

MPH-01

December – Examination 2021

M.Sc. (Previous) Examination

PHYSICS

(Classical Mechanics and Statistical Physics)

चिरसम्मत यांत्रिकी एवं सांख्यिकी भौतिकी

Paper : MPH-01

Time : 1½ Hours]

[Maximum Marks : 80

Note :- The question paper is divided into two Sections A and B. Write answers as per the given instructions. In case of any discrepancy, the English version will be final for all purposes. Check your paper code and paper title before starting the paper. Calculators are not allowed.

निर्देश :- यह प्रश्न-पत्र 'अ' और 'ब' दो खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जायेगा। प्रश्न-पत्र शुरू करने से पूर्व पेपर कोड व प्रश्न-पत्र शीर्षक जाँच ले। कलकुलेटर के उपयोग की अनुमति नहीं है।

Section-A **4×4=16**

(Very Short Answer Type Questions)

Note :- Answer any four questions. As per the nature of the question delimit your answer in one word, one

sentence or maximum up to 30 words. Each question carries 4 marks.

खण्ड-अ

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :- किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम 30 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 4 अंकों का है।

1. (i) The potential energy of particle is :

$$U(x) = 4ax^2 + 3by^2 + cz^2 + 7d$$
, here a, b, c and d are constants. If this force field is central, then what are the relation among constants a, b, c ?

एक कण की स्थिति ऊर्जा :

$$U(x) = 4ax^2 + 3by^2 + cz^2 + 7d$$
 है, जहाँ a, b, c तथा d अचर हैं। यदि यह बल क्षेत्र केन्द्रीय है तो अचर a, b, c के मध्य क्या सम्बन्ध होंगे ?

- (ii) The Lagrangian of a system with one degree of freedom q is given by

$$L = \alpha \dot{q}^2 + \beta q$$
, where α and β are non-zero constants. If p denotes the canonical momentum conjugate to q , then find the value of p .

एक स्वतंत्रता की कोटि q वाले निकाय का लेग्रेजियन $L = \alpha \dot{q}^2 + \beta q$ है जहाँ α तथा β अशून्य नियतांक यदि q के संगत केनोनिकली संयुग्मी संवेग p है तो p को ज्ञात कीजिए।

- (iii) In Maxwell-Boltzmann system with two states of energy 4ϵ and 7ϵ respectively and degeneracy of 2 for each, then write the partition function for given system.

मैक्सवेल-बोल्ट्जमेन निकाय में दो ऊर्जा अवस्थाएँ 4ϵ तथा 7ϵ हैं तथा प्रत्येक की अपभ्रष्टता 2 है तो दिए गए निकाय के लिए संवितरण फलन ज्ञात कीजिए।

- (iv) Find the value of the Poisson bracket $[3p^2, p^2]$ by writing all main steps.

सभी मुख्य पदों को लिखते हुए पॉयसन ब्रेकिट $[3p^2, p^2]$ का मान ज्ञात कीजिए।

- (v) If potential energy of particle of mass m in one-dimensional motion is

$$U(x) = \frac{7}{2}\alpha x^2 + \frac{9}{2}\beta x + 6$$

Here α and β are constants. What is the angular frequency of oscillation ?

एक कण जिसका द्रव्यमान m है उसकी एकविमीय गति में स्थितिज ऊर्जा

$U(x) = \frac{7}{2}\alpha x^2 + \frac{9}{2}\beta x + 6$ है जहाँ α तथा β अचर हैं। इसके दोलन की कोणीय आवृत्ति क्या होगी ?

- (vi) If K be the kinetic energy of a rigid body, \vec{D} be external torque about the instantaneous axis of rotation and the angular velocity $\vec{\omega}$ then $\vec{D} \cdot \vec{\omega} = N$. What does N represent in terms of K .

यदि एक दृढ़ वस्तु की गतिज ऊर्जा K है तथा तात्क्षणिक घूर्णन अक्ष के सापेक्ष बाह्य बलाघूर्ण \vec{D} है तथा कोणीय वेग $\vec{\omega}$ है तब $\vec{D} \cdot \vec{\omega} = N$ है तो K के पदों में N को व्यक्त कीजिए।

- (vii) A particle follows the statistics in which most probable distribution is given by

$$\frac{n_i}{g_i} = \frac{\exp[-(\alpha + \beta \epsilon_i)]}{1 + \exp[-(\alpha + \beta \epsilon_i)]}$$

Write the name of the above statistics.

एक कण उस सांख्यिकी का पालन करता है जिसमें
अधिकतम प्रायिक वितरण निम्न प्रकार दिया जाता है :

$$\frac{n_i}{g_i} = \frac{\exp[-(\alpha + \beta \varepsilon_i)]}{1 + \exp[-(\alpha + \beta \varepsilon_i)]}$$

उपरोक्त सांख्यिकी का नाम लिखिए।

(viii) Plot Fermi Dirac distribution function with
energy
 $\frac{\text{energy}}{kT}$.

फर्मी डिराक वितरण फलन को $\frac{\text{energy}}{kT}$ के साथ चित्रित
कीजिए।

Section-B **4×16=64**

(Short Answer Type Questions)

Note :- Answer any four questions. Each answer should not exceed 200 words. Each question carries 16 marks.

खण्ड—ब

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :- किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को
अधिकतम 200 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न
16 अंकों का है।

2. Explain the grand canonical ensemble.
ग्रांड केनोनिकल एन्सेम्बल को समझाइए।
3. A particle is moving along y direction with kinetic
energy $\frac{1}{2}my^2 + my\dot{y}$ and potential energy mgy . Find
equation of motion for the particle and
Hamiltonian of the particle.

एक कण y दिशा के अनुदिश गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}my^2 + my\dot{y}$
तथा स्थितिज ऊर्जा mgy के साथ गति कर रहा है तो कण के
लिए गति का समीकरण एवं कण का हेमिल्टोनियन ज्ञात कीजिए।

4. Find the normal coordinates and eigen frequencies
of a three-dimensional oscillator having potential
energy.

$$U = \frac{1}{2}(k_1x^2 + k_2y^2 + k_3z^2)$$

एक त्रिविमीय दोलित्र जिसकी स्थितिज ऊर्जा निम्न है उसके
प्रसामान्य निर्देशांक एवं आइगेन आवृत्तियाँ ज्ञात कीजिए।

$$U = \frac{1}{2}(k_1x^2 + k_2y^2 + k_3z^2)$$

5. Find the partition function and mean energy for N weakly coupled harmonic oscillators.

दुर्बल रूप से युग्मित N दोलित्रों का संवितरण फलन व माध्य ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

6. Briefly explain the inertia tensor for the rigid body.

दृढ़ पिंड के लिए जड़त्वा टेन्सर संक्षेप में समझाइए।

7. Obtain the equation of motion for simple pendulum using Hamilton's equations.

सरल लोलक के लिए हेमिलिटन समीकरणों का उपयोग करते हुए गति के समीकरणों को ज्ञात कीजिए।

8. Explain the specific heat of a degenerate electron gas.

डीजेनरेट इलेक्ट्रॉन गैस की विशिष्ट ऊष्मा को समझाइए।

9. Explain the concept of the ensemble average.

एन्सेम्बल माध्य के सिद्धांत को समझाइए।