

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2011

PHYSICS

**PHE-06 : THERMODYNAMICS AND
STATISTICAL MECHANICS**

02485

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note : Question 1 is compulsory. Attempt any other four questions. Use of log tables and non-programmable calculator is allowed. Symbols have their usual meanings.

-
1. Attempt *any five* parts : 2x5=10
- (a) What is Joule-Thomson effect ? Is this effect reversible or irreversible ?
 - (b) Write the mathematical form of the first law of thermodynamics for (i) a thermally insulated system, and (ii) a perfect gas expanding into vacuum under isothermal conditions.
 - (c) Which thermometer(s) can be used for measuring temperature of 60 K ?
 - (d) Define entropy and state its physical significance.
 - (e) State the general principle of equipartition of energy.

- (f) What are the values of the critical constants V_c , T_c and P_c ? Hence, show that the value of the critical coefficient is $\frac{8}{3}$.
- (g) What is Gibb's paradox ?
- (h) Draw a labelled diagram of the phase space for a linear harmonic oscillator.

2. What is Brownian motion ? Derive Einstein's formula for the mean square displacement of a Brownian particle. **2+8**

3. (a) Prove that for a $p V T$ -system : **3**

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - \kappa dp$$

where T is the temperature, β is the isobaric volume expansivity and κ is isothermal volume compressibility.

- (b) Derive an expression for adiabatic lapse rate. **4**
- (c) A gas is suddenly compressed to 10 times its original pressure. Calculate the rise in temperature of the gas if its initial temperature is 27°C ($\gamma=1.5$). **3**

4. (a) Give examples of first order second order and lambda transitions. 3
- (b) Using Maxwell's relations, show that $C_p - C_v = n R$ for an ideal gas. 7
5. (a) Derive Clausius - Clapeyron equation. Hence, explain the variation of boiling point and melting point of a substance with pressure. 4+1
- (b) Two moles of a perfect gas occupy a volume of 0.065 m^3 and exert a pressure of $3.0 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$. It is compressed isobarically to 0.050 m^3 . Determine the work done by the gas and the fall in its temperature. Take $R = 8.3 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. 5
6. (a) Using Bose-Einstein statistics, derive Planck's black - body radiation formula. Show that Planck's formula leads to Rayleigh - Jeans law using limiting conditions. 5+2
- (b) Describe briefly the transport phenomena in gases. 3

Physical constants :

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

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

विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2011

भौतिक विज्ञान

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

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : प्रश्न 1 अनिवार्य है। बाकी प्रश्नों में से किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दें। आप लॉग सारणियाँ तथा अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स का इस्तेमाल कर सकते हैं। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

1. कोई पाँच भाग करें :

2x5=10

- (a) जूल-टामसन प्रभाव क्या है? जूल-टामसन प्रसार उत्क्रमणीय है या अनुत्क्रमणीय?
- (b) निम्नलिखित के लिए ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का गणितीय रूप लिखें :
- (i) ऊष्मारोधित तंत्र के लिए, और
- (ii) समतापी प्रतिबंधों के अधीन निर्वात में फैल रही एक आदर्श गैस।
- (c) 60 K का तापमान मापने के लिए कौन-सा (से) तापमापी (तापमापियों) का प्रयोग होगा?

- (d) एन्ट्रॉपी की परिभाषा बताएं और इसका भौतिक महत्व लिखें।
- (e) व्यापक ऊर्जा समविभाजन नियम का कथन लिखें।
- (f) क्रांतिक गुणांक V_c , T_c और P_c के मान क्या होंगे ?
अतएव, सिद्ध करें कि क्रांतिक गुणांक का मान $\frac{8}{3}$ है।
- (g) गिब्ज विरोधाभास क्या है ?
- (h) सरल आवर्त दोलक की प्रावस्था समष्टि का रेखांकित चित्र खींचें।
2. ब्राउनी गति क्या है? ब्राउनी कण के विस्थापन वर्ग माध्य के लिए आइन्स्टाइन सूत्र व्युत्पन्न करें। **2+8**
3. (a) सिद्ध करें कि p V T तंत्र के लिए **3**

$$\frac{dV}{V} = \beta dT - \kappa dp$$
जहाँ T तापमान है, β आयतन प्रसार का समदाबी गुणांक और κ , समतापी आयतन संपीड्यता गुणांक है।
- (b) रुद्धोष्म ह्रास-दर का व्यंजक व्युत्पन्न करें। **4**
- (c) एक गैस को अचानक अपने आरंभिक दाब से 10 गुणा संपीडित किया जाता है। गैस के तापमान में वृद्धि परिकलित करें अगर इस गैस का प्रारंभिक तापमान 27°C हो। दिया है : ($\gamma = 1.5$)। **3**

4. (a) प्रथम कोटि, द्वितीय कोटि और λ -संक्रमणों के उदाहरण दें। 3
- (b) आदर्श गैस के लिए मैक्सवैल संबंधों का प्रयोग कर सिद्ध करें कि : 7
- $$C_p - C_v = n R$$
5. (a) क्लासियस-क्लैपेरॉन समीकरण व्युत्पन्न करें। अतएव, दाब के साथ पदार्थ के गलनांक और कथनांक के परिवर्तन की व्याख्या करें। 4+1
- (b) दो मोल आदर्श गैस का आयतन 0.065 m^3 है और दाब $3.0 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ है। सम-आयतनिक रूप से इसे 0.050 m^3 तक संपीडित कर दिया गया है। गैस द्वारा किया कार्य और उसके तापमान में हुई कमी मालूम करें। दिया है : $R = 8.3 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. 5
6. (a) बोस-आइन्स्टाईन सांख्यिकी का उपयोग कर कृष्णिका विकिरण का प्लांक नियम व्युत्पन्न करें। सीमांत प्रतिबंधों का उपयोग कर सिद्ध करें कि प्लांक नियम रैले-जीन्स नियम में परिवर्तित हो जाता है। 5+2
- (b) गैसों में अभिगमन परिघटनाओं का संक्षेप में वर्णन करें। भौतिक स्थिरांक : 3
- $$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$$
- $$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$
- $$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$