MPH–01

June – Examination 2024

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।

Section–A **8×2=16**

(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) Lagrangian of a system is $L = 3\dot{\theta}^2 + 4\cos\theta + 6$ write the equation of motion.

निकाय का लेग्रेंजियन $L = 3\dot{\theta}^2 + 4\cos\theta + 6$ है, तो गति का समीकरण लिखिए।

(ii) Write the mathematical form of Gibbs' distribution function.

गिब्स वितरण फलन का गणितीय रूप लिखिए।

(iii) Write down the Hamilton-Jacobi Equation.
हेमिल्टन जेकोबी समीकरण लिखिए।

(iv) Write the name of the ensemble in which a system coupled to a large environment with which it can exchange both energy and particles.

उस एन्सेम्बले का नाम लिखिए जिसमें एक निकाय एक बड़े वातावरण से युग्मित किया जा सकता है, जिसमें यह ऊर्जा व कणों दोनों का विनिमय कर सकता है।

(v) "Particles whose wavefunction is anti-symmetric with respect to exchange are called Bosons". Is this statement ture ?

"कण जिनका तरंगफलन परस्पर विनमय से प्रतिसममित होता है, वो बोसोन कहलाते हैं।" क्या यह कथन सत्य है ?

(vi) For a system Lagrangian is given by $L = 8\dot{r}r^3 + 7r^4\phi^2 + 1$. Obtain the momentum p_r

निकाय का लेग्रेंजियन $L = 8\dot{r}r^3 + 7r^4\phi^2 + 1$ दिया जाता है संवेग p_r प्राप्त कीजिए।

(vii) Obtain the value of the poisson bracket $\left[5q^5, (2q^2 + q)\right]$ by writing all main steps.

सभी मुख्य पदों को लिखते हुए प्वासां ब्रेकिट $\left[5q^5, (2q^2 + q)\right]$ का मान प्राप्त कीजिए।

(viii) Write the value of Chemical Potential of Photon.

फोटोन के रासायनिक विभव का मान लिखिए।

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. Check that whether the following transformation is canonical or not canonical :

$$Q = \frac{1}{p^2}, P = \frac{qp^3}{2}$$

निम्न रूपान्तरण को जाँचिये कि केनोनिकल है अथवा केनोनिकल नहीं है :

$$Q = \frac{1}{p^2}, P = \frac{qp^3}{2}$$

3. Discuss the Eulerian Angles. Also draw the figure for it.

युलिअरियन कोणों को समझाइए। इसके लिए चित्र भी बनाइए।

4. The kinetic energy of the bob of simple pendulum is $T = \frac{1}{2} ml^2 \dot{\theta}^2$ and the potential energy of the system is $V = mgl(1 - \cos\theta)$. Obtain the Hamiltonian of the system.

सरल लोलक के गुमट की गतिज ऊर्जा $T = \frac{1}{2} ml^2 \dot{\theta}^2$ है तथा निकाय की स्थितिज ऊर्जा $V = mgl(1 - \cos\theta)$ है, तो निकाय का हेमिल्टोनीयन प्राप्त कीजिए।

5. By using Hamilton Jacobi Method, solve the problem of particle falling freely.

हेमिल्टन जेकोबी विधि द्वारा एक मुक्त रूप से गिरते हुए कण को हल कीजिए।

6. Find the partition function for N weakly coupled harmonic oscillators.

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

7. Obtain the Maxwellian distribution formula using Gibbs distribution formula.

गिब्स वितरण सूत्र की सहायता से मैक्सवेल का वितरण सूत्र प्राप्त कीजिए।

8. What do you mean by Ensemble Average ?

एन्सेम्बल औसत से आपका क्या तात्पर्य है ?

9. Find the law of transformation of the action $S = \int L(q, \dot{q}, t)\, dt$ from one inertial frame to another where L is the Lagrangian of the system.

एक जड़त्वीय फ्रेम से दूसरे फ्रेम में एक्सन $S = \int L(q, \dot{q}, t)\, dt$ के रूपान्तरण के नियम को ज्ञात कीजिए। यहाँ L निकाय का लेग्रेंजियन 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) Discuss the Atwood machine using Lagrangian equation.

(b) Determine the effective cross-section for particle of mass m_1 to strike a sphere of mass m_2 and radius R to which they are attracted in accordance with Newton's Law.

(अ) लेग्रेंजियन समीकरण का उपयोग करते हुए एटवुड मशीन को समझाइए।

(ब) एक कण जिसका द्रव्यमान m_1 है, जो कि द्रव्यमान m_2 व त्रिज्या R के गोले से टकराता है, तो प्रभावी काट क्षेत्र ज्ञात कीजिए, यहाँ दोनों न्यूटन के नियम के अनुसार आकर्षित होते हैं।

11. A rigid body is moving with velocity $\vec{V}$ and rotating with angular velocity $\vec{\omega}$, then prove the following relation where symbols have usual meanings :

$$\text{K.E.} = \frac{1}{2}\text{MV}^2 + \frac{1}{2}\sum m(\vec{\omega}\times\vec{r})^2$$

एक दृढ़ वस्तु वेग $\vec{V}$ से गति कर रही है तथा उसका कोणीय वेग $\vec{\omega}$ है, तब सामान्य प्रचलित चिह्नों को लेते हुए निम्न संबंध को सिद्ध कीजिए :

$$\text{K.E.} = \frac{1}{2}\text{MV}^2 + \frac{1}{2}\sum m(\vec{\omega}\times\vec{r})^2$$

12. What do you mean by Fermi Dirac Statistics ? Obtain the Fermi Dirac distribution function. Also plot this function with $\frac{\text{energy}}{k\text{T}}$.

फर्मी डीराक सांख्यिकी से आपका क्या तात्पर्य है ? फर्मी डीराक वितरण फलन प्राप्त कीजिए। इसे (ऊर्जा/ kT) के साथ चित्रित कीजिए।

13. (a) Calculate the principal moments of inertia of a hollow sphere about diameter using inertia tensor.

(b) What do you understand by Microcanonical ensemble ?

(अ) जड़त्व टेन्सर का उपयोग करते हुए एक खोखले गोले का उसके व्यास के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण ज्ञात कीजिए।

(ब) माइक्रोकेनोनिकल एन्सेम्बल से आपका क्या अभिप्राय है ?