

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**Term-End Examination****December, 2012****PHYSICS****PHE-06 : THERMODYNAMICS AND
STATISTICAL MECHANICS***Time : 2 hours**Maximum Marks : 50*

Note : All questions are compulsory. Use of log tables and non-programmable calculator is allowed. Symbols have their usual meanings. Marks are given with each question.

1. Attempt *any five* parts : 2x5=10
- (a) What is Zeroth law of Thermodynamics ?
Why is it so named ?
- (b) The surface area of the filament of a 60 W bulb is 15 mm^2 . Estimate the temperature of the illuminated filament assuming that the radiation emitted by it is close to that by a black body.
Take $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Nm}^{-2} \text{ K}^{-4}$.
- (c) Explain the correlation between entropy and disorder.
- (d) State Gibb's Phase Rule. Give an example.
- (e) How many degrees of freedom does a point has if it is moving along a curved path ?
Give reason of your answer.

- (f) Write down Vander Waals' equation for μ moles of a gas.
- (g) Suppose there are two cells and four particles. Enumerate the possible macro-states.
- (h) Helium has two isotopes, viz. ${}^3\text{He}$ and ${}^4\text{He}$. Classify these as fermions and bosons. Justify your answer.

2. (a) Obtain expression for isothermal compressibility of a Vander Waal's gas. 5

(b) Resistance of a metal wire varies as 5
 $R_t = R_o (1 + \alpha t)$ where R_t and R_o are the resistances at $t^\circ\text{C}$ and ice point, respectively and α is a constant. The resistances of this wire at ice point and 100°C were found to be 5.50Ω and 6.35Ω respectively, and its resistance is 7.52Ω when it is kept in contact with a heat bath. Determine the temperature of the heat bath.

3. Explain Joule - Thomson effect and obtain an expression for Joule - Thomson coefficient for a Vander Waal's gas. 2+8=10

OR

What is second order phase transition ? Draw the temperature variation of C_p for a second order phase transition. Derive Ehrenfest equations to describe second order phase transition. 2+2+6=10

4. (a) Write thermal conductivity in terms of viscosity and use clausius expression for mean free path. Hence calculate the radius of the nitrogen molecule using the following data :

$$K = 23.7 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$C_V = 20.9 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, T = 0^\circ\text{C}$$

$$N_A = 6 \times 10^{26}, M_N = 28.02 \text{ kg and}$$

$$K_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}.$$

- (b) Starting from van der Waal equation obtain the reduced equation of states for a real gas. 5
5. Derive Sackur - Tetrode equation and show that it is free from Gibb's Paradox. 5+5=10

OR

The Partition function for a photon gas is given 10

by $Z_{\text{ph}} = \frac{\pi}{\nu} \frac{1}{1 - e^{-\beta \epsilon \nu}}$. Obtain the expression for

radiation pressure.

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2012

भौतिक विज्ञान

पी.एच.ई.-06 : ऊष्मागतिकी तथा सांख्यिकीय
यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। आप लॉग सारणी या अप्रोग्रामीय परिकलित्र का इस्तेमाल कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं। प्रत्येक प्रश्न के साथ अंक दिए गए हैं।

1. कोई पाँच भाग करें : 2x5=10
- (a) ऊष्मागतिकी का शून्य कोटि नियम क्या है? इसे शून्य कोटि नियम क्यों कहा जाता है?
- (b) एक 60 W बल्ब के फिलामेण्ट का पृष्ठ क्षेत्रफल 15 mm² है। दीप्त फिलामेण्ट का तापमान आकलित कीजिए जबकि यहाँ यह मान लिया गया है कि इसके द्वारा उत्सर्जित विकिरण अदीप्त पिंड द्वारा उत्सर्जित विकिरण के ही बराबर है।
मान लें $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Nm}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ।
- (c) एन्ट्रॉपी और अव्यवस्था में सहसंबंध की व्याख्या करें।
- (d) गिब्स प्रावस्था नियम लिखें। इसका एक उदाहरण दें।

- (e) वक्र पथ पर गतिमान बिंदु की कितनी स्वातंत्र्य कोटि होती हैं? उत्तर का कारण दें।
- (f) μ मोल गैस के लिए वाण्डर वाल्स समीकरण लिखें।
- (g) दो सेल और चार कर्णों के तंत्र की कल्पना कीजिए। इसकी संभव स्थूल अवस्थाएँ बताइए।
- (h) ^3He और ^4He हिलियम के दो आइसोटोप हैं। इन्हें फर्मिऑन और बोसॉन की तरह वर्गीकृत कीजिए। अपने उत्तर की पुष्टि करें।

2. (a) वाण्डरवाल्स गैस के लिए समतापी संपीड्यता का व्यंजक प्राप्त करें। 5

(b) किसि धात्विक तार का प्रतिरोध परिवर्तन समीकरण $R_t = R_0 (1 + \alpha t)$ के अनुसार निरूपित किया जाता है, जहाँ R_t और R_0 क्रमशः $t^\circ\text{C}$ और हिमांक प्रतिरोध है तथा α एक नियतांक है। इस तार के हिमांक और 100°C तापमान पर प्रतिरोध क्रमशः 5.50Ω एवं 6.35Ω हैं तथा जब यह किसी हीट बाथ के संपर्क में रखा जाता है तो इसका प्रतिरोध 7.52Ω मापा जाता है। हीट-बाथ का तापमान ज्ञात कीजिए। 5

3. जूल-टॉमसन प्रभाव की व्याख्या करें और वाण्डर वाल्स गैस के लिए जूल-टॉमसन गुणांक का व्यंजक प्राप्त करें। 2+8=10

अथवा

द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमण क्या है? द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमण के लिए तापमान T , के साथ C_p का आरेख खींचें। द्वितीय कोटि प्रावस्था संक्रमण का वर्णन करने के लिए ऐरनफेस्ट समीकरण व्युत्पन्न करें।

2+2+6=10

4. (a) ऊष्मा चालकता को श्यानता के पदों में व्यक्त करें तथा 5
माध्य मुक्त पथ का क्लासियस व्यंजक प्रयुक्त करें।
अतः निम्नलिखित आंकड़ों की सहायता से नाइट्रोजन
अणु की त्रिज्या परिकलित करें :
- $K = 23.7 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 $C_V = 20.9 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $T = 0^\circ\text{C}$
 $N_A = 6 \times 10^{26}$, $MN_2 = 28.02 \text{ kg}$ तथा
 $K_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$.
- (b) वाण्डर वाल्स समीकरण से आरम्भ कर वास्तविक गैस 5
के लिए समानीत अवस्था समीकरण व्युत्पन्न करें।

5. जाकूर-टेट्रोड समीकरण व्युत्पन्न करें और सिद्ध करें कि यह
गिब्स विरोधाभास से मुक्त है।

5+5=10

अथवा

प्रोटीन गैस का संवितरण फलन निम्नलिखित व्यंजक द्वारा 10

निरूपित किया जाता है : $Z_{\text{ph}} = \frac{\pi}{\nu} \frac{1}{1 - e^{-\beta \epsilon \nu}}$ विकिरण

दाब का व्यंजक व्युत्पन्न करें।