

**B.Sc. (Part – II) Examination, 2022**

(Three Year Scheme)

(10+2+3)

(Faculty of Science)

**PHYSICS****Paper-I****THERMODYNAMICS AND STATISTICAL PHYSICS**

Time : 3 Hours

Maximum Marks : 33

**Note :** (1) No supplementary answer-book will be given to any candidate. Hence the candidates should write the answer precisely in the main answer book only.

किसी भी परीक्षार्थी को पूरक उत्तर-पुस्तिका नहीं दी जायेगी। अतः परीक्षार्थियों को चाहिये कि वे मुख्य उत्तर-पुस्तिका में ही समस्त प्रश्नों के उत्तर लिखें।

(2) All the parts of one question should be answered at one place in the answer-book. One complete question should not be answered at different places in the answer-book.

किसी भी एक प्रश्न के अंतर्गत पूछे गए विभिन्न प्रश्नों के उत्तर, उत्तर-पुस्तिका में अलग-अलग स्थानों पर हल करने के बजाय एक ही स्थान पर हल करें।

(3) This Paper is divided into 5 questions, candidates are required to attempt five questions. First question will be Compulsory of nine marks comprising of six parts of short answer type with answer not exceeding half a page. In remaining part of papers two questions will be set from each unit with internal choice. Each question will carry six marks.

इस प्रश्न पत्र में 5 प्रश्न हैं। विद्यार्थी को सभी प्रश्न हल करने हैं। प्रथम प्रश्न 9 अंकों का है जो अनिवार्य है, जिसके 06 भाग हैं जिनका उत्तर आधे पृष्ठ से अधिक नहीं होना चाहिए। सभी 06 भाग समान अंक के हैं। प्रश्न पत्र के शेष भाग में प्रत्येक यूनिट से दो प्रश्न हैं, जिनमें से प्रत्येक यूनिट से एक प्रश्न हल करना है। इन सभी प्रश्नों के अंक समान हैं जो 6 अंकों के हैं।



1. Answer the following questions :

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

- (a) What do you mean by physical significance of entropy ?  
एन्ट्रॉपी की भौतिक साधकता समझाइये ।
- (b) What do you mean by micro states and macro states ?  
सूक्ष्म व स्थूल अवस्थाओं से आप क्या समझते हैं ।
- (c) Determine the temperature of inversion of Helium gas. [ $a = 0.0034 \text{ N-m}^4/\text{mol}^2$ ,  
 $b = 0.0237 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$ ,  $R = 8.31 \text{ J/mol-K}$ ]  
हीलियम गैस का व्युत्क्रमण ताप ज्ञात कीजिए ।  
[ $a = 0.0034 \text{ N-m}^4/\text{mol}^2$ ,  $b = 0.0237 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$ ,  $R = 8.31 \text{ J/mol-K}$ ]
- (d) Determine the specific heats  $C_p$ ,  $C_v$  and thermodynamic constant  $\gamma$  for diatomic gas  
द्विपरमाणुक गैस के लिए विशिष्ट ऊष्माओं  $C_p$ ,  $C_v$  तथा ऊष्मागतिक नियतांक  $\gamma$  का मान ज्ञात कीजिए ।
- (e) Define the importance and unit of  $\beta$ (beta) parameter.  
 $\beta$  (बीटा) प्राचल का महत्त्व और उसकी इकाई लिखिये ।
- (f) Discuss ortho and para hydrogen in brief.  
ऑर्थो एवं पैरा हाइड्रोजन को संक्षेप में समझाइये ।

### UNIT - I / यूनिट - I

2. (a) What do you mean by partition function ? Express mean energy and entropy in terms of partition function. 3

संवितरण फलन किसे कहते हैं ? माध्य ऊर्जा तथा एन्ट्रॉपी को संवितरण फलन के रूप में व्यक्त कीजिए ।

- (b) Derive Clausius Claperyon equation 3

$$\frac{\partial P}{\partial T} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)}$$

where symbols have standard meanings.

क्लॉसियस क्लैपेरोन समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए

$$\frac{\partial P}{\partial T} = \frac{L}{T(V_2 - V_1)}$$

जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ हैं ।

OR/अथवा

- (a) Describe Carnot cycle and deduce the expression for the efficiency of Carnot's engine. Show that the efficiency depends only on the temperature of source and sink and not on the working substance. 4

कार्नो चक्र का वर्णन कीजिए तथा कार्नो इंजन की दक्षता का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। सिद्ध कीजिए कि कार्नो इंजन की दक्षता केवल स्रोत व सिंक के ताप पर निर्भर करती है, कार्यकारी पदार्थ पर नहीं।

- (b) Calculate the increase in pressure when water freezes at  $-1^{\circ}\text{C}$ . 2

[Density of ice =  $0.91\text{ gm/cm}^3$  and latent heat of ice =  $336\text{ J/gm}$ ]

उस दाब वृद्धि की गणना कीजिए जब पानी  $-1^{\circ}\text{C}$  पर बर्फ में परिवर्तित हो।

[बर्फ का घनत्व =  $0.91\text{ ग्राम/सेमी}^3$  तथा बर्फ की गुप्त ऊष्मा =  $336\text{ जूल/ग्राम}$ ]

## UNIT - II / यूनिट - II

3. (a) Explain the method of production of low temperature using adiabatic demagnetisation. Draw the necessary diagram also. 4

न्यूनताप उत्पादन की रुद्धोष्म विचुम्बकन विधि की व्याख्या कीजिए। आवश्यक चित्र भी बनाइये।

- (b) Describe the difference between the behaviour of He-I and He-II and explain superfluidity. 2

हीलियम I तथा हीलियम II के व्यवहार में अन्तर स्पष्ट करते हुए अति तरलता को समझाइये।

### OR/अथवा

- (a) What is mean free path? Obtain expression for it. How does it depend on density, temperature and pressure of a gas? 4

माध्य मुक्त पथ क्या है? इसके लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। यह गैस के घनत्व, ताप एवं दाब पर कैसे निर्भर करता है?

- (b) Density of a gas at STP is  $1.2504\text{ kg/m}^3$ . Calculate RMS, average and most probable speed of gas molecule. 2

मानक ताप व दाब पर किसी गैस का घनत्व  $1.2504\text{ किग्रा/मी.}^3$  है। इसके अणुओं की र्ग माध्य मूल, औसत तथा अधिकतम प्रसम्भाव्य चाल की गणना कीजिए।

UNIT - III / यूनिट - III

4. (a) Prove that the partition function for monoatomic ideal gas is 3

$$Z = \frac{V}{h^3} (2\pi mkT)^{3/2}$$

सिद्ध कीजिए कि एक परमाणुक आदर्श गैस के लिए संवितरण फलन का मान होगा

$$Z = \frac{V}{h^3} (2\pi mkT)^{3/2}$$

- (b) A system has three different energy states  $E_1 = 0$ ,  $E_2 = 1.38 \times 10^{-21}$  J and  $E_3 = 2.76 \times 10^{-21}$  J. These three states can occur in 2, 5 and 4 different ways respectively. Find the probability that at temperature 100 K the system may be in energy state  $E_3$  and ground state. 3

किसी निकाय के तीन विभिन्न ऊर्जा स्तर  $E_1 = 0$ ,  $E_2 = 1.38 \times 10^{-21}$  जूल तथा  $E_3 = 2.76 \times 10^{-21}$  जूल हैं। ये तीनों स्तर क्रमशः 2, 5 व 4 विभिन्न प्रकार से प्राप्त होते हैं। 100 K ताप पर निकाय के  $E_3$  व मूल अवस्था में होने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए।

OR/अथवा

- (a) Establish barometric equation on the basis of Maxwell Boltzman Statistics. 4  
मैक्सवेल बोल्ट्जमान सांख्यिकी के आधार पर वायुदाब समीकरण स्थापित कीजिए।
- (b) The relative probability of two states having energy difference of  $4.8 \times 10^{-21}$  J is  $e^2$ . Calculate the temperature. 2  
 $4.8 \times 10^{-21}$  जूल ऊर्जा अन्तर के दो स्तरों की सापेक्षिक प्रायिकता  $e^2$  है। ताप की गणना कीजिए।

UNIT - IV / यूनिट - IV

5. (a) Derive the Bose-Einstein distribution law. 4  
बोस-आइंस्टीन वितरण नियम की स्थापना कीजिए।
- (b) Write the postulates of quantum statistics. 2  
क्वांटम सांख्यिकी के अभिगृहीत लिखिये।

OR/अथवा

- (a) Differentiate between Fermi-Dirac and Bose-Einstein statistics. 3  
फर्मी-डिराक तथा बोस-आइंस्टीन सांख्यिकी में अन्तर लिखिए।
- (b) Derive vibrational partition function for a diatomic molecule. 3  
एक द्विपरमाणुक अणु के लिए कम्पन विभाजन फलन हेतु व्यंजक प्राप्त कीजिए।