6414

THE VIDYARTHI

B. Sc. (Fourth Semester) EXAMINATION, 2018

PHYSICS

Paper Third

(Statistical Mechanics)

Time : Three Hours] [*Maximum Marks : 60*

Note : This question paper consists of three Sections. Section A consists of *twelve* objective type questions bearing 1 mark each. All questions of this Section are compulsory. Section B consists of six short answer type questions bearing 6 marks each. Attempt any *four* questions from this Section. Section C consists of four long answer type questions bearing 12 marks each. Attempt any *two* questions from this Section. Questions are to be attempted sequentially as far as possible. Symbols have their usual meanings.

इस प्रश्न-पत्र में तीन खण्ड हैं। खण्ड 'अ' में बारह (प्रत्येक 1 अंक का) वस्तुनिष्ठ प्रकार के प्रश्न हैं। इस खण्ड के सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। खण्ड 'ब' में छः लघु उत्तरीय प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 6 अंक का है। इस खण्ड से किन्हीं चार

प्रश्नों के उत्तर दीजिए। खण्ड 'स' में चार दीर्घ उत्तरीय प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न 12 अंकों का है। इस खण्ड से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए। जहाँ तक सम्भव हो प्रश्नों के उत्तर क्रमवार दीजिए। प्रतीकों के अपने सामान्य अर्थ हैं।

Section—A 1 each

(खण्ड—अ)

Objective Type Questions

(वस्तुनिष्ठ प्रश्न)

1. According to the following Statistics the identical particles are indistinguishable :

   (a) M. B. and B. E. Statistics

   (b) B. E. and F. D. Statistics

   (c) M. B. and F. D. Statistics

   (d) None of the above

   निम्नलिखित सांख्यिकी के अनुसार समान कण अविभेदनीय हैं :

   (अ) M. B. और B. E. सांख्यिकी

   (ब) B. E. और F. D. सांख्यिकी

   (स) M. B. और F. D. सांख्यिकी

   (द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

THE VIDYARTHI

2. The value of β is :

   (a) kT

   (b) $\frac{k}{T}$

   (c) $\frac{T}{k}$

   (d) $(kT)^{1}$

β का मान है

(अ) kT

(ब) $\frac{k}{T}$

(स) $\frac{T}{k}$

(द) $(kT)^{-1}$

3. The electrons are :

(a) Fermions

(b) Bosons

(c) Phonons

(d) Photons

THE VIDYARTHI

इलेक्ट्रॉन हैं

(अ) फर्मीआन्स

(ब) बोसोन्स

(स) फोनोन्स

(द) फोटोन्स

4. The value of $\ln(P!)$ is :

(a) $P \ln(P)$

(b) $P \ln(P) + P$

(c) $P \ln(P) - P$

(d) $\ln(P) - P$

Here P is a very large number.

ln(P!) का मान है :

(अ) P ln(P)

(ब) P ln(P) + P

(स) P ln(P) – P

(द) ln(P) – P

THE VIDYARTHI

यहाँ P बहुत बडी संख्या है।

5. According to Third Law of Thermodynamics values of S (entropy) and Γ (number of microstates) of a system at absolute zero temperature respectively will be :

(a) 0 and 1

(b) 1 and 1

(c) 0 and 0

(d) 1 and 0

ऊष्मागतिकी के तृतीय नियमानुसार परमशून्य तापमान पर एक निकाय के S (एन्ट्रॉपी) और Γ (माइक्रोस्टेट्स की संख्या) का क्रमशः मान होगा :

(अ) 0 और 1

(ब) 1 और 1

(स) 0 और 0

(द) 1 और 0

6. The value of $\frac{\sqrt{\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2}}{\langle N \rangle}$ is :

(a) $\sqrt{N}$

(b) $\frac{1}{\sqrt{N}}$

(c) N

(d) $\frac{1}{N}$

$\frac{\sqrt{\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2}}{\langle N \rangle}$ का मान है :

(अ) $\sqrt{N}$

(ब) $\frac{1}{\sqrt{N}}$

(स) N

(द) $\frac{1}{N}$

THE VIDYARTHI

7. Superfluidity is connected to :

(a) Fermions

(b) Bosons

(c) Electrons

(d) None of the above

अतितरलता का सम्बन्ध है :

(अ) फर्मीऑन्स से

(ब) बोसोन्स से

(स) इलेक्ट्रॉन्स से

(द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

8. Canonical ensemble is defined using constant value of the following thermodynamical parameters

(a) N, V, E

(b) N, V, T

(c) μ V, T

(d) All the above (a, b and c)

निम्नलिखित ऊष्मागतिकीय राशियो के नियत मान से कैनोनिकल ऐन्सेम्बल को परिभाषित किया जाता है

(अ) N, V, E

(ब) N, V, T

(स) μ, V, T

(द) उपर्युक्त सभी (अ, ब तथा स)

THE VIDYARTHI

9. The phase points of an oscillator, having constant value of every, may lie on :

(a) an ellipse

(b) a line

(c) a cone

(d) a parabola

एक नियत ऊर्जा वाले दोलक के कला बिन्दु (फेस प्वाइट्स) स्थित होंगे :

(अ) एक दीर्घवृत्त पर

(ब) एक रेखा पर

(स) एक शंकु पर

(द) एक परवलय पर

10. The partition function Z is defined as :

(a) $Z = e^{-\beta E_i}$

(b) $Z = e^{\beta E_i}$

(c) $Z = \sum_i e^{-\beta E_i}$

(d) $Z = \sum_i e^{\beta E_i}$

विभाजन (पार्टीशन) फलन (Z) को इस प्रकार परिभाषित करते है

(अ) $Z = e^{-\beta E_i}$

(ब) $Z = e^{\beta E_i}$

(स) $Z = \sum_i e^{-\beta E_i}$

(द) $Z = \sum_i e^{\beta E_i}$

THE VIDYARTHI

11. The Helmholtz force energy of a stable system under equilibrium may be :

(a) Positive and maximum

(b) Negative and minimum

(c) Both (a) and (b) are true

(d) None of the above

एक स्थिर निकाय के साम्यावस्था में हेल्महोल्ट्ज मुक्त ऊर्जा का मान होगा :

(अ) धनात्मक व अधिकतम

(ब) ऋणात्मक व न्यूनतम

(स) (अ) और (ब) दोनो सही है

(द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

12. According to ensemble theory :

(a) time average and ensemble average of a physical quantity will be same.

(b) time average will be greater to ensemble average of the physical quantity.

(c) ensemble average will be greater to time average of the physical quantity.

(d) None of the above

THE VIDYARTHI

एन्सेम्बल सिद्धान्त के अनुसार :

(अ) एक भौतिक राशि का काल माध्य मान एन्सेम्बल माध्य के बराबर होता है।

(ब) एक भौतिक राशि का काल माध्य मान एन्सेम्बल माध्य से बड़ा होता है।

(स) भौतिक राशि का एन्सेम्बल माध्य का मान काल माध्य से ज्यादा होगा।

(द) उपर्युक्त में से कोई नहीं

THE VIDYARTHI

6 each

Section—B

(खण्ड- ब)

Short Answer Type Questions

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

1. Calculate ω_0 (area corresponding to a phase point) for a one-dimensional harmonic oscillator.
   एक-विमीय आवर्ती दोलक हेतु ω_0 (एकल कला बिन्दु हेतु क्षेत्रफल) की गणना कीजिए।

2. Derive condition of chemical equilibrium between two systems.
   दो निकायो के मध्य रासायनिक साम्यावस्था हेतु शर्त को प्राप्त कीजिए।

3. Show that canonical ensemble is equivalent to Micro Canonical ensemble
   दर्शाइये कि कैनोनिकल एन्सेम्बल, माइक्रोकेनोनिकल एन्सम्बल के समान है।

4. Compare most probable speed, average speed and r. m. s. speed.
   सर्वाधिक संभव चाल, माध्य चाल व वर्ग माध्य मूल चाल मे तुलना कीजिए।

5. Compare M. B., B. E. and F. D. Statistics.
   M. B. तथा B. E. तथा F. D. सांख्यिकी में तुलना कीजिए।

6. What do you understand by superfluidity ? Discuss condition of superfluidity.
   अतितरलता से आप क्या क्या समझते है ? अतितरलता की शर्त बताइए।

Section—C

12 each

(खण्ड–स)

Long Answer Type Questions

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

1. Derive and discuss Boltzmann-entropy relation. Discuss the importance of statistical mechanics.

बोल्ट्जमान-एन्ट्रॉपी समीकरण को प्राप्त कीजिए और व्याख्या कीजिए। सांख्यिकीय यात्रिकी के महत्व पर प्रकाश डालिए।

2. The number of molecules in the energy range E and $E + dE$ is given by :

$$2\pi n\left(\frac{1}{\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} E^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{E}{(kT)}} dE$$

THE VIDYARTHI

Derive expression for the following :

(a) The most problem energy.

(b) The number of molecules containing most probable energy.

(c) The mean energy.

Given $\int_0^\infty x^4 e^{-ax^2} dx = \frac{3}{8}\sqrt{\frac{\pi}{a^5}}$.

ऊर्जा E तथा $E + dE$ के मध्य अणुओ की सख्या निम्नवत् है :

$$2\pi n\left(\frac{1}{\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} E^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{E}{(kT)}} dE$$

निम्नलिखित के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए

(अ) सर्वाधिक सम्भव ऊर्जा।

(ब) सर्वाधिक सम्भव ऊर्जा युक्त अणुओं की संख्या।

(स) माध्य ऊर्जा।

दिया है : $\int_0^\infty x^4 e^{-ax^2} dx = \frac{3}{8}\sqrt{\frac{\pi}{a^5}}$

3. Derive an expression of Fermi-Dirac distribution function. Discuss nature of Fermi-Dirac distribution function at absolute zero and non-zero temperatures using suitable diagrams.

फर्मी-डिराक वितरण फलन का एक व्यंजक प्राप्त कीजिए। रेखा-चित्रों से फर्मी-डिराक वितरण फलन के स्वभाव का परमशून्य व अशून्य तापमान पर वर्णन कीजिए।

4. What do you understand by Gibbs' paradox ? Elaborate the suitable correction to eliminate the said paradox.

गिब्स पैराडॉक्स से आप क्या समझते हैं ? उक्त पैराडॉक्स को नियुक्त करने के संशोधन बताइए।

THE VIDYARTHI

3300