Unit I

इकाई I

2. (a) What is a heat engine ? Derive an expression for the efficiency of a Carnot heat engine and explain on what factors does it depend. **7**

ऊष्मा इंजन क्या है ? कार्नोट ऊष्मा इंजन की दक्षता के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए और समझाइये कि यह किन कारकों पर निर्भर करता है ।

(b) A carnot heat engine absorbs 1000 J of heat from a reservoir at 127°C and rejects 600 J of heat during each cycle.

Calculate : **3**

(i) Thermal efficiency of heat engine.

(ii) The temperature of the sink.

(iii) Amount of useful work done in each cycle.

No. of Printed Pages : 11 Roll No. .....

46668

B.Sc. (NEP-2020) EXAMINATION, 2026

(Third Semester)

THERMODYNAMICS AND STATISTICAL PHYSICS

B23-PHY-301

Time : 3 Hours] [*Maximum Marks :* 50

Before answering the question-paper, candidates must ensure that they have been supplied with correct and complete question-paper. No complaint, in this regard will be entertained after the examination.

Note : Attempt *Five* questions in all, selecting *one* question from each Unit. Q. No. **1** is compulsory. All questions carry equal marks.

Letters and symbols used have their usual meaning unless stated otherwise. Use of Scientific (non-programmable) calculator is allowed.

प्रत्येक इकाई में से **एक** प्रश्न चुनते हुए, कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर दीजिए । प्रश्न क्र. **1** अनिवार्य है । सभी प्रश्नों के अंक समान हैं । प्रयुक्त अक्षरों और प्रतीकों का सामान्य अर्थ है, जब तक कि अन्यथा न कहा गया हो । वैज्ञानिक (गैर-प्रोग्रामेबल) कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है ।

Compulsory Question (अनिवार्य प्रश्न)

1. (a) Define first law of thermodynamics and discuss its limitations. **2½**

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम को परिभाषित कीजिए और इसकी सीमाओं पर चर्चा कीजिए।

(b) What are thermodynamical functions ? Also explain the importance of thermodynamical functions. **2½**

ऊष्मागतिकीय फलन क्या हैं ? ऊष्मागतिकीय फलनों के महत्व को समझाइये ।

(c) Differentiate between macrostate and microstate, explain with suitable examples. **2½**

मैक्रोस्टेट और माइक्रोस्टेट के बीच अंतर स्पष्ट कीजिए, उपयुक्त उदाहरणों सहित समझाइये ।

(d) What are different types of statistics ? Also discuss their basic assumptions. **2½**

विभिन्न प्रकार के सांख्यिकी क्या हैं और उनकी मूल मान्यताओं पर चर्चा कीजिए ।

(b) For real gas, show that the rate of change of internal energy (U) decreases with increase in volume (V). **4**

वास्तविक गैस के लिए, दिखाइए कि आंतरिक ऊर्जा (U) की परिवर्तन दर आयतन (V)) में वृद्धि के साथ घटती है ।

Unit III

इकाई III

6. (a) Calculate the total number of macrostates and microstates when four distinguishable and indistinguishable particles are distributed in two compartments of equal size. **6**

चार विभेद्य और अविभेद्य कणों को समान आकार के दो डिब्बों में वितरित करने पर कुल मैक्रोस्टेट और माइक्रोस्टेट की संख्या की गणना कीजिए ।

एक कार्नोट ऊष्मा इंजन प्रत्येक चक्र में 127°C के एक संग्राहक से 1000 J ऊष्मा अवशोषित करता है और 600 J ऊष्मा त्यागता है ।

गणना कीजिए :

(i) ऊष्मा इंजन की तापीय दक्षता ।

(ii) सिंक का तापमान ।

(iii) प्रत्येक चक्र में किए गए उपयोगी कार्य की मात्रा ।

3. (a) What do you mean by entropy ? Using T-S diagram, prove that area under it represents the total available energy. **5**

एन्ट्रॉपी से आप क्या समझते हैं ? T-S आरेख का उपयोग करते हुए सिद्ध कीजिए कि इसके अंतर्गत क्षेत्रफल कुल उपलब्ध ऊर्जा को दर्शाता है ।

(b) Define third law of thermodynamics and discuss its physical significance. **3**

ऊष्मागतिकी के तृतीय नियम को परिभाषित कीजिए और इसके भौतिक महत्व पर चर्चा कीजिए ।

(c) Calculate the change in entropy when 10 kg of water at 100°C is converted into steam at same temperature. Given : Latent heat of water L = 540 cal gm. **2**

एन्ट्रॉपी में परिवर्तन की गणना कीजिए जब 100°C पर 10 किलोग्राम पानी को समान तापमान पर भाप में परिवर्तित किया जाता है । दिया गया : पानी की गुप्त ऊष्मा L = 540 कैलोरी/ग्राम ।

Unit II

इकाई II

4. Derive Maxwell's thermodynamical relations using the following thermodynamical functions :

(i) Enthalpy (H). **5**

(ii) Helmholtz function (F). **5**

निम्नलिखित ऊष्मागतिकीय फलनों का उपयोग करके मैक्सवेल के ऊष्मागतिकीय सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए :

(i) एन्थैल्पी (H) ।

(ii) हेल्महोल्ट्ज फलन (F) ।

5. (a) Using Maxwell's thermodynamical relation, derive Stefan's law. **6**

मैक्सवेल के ऊष्मागतिकीय सम्बन्ध का उपयोग करके, स्टीफन के नियम को व्युत्पन्न कीजिए ।

(b) What is most probable macrostate ? How this state determines the behavior of a system in equilibrium ? **4**

सबसे संभावित मैक्रोस्टेट क्या है ? यह अवस्था किस प्रकार संतुलन में एक प्रणाली के व्यवहार को निर्धारित करती है ।

7. (a) Define phase space and momentum space. Determine the number of phase space cells in the momentum interval p to $p + dp$. **6**

फेज स्पेस और मोमेंटम स्पेस को परिभाषित कीजिए । मोमेंटम अंतराल p से $p + dp$ में फेज स्पेस सेलों की संख्या निर्धारित कीजिए ।

(b) Derive Maxwell-Boltzmann relation for the energy distribution of an ideal gas equilibrium. **4**

एक आदर्श गैस संतुलन के लिए ऊर्जा वितरण के लिए मैक्सवेल-बोल्ट्जमैन सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए ।

Unit IV

इकाई IV

8. (a) Apply Fermi-Dirac distribution law to derive the energy distribution of free electrons inside a conductor. **7**

एक चालक के अंदर मुक्त इलेक्ट्रॉनों के ऊर्जा वितरण को व्युत्पन्न करने के लिए फर्मी-डिराक वितरण नियम लागू कीजिए ।

(b) What is zero point energy ? Do electrons have zero point energy at 0°K ? Why ? **3**

शून्य बिंदु ऊर्जा क्या है ? क्या इलेक्ट्रॉनों में 0°K पर शून्य बिंदु ऊर्जा होती है ? क्यों ?

9. (a) What is Bose-Einstein statistics ? Derive the Bose-Einstein distribution law for bosons. **6**

बोस-आइंस्टीन सांख्यिकी क्या है ? बोसॉनों के लिए बोस-आइंस्टीन वितरण नियम व्युत्पन्न कीजिए ।

(b) Using Bose-Einstein distribution law, derive Planck's radiation law for a black body. **4**

बोस-आइंस्टीन वितरण नियम का उपयोग करते हुए, एक कृष्णिका के लिए प्लैंक के विकिरण नियम को व्युत्पन्न कीजिए ।

❖❖❖❖❖❖❖