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

BACHELOR OF SCIENCE (GENERAL)/BACHELOR OF SCIENCE (MULTIDISCIPLINARY) (BSCG/BSCM)

Term-End Examination

June, 2026

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) You can use a scientific calculator.

(iv) Symbols have their usual meanings.

---

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

(i) Plot van der Waals' equation for a real gas on P-V diagram.

(ii) Write van der Waals' assumptions for a real gas.

(iii) Name the intensive and extensive variables of a surface film.

(iv) A bottle of water at room temperature is cooled by putting it in a refrigerator. What type of system do the bottle and water form ?

(v) Plot Carnot cycle on T-S diagram.

(vi) What is Joule-Thomson effect ?

(vii) Draw the Fermi function *versus* energy at $T = 0$ K and $T > 0$ K.

(viii) Write the difference between Bosons and Fermions.

2. Attempt any ***two*** parts : 2×5=10

(a) Show that the most probable speed of a Maxwellian gas molecule is given by : 5

$$v_p = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}}$$

(b) Define mean free path. Obtain an expression for survival equation of free paths. 1+4

(c) If coefficient of viscosity of oxygen is $19.6 \times 10^{-6} \text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$, at 15°C and $\bar{v} = 436 \text{ m s}^{-1}$, calculate the radius of an oxygen molecule, if $n = 2.7 \times 10^{25} \text{m}^{-3}$.

Assume that the gas obeys Maxwell's law of distribution of speeds. 5

3. Attempt any ***two*** parts : 2×5=10

(a) Show that for an ideal gas the isothermal compressibility (β_T) and volume expansion coefficient (α) are given by :

$$\beta_T = \frac{1}{p} \text{ and } \alpha = \frac{1}{T}$$

(b) Distinguish between adiabatic and isothermal processes. Calculate the work done for an ideal gas expanding adiabatically from volume V_1 to V_2.

(c) State first law of thermodynamics. Prove Mayer's formula for an ideal gas and discuss its importance in physics.

4. Attempt any ***two*** parts : 2×5=10

(a) Show that efficiency of Carnot engine is given by :

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

(b) State Kelvin-Planck and Clausius' statements of 2nd law of thermodynamics. Establish their equivalence.

(c) Calculate the entropy of mixing per mole of a mixture of two gases.

5. Attempt any ***one*** part : 1×10=10

(a) By treating electromagnetic radiation as a system of indistinguishable particles derive Planck's law. 10

(b) Obtain the relation : 10

$$S = k_B \ln W$$

where S is entropy and W is thermodynamic probability.

BPHCT–135

विज्ञान स्नातक (सामान्य)/विज्ञान स्नातक

(बहुविषयक)

(बी. एस-सी. जी./बी.एस.-सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2026

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

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

(iv) *प्रतीकों के अर्थ सामान्य हैं।*

---

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

(i) वाण्डर वाल्स समीकरण को वास्तविक गैस के लिए P-V आरेख पर ग्राफित कीजिए।

(ii) वास्तविक गैस के लिए वाण्डर वाल्स की अवधारणाएँ लिखिए।

(iii) पृष्ठीय फिल्म के अविस्तारात्मक एवं विस्तारात्मक चरों के नाम बताइये।

(iv) एक कोष्ठ ताप के जल की बोतल फ्रिज में रखकर ठंडी की गयी है। बोतल और जल किस प्रकार का तंत्र बनाते हैं ?

(v) T-S आरेख पर कार्नो चक्र आरेखित कीजिए।

(vi) जूल–थॉमसन प्रभाव क्या है ?

(vii) $T = 0$ K और $T > 0$ K पर फर्मी फलन का ऊर्जा के सापेक्ष आरेख खींचिए।

(viii) बोसॉन और फर्मिऑन में अंतर लिखिए।

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

(क) सिद्ध कीजिए कि मैक्सवेल गैस के अणुओं के लिए प्रायिकतम वेग निम्नलिखित होता है : 5

$$v_p = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}}$$

(ख) माध्य मुक्त पथ को परिभाषित कीजिए तथा मुक्त पथों का अतिजीविता समीकरण व्युत्पन्न कीजिए। 1+4

(ग) यदि $15°C$ पर ऑक्सीजन का श्यानता गुणांक $19.6 \times 10^{-6} kg\ m^{-2} s^{-1}$ हो तथा $\bar{v} = 436\ ms^{-1}$ हो और $n = 2.7 \times 10^{25} m^{-3}$ हो, तो ऑक्सीजन के परमाणुओं का व्यास परिकलित कीजिए। मान लीजिए कि गैस मैक्सवेल के गति वितरण नियम का अनुपालन करती है। 5

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

(क) सिद्ध कीजिए की आदर्श गैस के लिए समतापी संपीड्यता (β_T) और आयतन प्रसार गुणांक (α) निम्नलिखित द्वारा दिए जाते हैं :

$$\beta_T = \frac{1}{p} \text{ और } \alpha = \frac{1}{T}$$

(ख) रुद्धोष्म प्रक्रम और समतापी प्रक्रम में अंतर लिखिए। एक आदर्श गैस में रुद्धोष्म परिवर्तन होता है तथा इसके आयतन में V_1 से V_2 परिवर्तन होता है। इस गैस के लिए कार्य का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

(ग) ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम लिखिए। किसी आदर्श गैस के लिए मेयर का सूत्र व्युत्पन्न कीजिए। भौतिकी में इसका महत्व बताइये।

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

(क) सिद्ध कीजिए कॉर्नो इंजन की दक्षता का व्यंजक

$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ होता है।

(ख) केल्विन–प्लांक तथा क्लासीयस के ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम के कथन लिखिए तथा इनकी समानता सिद्ध कीजिए।

(ग) दो गैसों के मिश्रण के लिए प्रति मोल मिश्रण एन्ट्रॉपी परिकलित कीजिए।

5. किसी **एक** भाग का उत्तर लिखिए : 1×10=10

(क) विद्युत–चुम्बकीय विकिरण को अविभेद्य कणों के तंत्र के रूप में लेकर प्लांक नियम व्युत्पन्न कीजिए। 10

(ख) निम्नलिखित संबंध प्राप्त कीजिए : 10

$$S = k_B \ln W$$

जहाँ S एन्ट्रॉपी और W ऊष्मागतिकी प्रायिकता है।

× × × × ×