175

MPH–01

December – Examination 2020

M.Sc. (Previous) Examination

PHYSICS

(Classical Mechanics and Statistical Physics)

चिरसम्मत यांत्रिकी एवं सांख्यिकी भौतिकी

Paper : MPH-01

*Time : **2** 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. **For paper MPH-01 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 लें। **प्रश्न-पत्र MPH-01 के लिए कैलकुलेटर की अनुमति नहीं है।**

Section–A (Compulsory) **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 (अनिवार्य)

(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 अंकों का है।

1. (i) Plot the Maxwell-Boltzmann distribution law with energy of system.

मैक्सवेल-बोल्ट्जमान वितरण नियम को ऊर्जा के साथ चित्रित कीजिए।

(ii) 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 $\vec{D}.\vec{\omega} = N$. 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 $\vec{D}.\vec{\omega} = N$ है तो K के पदों में N को व्यक्त कीजिए।

(iii) If Lagrangian of a particle is $L = 2\dot{x}^2 + 3\dot{y}^3 + 3x + 4y - 2$, find the Lagrangian equations of motion.

यदि कण का लैग्रेंजियन $L = 2\dot{x}^2 + 3\dot{y}^3 + 3x + 4y - 2$ है तो लैग्रेंजियन के गति के समीकरण ज्ञात कीजिए।

(iv) If Hamiltonian of the particle in cylindrical coordinate system is $H = \frac{1}{2m}\left(p_r^2 + \frac{p_\phi^2}{r^2} + p_z^2\right)$ where symbols have usual meanings, find $\dot{p}_\phi$ and $\dot{p}_r$.

यदि बेलनाकार निर्देशांक निकाय में कण का हैमिल्टोनियन $H = \frac{1}{2m}\left(p_r^2 + \frac{p_\phi^2}{r^2} + p_z^2\right)$ है जहाँ प्रतीकों के सामान्य प्रचलित अर्थ हैं तो $\dot{p}_\phi$ और $\dot{p}_r$ ज्ञात कीजिए।

(v) A particle is moving in a force field in which it has potential energy $U = -\frac{3B^2}{r}$. Here B is positive constant. If eccentricity of the path is 1.2, then what is the nature of path ?

एक कण उस क्षेत्र बल में गति कर रहा है जिसमें इसकी स्थितिज ऊर्जा $U = -\frac{3B^2}{r}$ है, जहाँ B धनात्मक नियतांक है। यदि पथ की उत्केंद्रता 1.2 है, तो पथ की प्रकृति क्या होगी ?

(vi) If potential energy of particle is $U(x) = ax^2 + 3by^2 + 2cz^2 + d$. 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 स्थितिज ऊर्जा $U(x) = ax^2 + 3by^2 + 2cz^2 + d$ 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 ?

(vii) Consider a system of fixed number of particles at constant volume for which entropy of the system changes with temperature as $S = 2T^3 + 3T + 5$. What is the specific heat of the system at constant volume ?

एक निकाय को नियत आयतन पर नियत संख्या वाले कणों के रूप में लीजिए व तापमान के साथ इस निकाय की एंट्रॉपी $S = 2T^3 + 3T + 5$ के रूप में परिवर्तित हो रही है। अचर आयतन पर निकाय की विशिष्ट ऊष्मा क्या होगी ?

(viii) A body of mass 2 kg is projected with velocity $\vec{v}$ from a frame of reference which has rotational frequency f. Here the frame of reference rotates in xy plane. We have $\vec{v} = 2\hat{i} + \hat{k}$ (m/s) and $f = 2$ revolution per second. Find the Coriolis force acting on the particle.

एक निर्देश तंत्र जिसकी घूर्णन आवृत्ति f है, से एक वस्तु जिसका द्रव्यमान 2 kg है को $\vec{v}$ वेग से फेंका जाता है, तो कण पर कार्यरत कोरियोलिस बल ज्ञात कीजिए। यहाँ निर्देश तंत्र xy तल में घूर्णन करता है $\vec{v} = 2\hat{i} + \hat{k}$ (m/s) तथा $f = 2$ घूर्णन प्रति सेकण्ड है।

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. Show that Lagrangian of two interacting particles can be reduced to the one particle having mass $m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ with Lagrangian $L = \frac{1}{2}m\dot{\vec{r}}^2 - U(r)$.

यह दर्शाइए कि दो अंतर्क्रिया करने वाले कणों के लैग्रेंजियन को एक कण जिसका द्रव्यमान $m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ हो, के लैग्रेंजियन $L = \frac{1}{2}m\dot{\vec{r}}^2 - U(r)$ के रूप में व्यक्त कर सकते हैं।

3. Obtain the equation of motion for Linear Harmonic Oscillator using Hamilton's equations.
रेखीय आवर्ती दोलित्र की गति की समीकरणों को हैमिल्टन सिद्धान्त की सहायता से ज्ञात कीजिए।

4. Obtain the law of conservation of energy from the principle of homogeneity of time.
समय की समांगता के सिद्धान्त से ऊर्जा संरक्षण नियम प्राप्त कीजिए।

5. What do you mean by Ensemble ? What does mean by Ensemble average ?
एन्सेम्बल से आपका क्या तात्पर्य है ? एन्सेम्बल औसत से क्या तात्पर्य है ?

6. What do you mean by Micro Canonical Ensemble ? Also explain the partition function.
माइक्रो कैनोनिकल एन्सेम्बल से आपका क्या तात्पर्य है ? संवितरण फलन को भी समझाइए।

7. Solve the Hamilton-Jacobi equation for the given system for which Hamiltonian is given by :

$$H = \frac{p^2}{2} - \frac{\beta}{q}.$$

एक निकाय जिसका हैमिल्टोनियन निम्न है, उसके लिए हैमिल्टन जैकोबी समीकरण को हल कीजिए :

$$H = \frac{p^2}{2} - \frac{\beta}{q}$$

8. Discuss the Atwood machine using Lagrangian equation.
लैग्रेंजियन समीकरण का उपयोग करते हुए एटवुड मशीन को समझाइए।

9. 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 *i.e.*, $U = -\frac{\alpha}{r}$.
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 अनुरूप आकर्षित होते हैं अर्थात् $U = -\frac{\alpha}{r}$।