No. of Printed Pages : 12 **BPHCT–135**

BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL)

(BSCG)

Term-End Examination

December, 2025

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*) *The marks for each question are indicated against it.*

(*iii*) *Symbols have their usual meanings.*

(*iv*) *You can use a calculator.*

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

1. Attempt any ***five*** parts : 5×2=10

(a) Write Zeroth Law of Thermodynamics and state its physical significance.

(b) Draw Andrew's curves for CO_2.

(c) Write the expressions for $\bar{v}, v_{\text{rms}}$ and ν_p for a Maxwellian gas.

(d) Write the expressions for enthalpy and Helmholtz energy.

(e) Write the expression for $C_p - C_v$ for an ideal gas and a van der Waals' gas.

(f) State Joule-Thomson effect. Write the expression for Joule-Thomson coefficient.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(g) Plot spectral energy density of a black body with wavelength at three different temperatures ($T_1 > T_2 > T_3$).

(h) Write the Boltzmann relation between entropy and probability. What is its significance ?

2. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Obtain an expression for survival equation for distribution of free paths.

(b) Define coefficient of viscosity. Discuss the effect of temperature and pressure on viscosity.

(c) Show that sedimentation is an example of Brownian motion. Discuss its utility in daily life.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

3. Answer any *two* parts : 2×5=10

(a) Derive equation of state for a thermodynamic system assuming volume as a function of pressure and temperature. Imposing the condition $dV = 0$ and $dT \neq 0$, prove that the thermodynamic variables are connected through a relation :

$$\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P = -1 .$$

(b) 1 g of water and steam at normal atmosphbic pressure occupy 1 cm^3 and 1671 cm^3 volume, respectively. Calculate the change in internal energy for vaporisation of water at 100°C. Take latent heat of steam as 540 cal and J = 4.2 J cal^{-1}.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(c) Obtain Laplace's formula for speed of sound.

4. When two phases of a substance coexist in equilibrium at constant temperature and pressure, their specific Gibbs' free energies are equal. Using this fact, obtain Clausius-Clapeyron equation. 10

Or

Draw the indicator diagram of a Carnot cycle. Obtain the expression for the work done during one cycle of Carnot engine and hence deduce its efficiency. 2+4+4

5. Starting from the expression for thermodynamic probability given by :

$$W[\{N\}] = \prod_i \frac{(g_i + N_i - 1)\,!}{N_i\,!(g_i - 1)\,!}$$

obtain the expression for Bose-Einstein distribution function. 10

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

Or

Define Fermi energy. Obtain its expression. Calculate the value of Fermi energy for copper.

(Given that : $\frac{N}{V} = 8.53 \times 10^{28}$ electrons per m^{-3}, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg and $h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js.)

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

BPHCT–135

विज्ञान स्नातक (सामान्य)

(बी. एस.-सी. जी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2025

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

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

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

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

(*iii*) *प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।*

(*iv*) *आप कैल्कुलेटर का प्रयोग कर सकते हैं।*

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

1. किन्हीं ***पाँच*** भागों के उत्तर दीजिए : $5\times2=10$

(क) ऊष्मागतिकी का शून्यवा कोटि नियम लिखिये और इसकी भौतिक सार्थकता बताइए।

(ख) CO_2 के लिए एन्ड्रूज वक्रों को खींचिए।

(ग) मैक्सवेलियन गैस के लिए $\bar{v}, v_{\text{rms}}$ तथा v_p के व्यंजक लिखिए।

(घ) एन्थैल्पी और हेल्महोल्ट्ज ऊर्जा के व्यंजक लिखिए।

(ङ) आदर्श गैस एवं वाण्डर वाल्स गैस के लिए $C_p - C_v$ का व्यंजक लिखिए।

(च) जूल–टॉमसन प्रभाव का कथन लिखिए। जूल–टॉमसन गुणांक का व्यंजक लिखिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(छ) कृष्ण विकिरण के लिए स्पेक्ट्रमी ऊर्जा घनत्व का तरंगदैर्घ्य के सापेक्ष तीन अलग-अलग तापमानों ($T_1 > T_2 > T_3$) पर आरेख खींचिए।

(ज) एन्ट्रॉपी और प्रायिकता के बीच बोल्ट्ज़मान सम्बन्ध को लिखिए। इस सम्बन्ध की सार्थकता क्या है ?

2. किन्हीं ***दो*** भागों के उत्तर दीजिए : $2 \times 5 = 10$

(क) मुक्त पथों के बंटन के लिए अतिजीविता समीकरण का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ख) श्यानता गुणांक की परिभाषा लिखिए। श्यानता पर तापमान एवं दाब के प्रभाव की चर्चा कीजिए।

(ग) सिद्ध कीजिए कि अवसादन ब्राउनी गति का उदाहरण है। दैनिक जीवन में इसकी उपयोगिता के बारे में समझाइए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

3. किन्हीं **दो** भागों के उत्तर दीजिए : $2\times5=10$

(क) ऊष्मागतिक तंत्र के लिए अवस्था समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। मान लीजिए कि आयतन, दाब और तापमान का फलन है। $dV = 0$ एवं $dT \neq 0$ इन प्रतिबंधों के लिए, सिद्ध कीजिए कि ऊष्मागतिक चर निम्नलिखित सम्बन्ध द्वारा जुड़े होते हैं :

$$\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P = -1$$

(ख) 1 g जल और भाप के आयतन सामान्य वायुमंडलीय दाब पर 1 cm^3 तथा 1671 cm^3 क्रमशः होते हैं। जल के 100°C ताप पर वाष्पीकरण के लिए आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन परिकलित कीजिए। भाप की गुप्त ऊर्जा 540 cal तथा J = 4.2 J cal^{-1} लीजिए।

(ग) ध्वनि के वेग का लाप्लास सूत्र प्राप्त कीजिए।

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

4. जब किसी पदार्थ की दो प्रावस्थाएँ अचर तापमान तथा दाब पर साम्यावस्था में होती हैं, तो उनकी विशिष्ट गिब्स मुक्त ऊर्जा समान होती है। इस तथ्य का उपयोग करके क्लासियस–क्लैपेरॉन समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। 10

अथवा

कार्नो चक्र का सूचक आरेख खींचिए। कार्नो इंजन द्वारा एक चक्र में किए गए कार्य का व्यंजक प्राप्त कीजिए और अतएव इसकी दक्षता प्राप्त कीजिए। 2+4+4

5. निम्नलिखित दिए गए ऊष्मागतिकी प्रायिकता के व्यंजक :

$$W[\{N\}] = \prod_i \frac{(g_i + N_i - 1)!}{N_i!(g_i - 1)!}$$

से शुरुआत कर बोस–आइन्स्टीन बंटन फलन का व्यंजक प्राप्त कीजिए। 10

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

अथवा

फर्मी ऊर्जा को परिभाषित कीजिए। इसका व्यंजक प्राप्त कीजिए। ताँबे के लिए फर्मी ऊर्जा का मान प्राप्त कीजिए : दिया गया है : 10

($\frac{N}{V} = 8.53 \times 10^{28}$ इलेक्ट्रॉन प्रति m^{-3},

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg और $h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js ।)

× × × × ×

Downloaded from www.IGNOUBABA.com