

# PHYSICS

## First Paper : Thermodynamics and Statistical Physics

Time Allowed : Three Hours

Maximum marks : 50

### PART-A

1. What is infinitesimal general interaction and infinitesimal quasi-static process?  
अत्यणु व्यापक (सामान्य) अन्योन्य क्रिया और अनन्त सूक्ष्म स्थैतिक कल्प प्रक्रम क्या होते हैं?
2. Distinguish between the mean velocity and most probable velocity of gas molecules.  
गैस के अणुओं के माध्य वेग तथा सर्वाधिक प्रसंभाव्य वेग में अन्तर बताइये।
3. Why  $H_2$  and He show heating at normal temperature?  
सामान्य ताप पर हाइड्रोजन एवं हीलियम तापने प्रभाव क्यों प्रदर्शित करती है?
4. How would one distinguish between He I and He II?  
He I व He II में अन्तर कैसे करते हैं?
5. Name the statistics obeyed by the following systems -  
(a) Electron (b) Photon (c) Phonon  
निम्न द्वारा मान्य सांख्यिकी का नाम लिखिए -  
(अ) इलेक्ट्रॉन (ब) फोटॉन (स) फोनोन
6. How the mean free path varies with density, temperature and pressure of gas?  
गैस के घनत्व, ताप व दाब के साथ माध्य मुक्त पथ कैसे निर्भर करता है?
7. Calculate the J.T. coefficient for an Ideal gas?  
आदर्श गैस के लिए जूल थॉमसन गुणांक की गणना कीजिए।
8. Describe Gibb's free energy. गिब्स मुक्त ऊर्जा की विवेचना कीजिये।
9. What is being transported in viscosity, thermal conduction and diffusion?  
श्यानता, ऊष्मीय चालन व विसरण में क्या अभिगमन होता है?
10. Define the Kelvin's absolute thermodynamic scale of temperature?  
केल्विन के ताप की परम ऊष्मागतिक पैमाने की परिभाषा लिखो।

## PART-B

11. For infinitesimal quasi static process prove that the change in entropy depends only upon initial and final state of the system.  
अनन्त सूक्ष्म स्थैतिक कल्प प्रक्रम के लिए सिद्ध कीजिए कि एन्ट्रॉपी परिवर्तन का मान स्थूल निकाय के केवल प्रारम्भिक व अन्तिम अवस्थाओं पर निर्भर करता है।

Or

Prove that for molecules of a gas, the most probable, speed  $C_m$  and root mean square speed  $C_{rms}$  are related in the following ways  
सिद्ध कीजिए कि किसी गैस के अणुओं के सर्वाधिक प्रसम्भाव्य चाल  $C_m$  व वर्ग माध्य मूल्य चाल  $C_{rms}$  में निम्न सम्बन्ध है -

$$C_m^2 = \frac{2}{3} C_{rms}^2$$

12. Using Maxwell's thermo dynamical relation derive Clausius Claperyon equation. Use it to explain the effect of pressure on melting and boiling points of solids and liquids.

मैक्सवेल ऊष्मागतिक समीकरण की सहायता से क्लासियस क्लेपीरॉन समीकरण व्युत्पन्न कीजिए तथा इसका उपयोग करते हुए ठोसों व द्रवों के गलनांक व क्वथनांक पर दाब के प्रभाव को समझाइये।

Or

The efficiency of carnot engine is 40% and the temperature of its sink is  $27^\circ\text{C}$ . To get its efficiency to 50%, determine -

- How much the temperature of source must be increased, keeping the temperature of sink constant?
- How much the temperature of sink must be reduced, keeping the temperature of source constant?

एक कार्नो इंजन की दक्षता 40% है एवं इसके सिंक का ताप  $27^\circ$  है। इसकी दक्षता 50% करने के लिए ज्ञात कीजिए -

- सिंक के ताप को नियत रखकर स्रोत के ताप को कितना बढ़ाना होगा?
- स्रोत के ताप को नियत रखकर सिंक के ताप को कितना बढ़ाना होगा?

13. Establish relation between thermo dynamic probability and entropy.  
ऊष्मागतिक प्रायिकता व एन्ट्रॉपी में सम्बन्ध स्थापित कीजिए?

Or

The single particle partition function of a system of  $N$  distinguishable particles is  $Z = CVT^{3/2}$ , where  $C$  is constant. Calculate the mean internal energy and mean pressure of the system.

विभेद कणों के निकाय के प्रत्येक कण का संगत संवितरण फलन  $Z = CVT^{3/2}$  है, जहाँ  $C$ , एक नियतांक है। निकाय की माध्य आन्तरिक ऊर्जा व माध्य दाब ज्ञात करो।

14. Explain anomaly of specific heat for metals.  
धातुओं की विशिष्ट ऊष्मा में विसंगति को समझाइए।

Or



Give three failures of classical statistics.

चिरसम्मत सांख्यिकी की तीन असफलताएँ दीजिए।

15. (a) Write the names of four major methods for production of very low temperatures.

अति निम्न तापों के उत्पादन के लिए प्रमुख चार विधियों के नाम लिखिए।

- (b) Write the names of four main thermodynamic potentials.

मुख्य चार ऊष्मागतिक विभवों के नाम लिखिए।

Or

Prove the equivalence of thermo dynamical temperature scale to ideal gas temperature scale.

ऊष्मागतिक ताप पैमाना की आदर्श गैस ताप पैमाने से तुल्यता सिद्ध कीजिए।

### PART-C

#### UNIT-I

16. Prove that the efficiency of ideal Carnot's engine  $\eta = 1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)^{r-1}$ , where  $\rho$  is adiabatic expansion ratio.

सिद्ध कीजिए के आदर्श कार्नो इन्जन की दक्षता  $\eta = 1 - \left(\frac{1}{\rho}\right)^{r-1}$  जहाँ  $\rho$  रुद्धोष्म प्रसार अनुपात है।

Or

Prove that -

$$dn = 4 \times n \left( \frac{m}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{mc^2}{2KT}} c^2 dc$$

is the number of molecules in a gas having velocity range  $c$  and  $c + dc$ .

सिद्ध करो कि चाल  $c$  व  $c + dc$  में किसी गैस के अणुओं की संख्या होता है-

$$dn = 4 \times n \left( \frac{m}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{mc^2}{2KT}} c^2 dc$$

#### UNIT-II

17. Using Maxwell's equation derive an expression for ratio of adiabatic and isothermal coefficients of elasticities.

मैक्सवेल समीकरणों का प्रयोग करते हुए गैस के रुद्धोष्म व समतापी प्रत्यास्थता गुणांको के अनुपात का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

Or

Derive an expression for Joule - Thomson's expansion for Vander Waal's gas.

वान्डर वाल्स गैस के लिए जूल थॉमसन प्रसार गुणांक का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

### UNIT-III

18. Derive Bose Einstein distribution law. Hence calculate the partition function. बोस आइन्सटीन वितरण नियम को व्युत्पन्न कीजिए एवं संवितरण फलन की गणना कीजिए।

Or

What is Plank's quantum hypothesis with reference to radiation? Derive Plank's radiation law.

प्लांक की विकिरण सम्बन्धी क्वान्टम परिकल्पना क्या है? प्लांक के विकिरण सूत्र को व्युत्पन्न कीजिए।