

MPH–01

December – Examination 2023

M.Sc. (Previous) Examination**PHYSICS**

(Classical Mechanics and Statistical Physics)

चिरसम्मत यांत्रिकी एवं सांख्यिकीय भौतिकी

Paper : MPH-01

Time : 3 Hours]

[Maximum Marks : 80

Note :- The question paper is divided into three Sections A, B and C. Write answers as per the given instructions. In case of any discrepancy, the English version will be final for all purposes.

निर्देश :- यह प्रश्न-पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जाएगा।

(Very Short Answer Type Questions)

Note :- Answer all 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 2 marks.

खण्ड—अ

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :- सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम 30 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 2 अंक का है।

1. (i) Langrange's equation is given by :

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial \phi} = 0$$

What does x represent ?

लेंग्रेज समीकरण निम्न तरह से दिया जाता है :

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial \phi} = 0$$

यहाँ x क्या प्रदर्शित करता है ?

(ii) What are the values of the degrees of freedom each corresponding to translation motion and rotational motion for a triatomic linear molecule ?

रेखीय त्रिपरमाणुक अणु के लिए स्थानान्तरण एवं घूर्णन प्रत्येक के संगत स्वतंत्रता की कोटि के मान क्या होंगे ?

(iii) "Total angular momentum and total linear momentum of a system of particles is zero in the centre of mass system." Is this statement true ?

"कणों के निकाय के लिए कुल कोणीय संवेग एवं कुल रेखीय संवेग द्रव्यमान केन्द्र निकाय में शून्य होता है।" क्या यह कथन सत्य है ?

(iv) Plot Fermi Dirac distribution function with :

$$\frac{\text{energy}}{kT}$$

फर्मी डिराक सांख्यिकी वितरण फलन को :

$$\frac{\text{energy}}{kT}$$

के साथ चित्रित कीजिए।

(v) If potential energy of particle of mass $m = 2$ in one dimensional motion is $PE = x^2 + 3x + 8$. What is the angular frequency of oscillation ? All units are in S.I.

एक कण जिसका द्रव्यमान $m = 2$ है उसकी एक विमीय गति में स्थितिज ऊर्जा $PE = x^2 + 3x + 8$ है। इसके दोलन की कोणीय आवृत्ति क्या होगी ? सभी इकाइयाँ SI में हैं।

(vi) Write the statement of Liouville's theorem.

लियो विली प्रमेय का कथन लिखिए।

(vii) What do you mean by Central Force ?

केन्द्रीय बल से आपका क्या तात्पर्य है ?

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

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

Section-B

4×8=32

(Short Answer Type Questions)

Note :- Answer any *four* questions. Each answer should not exceed **200** words. Each question carries 8 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 8 अंक का है।

2. A particle of mass m moves inside a bowl on its surface. If the surface of the bowl is given by the equation :

$$z = \frac{1}{2}a(x^2 + y^2)$$

where a is a constant. Consider the only gravitational potential energy for the potential energy. Find Lagrangian of the particle using cylindrical coordinates.

एक कण जिसका द्रव्यमान m है यह एक प्याले के भीतर सतह पर गति करता है। प्याले के भीतर सतह का समीकरण :

$$z = \frac{1}{2}a(x^2 + y^2)$$

है। यहाँ a अचर है। केवल गुरुत्वाकर्षण स्थितिज ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा में लिखिए। बेलनाकार निर्देशांक में लैंग्रेंजियन प्राप्त कीजिए।

3. Obtain the expression for x component of angular momentum of a particle in spherical coordinates. गोलीय निर्देशांक में एक कण के कोणीय संवेग के x घटक को प्राप्त कीजिए।
4. Obtain 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 :

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

है, तो इसके लिए सामान्य निर्देशांक व आइगेन आवृत्तियाँ प्राप्त कीजिए।

5. Calculate the principal moments of inertia of a hollow sphere about diameter using inertia tensor. जड़त्व टेन्सर का उपयोग करते हुए एक खोखले गोले का उसके व्यास के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण ज्ञात कीजिए।
6. Check that whether the transformation is canonical or not canonical :

$$P = q \cot p$$

$$Q = \log\left(\frac{\sin p}{q}\right)$$

यह जाँचिए कि निम्न रूपान्तरण केनोनिकल है या केनोनिकल नहीं है :

$$P = q \cot p$$

$$Q = \log\left(\frac{\sin p}{q}\right)$$

7. What do you mean by Ensemble Average ? एन्सेम्बल औसत से आपका क्या तात्पर्य है ?
8. What do you mean by Canonical ensemble ? केनोनिकल एन्सेम्बल से आपका क्या तात्पर्य है ?

9. Show that in the high-temperature limit the heat capacity of a two level system is proportional to the inverse square of the temperature.

यह दर्शाइए कि उच्च ताप सीमा में दो स्तर निकाय की विशिष्ट ऊष्मा ताप के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

Section-C **2×16=32**

(Long Answer Type Questions)

Note :- Answer any *two* questions. You have to delimit your each answer maximum up to **500** words. Each question carries 16 marks.

खण्ड—स

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :- किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को अधिकतम **500** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंक का है।

10. A point particle moves on the surface of a sphere. Consider the only gravitational potential energy for the potential energy. Using Lagrange's equation, obtain the equation of motion in spherical coordinates.

एक बिन्दु कण एक गोले की सतह पर गति करता है। यहाँ केवल गुरुत्वाकर्षण स्थितिज ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा में लीजिए। गोलीय निर्देशांक में लैंग्रेंज समीकरण की सहायता से गति के समीकरण प्राप्त कीजिए।

11. (a) What do you mean by Eulerian Angles ? Explain it.

यूलिरियन कोणों से आपका क्या अभिप्राय है ? इसे समझाइए।

(b) Obtain the equation of motion for Linear Harmonic oscillator using Hamilton's equations.

हेमिल्टन समीकरण का उपयोग करते हुए रेखीय आवृत्ति दोलित्र के गति के समीकरण को प्राप्त कीजिए।

12. By using Hamilton Jacobi method, obtain the vertical position of particle falling freely under constant acceleration g .

हेमिल्टन जेकोबी विधि का उपयोग करते हुए अचर गुरुत्व त्वरण g में मुक्त रूप से गिरते हुए कण किए लिए उर्ध्व स्थिति का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

13. (a) What do you understand by Microcanonical ensemble ?

माइक्रो-केनोनिकल एन्सेम्बल से आपका क्या तात्पर्य है ?

(b) Briefly explain the specific heat of a degenerate electron gas.

अपभ्रष्ट इलेक्ट्रॉन गैस की विशिष्ट ऊष्मा को संक्षेप में समझाइए।