

No. of Printed Pages : 8

BPHCT-135

**BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL)
(BSCG)**

Term-End Examination

December, 2023

**BPHCT-135 : THERMAL PHYSICS AND
STATISTICAL MECHANICS**

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

Note : (i) *All questions are compulsory. However, internal choices are given.*

(ii) *You can use a calculator.*

(iii) *Symbols have their usual meanings.*

(iv) *Marks for each question are indicated against it.*

-
-
1. Attempt any **five** parts : 2×5=10
- (a) State any *two* assumptions of kinetic theory of gases.
- (b) For dilute solutions, write Van't Hoff expression for osmotic pressure and state its significance.

P. T. O.

- (c) Hot water flows into the radiator of a car and flows out after cooling by radiation of heat. Is it an example of an open or a closed system ? Justify your answer.
- (d) State zeroth law of thermodynamics.
- (e) A Carnot engine operates between 273 K and 77 K. Calculate its efficiency.
- (f) Draw phase diagrams for CO_2 .
- (g) State the postulates of Planck for black body radiation.
- (h) What do you understand by the term phase space ?

2. Answer any *two* parts :

- (a) Discuss kinetic interpretation of temperature. 5
- (b) (i) State *three* assumptions of van der Waals used to derive his equation. 3
(ii) Plot vander Waals' equation on indicator diagram. 2
- (c) Describe Zartman and Ko experiment performed to verify Maxwell's law. 5

3. Attempt any *two* parts :

(a) What is Brownian motion ? Discuss essentials of Einstein's theory of Brownian motion. 2+3

(b) Differentiate between reversible and irreversible processes giving suitable examples. 5

(c) The density of a substance is ρ . Show that : 5

$$\beta_T = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T \quad \text{and} \quad \alpha = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_P.$$

4. Answer any *two* parts : 5×2=10

(a) 1 g water and steam occupy 1 cm³ and 1671 cm³ at normal atmospheric pressure. Calculate the change in the internal energy for vapourization of 1 g water at 100°C. Take latent heat of steam as 540 cal and mechanical equivalent of heat = 4.2 Jcal⁻¹. $p = 1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$. 5

(b) Using Maxwell's relations, derive first and second energy equations. 5

- (c) For two phases of a substance coexisting in equilibrium at constant temperature and pressure, obtain the Clausius-Clapeyron equation. 5
5. (i) Define spectral energy density of black-body radiation and emissivity of a body. 4
- (ii) All oscillators vibrate with frequency 1.5×10^{14} Hz at 1800 K. Calculate their average energy. Considering them to be Planck's oscillators. Take $h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js⁻¹ and $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ JK⁻¹. 6

Or

The thermodynamic probability for a F-D system is given by :

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

Obtain expression for F-D distribution function.

BPHCT-135

विज्ञान स्नातक (सामान्य) (बी.एस.सी.जी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2023

बी.पी.एच.सी.टी.-135 : ऊष्मीय भौतिकी और

सांख्यिकीय यांत्रिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : (i) सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। लेकिन आंतरिक विकल्प दिए गए हैं।

(ii) आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।

(iii) प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

(iv) प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।

1. किन्हीं **पाँच** भागों के उत्तर लिखिए : $2 \times 5 = 10$

(क) गैसों के अणुगति सिद्धान्त की कोई दो अवधारणाएँ लिखिए।

(ख) तनु विलयनों के लिए वान्ट हॉफ का परासरण दाब का व्यंजक लिखिए और इसकी सार्थकता बताइए।

- (ग) कार के रेडिएटर में गर्म जल प्रवाहित होता है और ऊष्मीय विकिरण द्वारा ठंडा होकर बाहर आ जाता है। क्या यह खुले अथवा बंद तंत्र का उदाहरण है ? अपने उत्तर की समीक्षा कीजिए।
- (घ) ऊष्मागतिकी के शून्यवें नियम का कथन लिखिए।
- (ङ) एक कार्नो इंजन 273 K तथा 77 K में प्रचालित होता है। इसकी दक्षता परिकलित कीजिए।
- (च) CO₂ के प्रावस्था आरेख आलेखित कीजिए।
- (छ) कृष्णिका विकिरण के लिए प्लांक की अभिधारणाएँ लिखिए।
- (ज) प्रावस्था समष्टि से आप क्या समझते हैं ?

2. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए :

- (क) तापमान की अणुगतिक व्याख्या कीजिए। 5
- (ख) (i) वाण्डर वाल्स द्वारा समीकरण प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त कोई तीन अवधारणाएँ लिखिए। 3
- (ii) वाण्डर वाल्स समीकरण को सूचक आरेख पर आलेखित कीजिए। 2
- (ग) जार्टमैन एवं को द्वारा दिय गय मैक्सवेल बंटन नियम के प्रायोगिक सत्यापन का प्रयोग लिखिए। 5

3. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए :

(क) ब्राउनी गति क्या है ? ब्राउनी गति के आइन्स्टोन के सिद्धान्त के मुख्य बिन्दु बताइए। 2+3

(ख) उपयुक्त उदाहरणों की सहायता से उत्क्रमणीय एवं अनुत्क्रमणीय प्रक्रमों के बीच अन्तर बताइए। 5

(ग) किसी पदार्थ का घनत्व ρ हो, तो सिद्ध कीजिए कि : 5

$$\beta_T = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T \quad \text{तथा} \quad \alpha = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_P$$

4. किन्हीं दो भागों के उत्तर लिखिए : 5×2=10

(क) मानक वायुमंडलीय दाब ($1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$) पर 1g जल एवं भाप के आयतन क्रमशः 1 cm^3 तथा 1671 cm^3 हैं। 100°C पर 1g जल के वाष्पन के लिए आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन परिकलित कीजिए। दिया है : भाप की गुप्त ऊष्मा 540 cal तथा ऊष्मा यांत्रिक तुल्यांक $= 4.2 \text{ Jcal}^{-1}$ । 5

(ख) मैक्सवैल संबंधों का प्रयोग कर प्रथम और द्वितीय ऊर्जा समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। 5

(ग) अचर ताप और दाब पर साम्यावस्था में सह-अस्तित्व में विद्यमान किसी पदार्थ की दो प्रावस्थाओं के लिए, क्लासियस-क्लैपेरोन समीकरण प्राप्त कीजिए। 5

5. (क) कृष्णिका विकिरण के लिए स्पेक्ट्रमी वितरण तथा उत्सर्जन क्षमता परिभाषित कीजिए। 4

(ख) 1800 K तापमान पर सभी दोलक आवृत्ति 1.5×10^{14} Hz से दोलन करते हैं। इन्हें प्लांक दोलित्र मानकर इनकी माध्य ऊर्जा परिकलित कीजिए। दिया है : $h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ Js}^{-1}$ तथा $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ । 6

अथवा

F-D तंत्र की ऊष्मागतिक प्रायिकता का व्यंजक निम्नवत् है :

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

F-D बंटन फलन का व्यंजक प्राप्त कीजिए। 10