No. of Printed Pages : 8

PHE-06

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

04001

December, 2017

PHYSICS

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) What is Gibb's paradox ? How was it resolved ?

(b) Prove that for a pVT system

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - k dP$$

where β = Isobaric coefficient of volume expansion, k = Isothermal compressibility.

(c) A block of copper weighing 3 kg is heated from 300 K to 350 K. Calculate the entropy change of the block. The specific heat capacity of copper is 389 J kg^{-1} K^{-1}. Assume that heat is added irreversibly.

(d) Calculate the critical temperature of helium gas if the critical pressure is 2·26 atm and critical density is 0·07 g cm^{-3}.

2. Derive the law of distribution of free paths and obtain survival equation. Plot survival equation. *8+2*

OR

(a) Starting from the first law of thermodynamics show that for an ideal gas,

$$C_p - C_v = nR.$$ *5*

(b) Show that the efficiency of the Carnot engine is given by

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

where T_1 and T_2 are the temperatures of source and sink respectively. *5*

3. Calculate V_{rms} for helium atoms at 300 K. At what temperature will oxygen molecules have the same value of V_{rms} ?

Take $m_{He} = 6{\cdot}67 \times 10^{-27}$ kg. *5*

4. Establish Van der Waals' equation of state for a real gas. Plot it on a p-V diagram for different temperatures. *7+3*

OR

Define partition function. Obtain the partition function of an ideal monatomic gas and derive the expression for pressure. *2+4+4*

5. (a) Explain the behaviour of liquid helium at low temperatures. *6*

(b) Show that electronic contribution to heat capacity of metals at low temperatures is given by $C_v = aT$, where a is Sommerfeld's constant. *4*

OR

The thermodynamic probability for a Bose-Einstein system is given by

$$W = \pi \frac{(g_i + N_i - 1)!}{N_i\,!\,(g_i - 1)!}$$

Derive the expression for the distribution function and draw it as a function of energy. *9+1*

पी.एच.ई.-06

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2017

भौतिक विज्ञान

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) गिब्ज़ विरोधाभास क्या है ? इसे कैसे सुलझाया गया ?

(ख) pVT तंत्र के लिए सिद्ध कीजिए कि

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - k dP$$

जहाँ β = आयतन-प्रसार का समदाबी गुणांक

k = समतापी संपीड्यता ।

(ग) 3 kg भार वाले ताँबे के ब्लॉक को 300 K से 350 K तक गर्म किया जाता है । ब्लॉक का एन्ट्रॉपी परिवर्तन परिकलित कीजिए । ताँबे की विशिष्ट ऊष्मा धारिता 389 $J\,kg^{-1}\,K^{-1}$ है । मान लीजिए कि ऊष्मा अनुत्क्रमणीय रूप से दी गई है ।

(घ) हीलियम गैस का क्रांतिक दाब 2·26 atm और क्रांतिक घनत्व 0·07 $g\,cm^{-3}$ हो, तो क्रांतिक तापमान परिकलित कीजिए ।

2. मुक्त पथ बंटन नियम व्युत्पन्न कीजिए और अतिजीविता समीकरण भी प्राप्त कीजिए । अतिजीविता समीकरण का आरेख खींचिए । *8+2*

अथवा

(क) आदर्श गैस के लिए ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से प्रारंभ कर सिद्ध कीजिए कि

$$C_p - C_v = nR.$$ *5*

(ख) सिद्ध कीजिए कि कार्नो इंजन की दक्षता निम्नलिखित व्यंजक द्वारा दी जाती है :

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

जहाँ T_1 और T_2 क्रमशः स्रोत और अभिगम के तापमान हैं । *5*

3. 300 K पर हीलियम परमाणुओं के लिए V_{rms} का मान परिकलित कीजिए । ऑक्सीजन के अणुओं के लिए V_{rms} का यह मान किस तापमान पर प्राप्त होगा ?

$m_{He} = 6{\cdot}67 \times 10^{-27}$ kg लीजिए । *5*

4. वास्तविक गैस के लिए वान्डर वाल्स अवस्था समीकरण स्थापित कीजिए । भिन्न-भिन्न तापमानों पर इसे p-V आरेख पर खींचिए । *7+3*

अथवा

संवितरण फलन को परिभाषित कीजिए । आदर्श एकपरमाणुक गैस का संवितरण फलन प्राप्त कीजिए और दाब का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए । *2+4+4*

5. (क) निम्न तापमानों पर द्रव हीलियम के व्यवहार की व्याख्या कीजिए । *6*

(ख) सिद्ध कीजिए कि निम्न तापमानों पर धातुओं की इलेक्ट्रॉनिक ऊष्मा धारिता का योगदान निम्नलिखित द्वारा दिया जाता है :

$$C_v = aT,$$

जहाँ a सोमरफैल्ड नियतांक है । *4*

अथवा

बोस-आइन्स्टाइन तंत्र की ऊष्मागतिक प्रायिकता निम्नलिखित व्यंजक द्वारा दी जाती है :

$$W = \pi \frac{(g_i + N_i - 1)!}{N_i\,!\,(g_i - 1)!}$$

बंटन फलन का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए और इसे ऊर्जा फलन के रूप में आरेखित कीजिए । *9+1*