

# DREAM TOPPER

Best E-learning Platform

Download pdf..

[Www.dreamtopper.in](http://www.dreamtopper.in)

SACHIN DAKSH

**PHYSICS-VI Quantum Mechanics and Statistical Mechanics**

**Time : 3 Hours]**

(B-218)

**[M.M. : 34**

**नोट :** इस प्रश्न-पत्र को तीन खण्डों—अ, ब तथा स में विभाजित किया गया है। खण्ड-अ में विस्तृत-उत्तरीय प्रश्न, खण्ड-ब में लघु-उत्तरीय प्रश्न तथा खण्ड-स में अति लघु-उत्तरीय प्रश्न हैं। सभी खण्डों को निर्देशानुसार हल करें।  
This paper is divided into three Sections-A, B and C. Section-A contains Descriptive Answer Questions, Section-B contains Short Answer Questions and Section-C contains Very Short Answer Questions. Attempt all the Sections as per instructions.

**खण्ड-अ (Section-A)**

इस खण्ड में छः प्रश्न हैं, किन्हीं तीन प्रश्नों को हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 7 अंक का है। विस्तृत उत्तर अपेक्षित है।

This Section contains six questions, attempt any three questions. Each question carries 7 marks. Answer must be descriptive.

1. बोल्ट्मान के एन्ट्रोपी-प्रायिकता सम्बन्ध  $s = k \log \omega$  को स्थापित कीजिए तथा इसकी सहायता से सिद्ध कीजिए  $k = R/N$  जहाँ  $R$  रिडर्बर्ग नियतांक है तथा  $N$  ऐवोगेडोरो संख्या है। Derive Boltzmann's entropy-Probability relation  $s = k \log \omega$  and with the help of this law show that  $k = R/N$ , where  $R$  is Rydberg's constant and  $N$  is Avogadro's number.
2. एक त्रिविमीय दृढ़ बक्से में स्थित कण के लिए श्रोडिनगर की स्थायी अवस्था समीकरण दीजिए। कण के आइगेन मान तथा आइगेन फलन ज्ञात करने के लिए इस समीकरण को हल कीजिए। तरंग फलन की अपभ्रष्टता की व्याख्या कीजिए। Give steady state form of the Schroedinger's equation for a particle in a three dimensional rigid box. Solve this equation to obtain the energy eigenvalues and eigenfunctions of a particle. Explain degeneracy of a wave function.
3. ऊर्जा  $E$  का एक कण  $x$ -अक्ष के अनुदिश गति कर रहा है। इसके मार्ग में  $V_0$  ऊँचाई तथा  $L$  चौड़ाई का विभव प्राचीर है।  $V_0 > E$ . दर्शाइये कि  $E < V_0$  होने पर भी पारगमन की प्रायिकता परिमित है। A particle travelling with energy  $E$  along  $x$ -axis has in its path a rectangular potential barrier of height  $V_0 > E$  and width  $L$ . Show that there is a finite probability of transmission even if  $E < V_0$ .
4. (a) त्रिविमीय मुक्त कण के लिए दी गयी ऊर्जा परास में फेज कोष्ठिकाओं की संख्या ज्ञात कीजिए। ऊर्जा परास  $E$  तथा  $E + SE$  में अभिगम्य सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या भी ज्ञात कीजिए। Calculate the number of phase cells in the given energy range for three dimensional free particle. Also find the number of accessible microstates in the energy range  $E$  to  $E + SE$ .  
(b) द्रव्यमान  $m$  का एक कण  $L$  लम्बाई के एक विमीय बक्से में स्वतन्त्र रूप से गति कर रहा है। ऊर्जा परास  $E$  व  $E + SE$  में क्वांटम अवस्थाओं की संख्या ज्ञात कीजिए। A particle of mass  $m$  is freely moving in one dimensional box of length  $L$ . Calculate the number of quantum states in the energy range  $E$  and  $E + SE$ .
5. (a) आइन्सटीन की प्रकाश वैद्युत समीकरण का निगमन कीजिए तथा दर्शाइये कि यह समीकरण प्रकाश वैद्युत उत्सर्जन के नियमों की किस प्रकार व्याख्या करती है? Derive Einstein's photoelectric equation and show how does it explain the laws of photoelectric emission?  
(b)  $10\text{Mev}$  ऊर्जा के प्रोटोन की डी० बोगली तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए। (प्रोटोन का द्रव्यमान  $1.6 \times 10^{-27}$  किग्रा०)  
Calculate the de-Broglie wavelength of a proton of energy 10 Mev. (Given mass of proton =  $1.6 \times 10^{-27}$  Kg).
6. दिखाइये कि ऊर्जीय सम्पर्क में रखे दो निकायों की तापीय साम्यावस्था की शर्त  $\beta(E) = \beta'(E') + \frac{1}{KT} = \frac{1}{\Omega(E)} \cdot \frac{\partial \Omega(E)}{\partial E}$  होती है। जहाँ  $K$ -बोल्ट्मान नियतांक तथा  $\Omega(E)$  ऊर्जा  $E$  पर सूक्ष्म अवस्थाओं की संख्या है।  
सांख्यिकीय साम्य तथा इसकी आवश्यक शर्त समझाइये।

Two systems are placed in thermal contact, the condition of thermal equilibrium is given by

by  $\beta(E) = \beta'(E') = \frac{1}{KT} = \frac{1}{\Omega(E)} \cdot \frac{\partial \Omega(E)}{\partial E}$  where K is Boltzmann's constant and  $\Omega(E)$  is the number of microstates of energy E.  
 Discuss the statistical equilibrium and necessary condition for it.

### खण्ड-ब (Section-B)

नोट: इस खण्ड में तीन प्रश्न हैं, किन्हीं दो प्रश्नों को हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।

- This Section contains three questions, attempt any two questions. Each question carries 4 marks.
7. हाइजनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धान्त का प्रयोग करके दिखाइये कि बोरकी कक्षा में इलेक्ट्रॉन की स्थिति पूर्णतया: अनिश्चित होती है। Using Heisenberg's uncertainty principle show that in Bohr's orbit the position of electron will be completely uncertain.
  8. किसी धात्विक पृष्ठ का कार्य फलन  $1.28 \text{ eV}$  है। तीव्रतम तथा मन्दतम प्रकाश इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जाओं तथा मंदक विभव का परिकलन कीजिए जबकि  $5.5 \times 10^{14} \text{ सेकण्ड}^{-1}$  आवृत्ति का प्रकाश पृष्ठ पर गिरता है। ( $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ जूल-सेकण्ड}$ ) The work function of a metal surface is  $1.28 \text{ eV}$  calculate the K. E. of fastest and lowest photo electrons and the retarding potential when light of frequency  $5.5 \times 10^{14} \text{ second}^{-1}$  falls on the surface. ( $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.S.}$ )
  9. मैक्सवेल के चाल बंटन नियम को प्रयुक्त करते हुए सर्वाधिक प्रायिक चाल वाले अणुओं की संख्या की गणना कीजिए। Using Maxwell's distribution law of speed calculate the number of molecules having most probable speed.

### खण्ड-स (Section-C)

इस प्रश्न के पाँच भाग हैं, सभी भाग अनिवार्य है। This question contains five parts, all parts are compulsory.

10. (i)  $2.7 \times 10^{-16} \text{ J}$  जूल ऊर्जा वाले फोटोन का प्रभावी द्रव्यमान ज्ञात करो। Compute the effective mass of a photon of energy  $2.7 \times 10^{-16} \text{ J}$ .

उत्तर—  $E = mc^2$

$$\begin{aligned} \text{प्रभावी द्रव्यमान } m &= \frac{E}{c^2} \\ &= \frac{2.7 \times 10^{-16} \text{ जूल}}{(3 \times 10^8)^2 \text{ मी/से}} \\ &= \frac{2.7 \times 10^{-16} \text{ जूल}}{9 \times 10^{16} \text{ मी/से}} \\ &= 0.3 \times 10^{-32} \text{ किग्रा} \\ &= 3 \times 10^{-33} \text{ किग्रा} \end{aligned}$$

- (ii) कोणीय संवेग तथा कोणीय विस्थापन के बीच अनिश्चितता सम्बन्ध लिखिए। Write the uncertainty relation between angular momentum and angular displacement.

उत्तर—  $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$

- (iii) एक सिक्के को चार बार उछाला जाता है प्रायिकता की गणना कीजिए जबकि सभी बार सिक्के का हेड ऊपर आये। Calculate the probability that in tossing a coin 4 times we get all heads up most.

उत्तर— एक सिक्के को चार बार उछाले जाने पर प्रायिकता यदि हैड ऊपर  $P = \frac{1}{2^N} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} = 0.0625$

- (iv) ऊर्जा अवस्था का अधिष्ठासन सूचकांक क्या होता है? What is occupation index of an energy state?

उत्तर— अधिष्ठासन सूचकांक ऊर्जा की प्रत्येक अवस्था में कणों की औसत संख्या को निरूपित करता है।

- (v) हाइड्रोजन की लाईमन श्रेणीयाँ वैद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के किस भाग में पड़ती हैं?

In which region of the electromagnetic spectrum does the Lyman series of hydrogen lie?

उत्तर— हाइड्रोजन की लाईमन श्रेणीयाँ अवशोषण स्पेक्ट्रम में पड़ती हैं।