

PH-05**Thermal and Statistical Physics**

(ऊष्मागतिकी तथा सांख्यिकीय भौतिकी)

Bachelor of Science (BSC-12/16)**Second Year, Examination, 2017****Time : 3 Hours****Max. Marks : 40**

Note : This paper is of **forty (40)** marks containing **three (03)** Sections A, B and C. Learners are required to attempt the questions contained in these Sections according to the detailed instructions given therein.

नोट : यह प्रश्न पत्र चालीस (40) अंकों का है जो तीन (03) खण्डों 'क', 'ख' तथा 'ग' में विभाजित है। शिक्षार्थियों को इन खण्डों में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

Section-A / खण्ड-क**(Long Answer Type Questions) / (दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)**

Note : Section 'A' contains four (04) long answer type questions of nine and half ($9\frac{1}{2}$) marks each. Learners are required to answer *two* (02) questions only.

नोट : खण्ड 'क' में चार (04) दीर्घ उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं।
प्रत्येक प्रश्न के लिए साढ़े नौ ($9\frac{1}{2}$) अंक निर्धारित हैं।
शिक्षार्थियों को इनमें से केवल दो (02) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Explain the concept of Thermal Energy of a system and formulate the First Law of Thermodynamics. Also explain its physical significance. For an ideal gas, prove thermodynamically that :

$$C_p - C_v = R$$

where symbols have their usual meaning.

ऊष्मा उर्जा संकल्पना का वर्णन कीजिये तथा ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम की व्याख्या कीजिये। इसका क्या भौतिक महत्व है, समझाइये ? एक आदर्श गैस के लिए सिद्धि कीजिए कि :

$$C_p - C_v = R$$

जहाँ संकेतों का प्रचलित अर्थ है।

2. Discuss briefly about the various methods for producing very low temperature.
अति निम्न तापमान उत्पन्न करने की विभिन्न विधियों का संक्षेप में वर्णन कीजिये।
3. Show that the number of molecules in a cell of energy ϵ_i in the equilibrium state is given by :

$$n_i = A e^{-\frac{\epsilon_i}{kT}}$$

where A is a constant.

दर्शाए कि, साम्य स्थितियों में, एक ϵ_i वाले ऊर्जा कक्ष में, अणुओं की संख्या :

$$n_i = Ae^{-\frac{\epsilon_i}{kT}} \text{ होगी।}$$

जहाँ A एक स्थिरांक है।

4. Apply Bose-Einstein statistics to Photon gas and hence derive the Planck's law for the spectral distribution of energy in black-body radiations.

फोटोन गैस पर बोस-आइंस्टीन सांख्यिकी का अनुप्रयोग कीजिये। एक कृष्णिका विकिरण के लिए प्लांक नियम को सिद्ध कीजिये।

Section-B / खण्ड-ख

(Short Answer Type Questions) / (लघु उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'B' contains eight (08) short answer type questions of four (04) marks each. Learners are required to answer *four* (04) questions only.

नोट : खण्ड 'ख' में आठ (08) लघु उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए चार (04) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल चार (04) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Discuss Second Law of Thermodynamics. Give the Kelvin-Planck and Claussius statement of Second Law of Thermodynamics.

ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम का वर्णन कीजिए। इसकी केल्विन-प्लांक तथा क्लासियस द्वारा दी गयी परिभाषाएँ दीजिये।

2. Define micro state and macro state and explain the difference between them.

सूक्ष्म अवस्था तथा स्थूल अवस्था को परिभाषित कीजिये तथा उनके बीच का अंतर समझाइए।

3. State and prove the law of equipartition of energy.

ऊर्जा संविभाजन नियम को परिभाषित तथा सिद्ध कीजिए।

4. Compare the basic postulates of Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac statistics.

मैक्सवेल-बोल्ट्जमान, बोस-आइंस्टीन तथा फर्मी-डिराक सांख्यिकी की मूल अवधारणाओं की तुलना कीजिए।

5. The efficiency of a Carnot's cycle is $1/6$. If on reducing the temperature of the sink by 65°C , the efficiency becomes $1/3$, find the initial and final temperature between which the cycle is working.

एक कार्नोट चक्र की दक्षता $1/6$ है। सिंक तापमान को 65°C घटाने पर दक्षता $1/3$ हो जाती है। प्रारम्भिक तथा अंतिम तापमान का आकलन कीजिए जिनके बीच में उपर्युक्त चक्र कार्य कर रहा था।

6. Assume that tungsten having density 19.3 gm/cc and 183.8 atomic weight, there are two free electrons per atom. Calculate the electron density and the corresponding Fermi energy.

टंगस्टन का घनत्व 19.3 gm/cc तथा परमाणु भार 183.8 है। इसके एक परमाणु में दो मुक्त इलेक्ट्रॉनों को मानते हुए इलेक्ट्रॉन ऊर्जा तथा फर्मी ऊर्जा का मान निकालिए।

7. Obtain an expression for the entropy of a perfect gas.
एक आदर्श गैस की एन्ट्रॉपी के लिए उपयुक्त expression प्राप्त कीजिये।
8. At what temperature will the average speed of molecules of hydrogen gas doubles the speed of molecules of oxygen gas at 300K.
किस तापमान पर हाइड्रोजन गैस के अणुओं की औसत चाल ऑक्सीजन गैस के 300K पर औसत चाल से दुगनी हो जायेगी।

Section-C / खण्ड-ग

(Objective Type Questions) / (वस्तुनिष्ठ प्रश्न)

Note : Section 'C' contains ten (10) objective type questions of half $\frac{1}{2}$ mark each. All the questions of this Section are compulsory.

नोट : खण्ड 'ग' में दस (10) वस्तुनिष्ठ प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए आधा $\frac{1}{2}$ अंक निर्धारित है। इस खण्ड के सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

Choose the correct option.

सही विकल्प चुनिए।

- Which of the following is not the basic property of a Fermion ?
 - They follow Pauli-Exclusion principle
 - They are identical
 - Their spin is odd half integral
 - Wave functions are isolated

निम्नलिखित में से कौन सा फर्मियानों का गुण नहीं है ?

- (अ) पाउली सिद्धान्त की प्रतिपूर्ति
- (ब) अभेद्यता
- (स) स्पिन का विषम अर्ध पूर्णांक होना
- (द) वेव फंक्शन का एकाकी होना

2. The phenomena of superfluidity is a consequence of :

- (a) B-E statistics
- (b) M-B statistics
- (c) F-D statistics
- (d) None of the above

अति-तरलता निम्न में से किसका परिणाम है ?

- (अ) बोस-आइंस्टीन सांख्यिकी
- (ब) मैक्सवेल-बोल्ट्जमान सांख्यिकी
- (स) फर्मी-डिराक सांख्यिकी
- (द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

3. What is the probability that energy state at $E = E_F$ is occupied in metals, at a temperature other than absolute zero ?

- (a) 0.0
- (b) 0.25
- (c) 0.50
- (d) 1.0
- (e) 1.5

किसी धातु में परम ताप से भिन्न किसी तापमान पर, ऊर्जा स्तर $E = E_F$ के भरे होने की प्रायिकता क्या होगी ?

- (अ) 0.0
- (ब) 0.25
- (स) 0.50
- (द) 1.0
- (य) 1.5

4. A reversible cycle has the following processes :

- (a) 4 isothermal processes
- (b) 4 adiabatic processes
- (c) 2 isothermal and 2 adiabatic processes
- (d) None of the above

एक व्युत्क्रमणीय चक्र में निम्नलिखित प्रक्रम होते हैं :

- (अ) 4 समतापी प्रक्रम
- (ब) 4 रुद्धोष्म प्रक्रम
- (स) 2 समतापी और 2 रुद्धोष्म प्रक्रम
- (द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

5. On which factor does the average kinetic energy of gas molecules depend ?

- (a) Nature of the gas
- (b) Temperature
- (c) Volume
- (d) Mass

गैस के अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा किस कारक पर निर्भर करेगी ?

- (अ) गैस की प्रकृति
- (ब) तापमान
- (स) आयतन
- (द) द्रव्यमान

6. A bulb contains one mole of hydrogen mixed with one mole of oxygen at temperature T . The ratio of r.m.s. values of velocity of hydrogen molecules to that of oxygen molecules is :

- (a) 1 : 16
- (b) 1 : 4
- (c) 4 : 1
- (d) 16 : 1

एक पात्र में एक मोल हाइड्रोजन तथा एक मोल ऑक्सीजन T तापमान पर मिश्रित की जाती है। हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के वर्ग-माध्य मूल वेग का अनुपात होगा :

- (अ) 1 : 16
- (ब) 1 : 4
- (स) 4 : 1
- (द) 16 : 1

7. does not require bulk motion.

- (a) Viscosity
- (b) Conduction
- (c) Diffusion
- (d) None of the above

..... के लिए संपूर्ण परिमाण गति की आवश्यकता नहीं है।

- (अ) श्यानता
- (ब) चालन
- (स) फैलाव
- (द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

8. Helium initially at 15°C , expanded to 8 times of its volume. If $r = 1.66$, the fall in temperature will be :

- (a) 231°C
- (b) 216°C
- (c) Temperature will not change
- (d) None of the above

हीलियम गैस का आयतन, जिसका कि प्रारम्भिक तापमान 15°C था, 8 गुना बढ़ाया जाता है। यदि $r = 1.66$, तो तापमान में कमी का मान होगा :

- (अ) 231°C
- (ब) 216°C
- (स) तापमान नहीं बदलेगा
- (द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

9. Which of the following is not a property of the system ?

- (a) Temperature
- (b) Pressure
- (c) Specific volume
- (d) Heat
- (e) None of the above

निम्नलिखित में से कौन सा एक निकाय का गुण नहीं है ?

- (अ) तापमान
- (ब) दाब
- (स) विशिष्ट आयतन
- (द) ऊष्मा
- (य) उपर्युक्त में से कोई नहीं

10. When the heat transfer into a system is more than the work transfer out of the system, then :

- (a) the internal energy of the system remains constant
- (b) the internal energy of the system decreases
- (c) the internal energy of the system increases
- (d) None of the above

यदि एक निकाय के अन्दर ऊष्मा परिवर्तन, निकाय के बाहर को कार्य परिवर्तन से ज्यादा हो, तो :

- (अ) निकाय की आंतरिक ऊर्जा स्थिर रहती है
- (ब) निकाय की आंतरिक ऊर्जा घटती है
- (स) निकाय की आंतरिक ऊर्जा बढ़ती है
- (द) उपर्युक्त में से कोई नहीं