार तब तक होने दिया जाता है जब तक कि वे मानक दाब पर नहीं आ जाते । दोनों गैसों के अंतिम आयतन परिकलित कीजिए ।

(ख) प्रथम कोटि प्रावस्था संक्रमण के लिए क्लॉसियस-क्लैपेरॉन समीकरण व्युत्पन्न कीजिए ।

(ग) रैखिक आवर्ती दोलक की गति के समीकरण से प्रारंभ कर सिद्ध कीजिए कि इसकी प्रावस्था समष्टि एक दीर्घवृत्त है ।

(घ) आँकड़े $T_c = 5{\cdot}3$ K, $p_c = 2{\cdot}25$ atm और $R = 8{\cdot}31$ J mol^{-1} K^{-1} का उपयोग कर हीलियम के लिए वान्डर वाल्स स्थिरांक परिकलित कीजिए ।

2. बोल्ट्समान के एन्ट्रॉपी संबंध को स्थापित कीजिए । *5*

अथवा

रुद्धोष्म ह्रास-दर का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । *5*

3. मैक्सवेल संबंधों का उपयोग कर वान्डर वाल्स गैस के लिए सिद्ध कीजिए कि :

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = \frac{a}{V^2}.$$ *10*

अथवा

(क) एक मोल आदर्श गैस समतापीय प्रसार में अपने प्रारंभिक आयतन से चार गुना जगह घेरती है । गैस नियतांक R के पदों में एन्ट्रॉपी परिवर्तन परिकलित कीजिए । *4*

(ख) अनुचुंबकीय पदार्थ के रुद्धोष्म विचुंबकन में प्रयुक्त प्रायोगिक विन्यास का नामांकित चित्र खींचिए । बताइए कि इस विधि द्वारा कितना निम्नतम तापमान प्राप्त किया जा सकता है । *5+1*

4. ब्राउनी गति क्या है ? ब्राउनी गति के दो उदाहरण दीजिए । आवोगाद्रो की संख्या का निर्धारण करने के लिए पैराँ के प्रयोग की चर्चा कीजिए । *2+2+6*

अथवा

अभिगमन परिघटना क्या है ? गैस की श्यानता का व्यंजक प्राप्त कीजिए, मान लीजिए कि समतल के दोनों ओर से प्रति इकाई क्षेत्रफल प्रति सेकण्ड पार करने वाले कणों की संख्या $\frac{1}{4}\ n\bar{v}$ है । इसकी तापमान और दाब पर निर्भरता की चर्चा कीजिए । *2+6+2*

5. फर्मी-डिराक तंत्र के लिए ऊष्मागतिक प्रायिकता निम्नलिखित व्यंजक द्वारा दी जाती है :

$$W = \prod_i \frac{g_i !}{(g_i - N_i)! N_i !}$$

इसका प्रयोग कर बंटन फलन का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए और $T = 0\ K$ और $T > 0\ K$ के लिए इसके चित्र खींचिए । *8+2*

अथवा

कृष्णिका विकिरण के ऊर्जा घनत्व (energy density) के लिए प्लांक का सूत्र लिखिए । सिद्ध कीजिए कि रैले-जीन्स नियम, वीन नियम तथा स्टेफ़ान नियम इसमें समाहित हैं । *2+2+2+4*