

MPH-01

December - Examination 2019

**MSC (Previous) Physics Examination
Classical Mechanics and Statistical Physics**

चिरसम्मत यांत्रिकी एवं सांख्यिकी भौतिकी

Paper - MPH-01**Time : 3 Hours]****[Max. Marks :- 80**

Note: The question paper is divided into three sections A, B and C. Write answers as per the given instructions. For paper MPH-01 calculators are not allowed.

निर्देश : यह प्रश्न पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। MPH-01 प्रश्न पत्र के लिए कैलकुलेटर की अनुमति नहीं है।

Section - A**8 × 2 = 16**

(Very Short Answer 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 अंकों का है।

- 1) (i) In Maxwell-Boltzmann system with two states of energy ε and 3ε respectively and degeneracy of 3 for each, then write the partition function for given system.

मेक्सवेल बोल्ट्जमेन निकाय मे दो ऊर्जा अवस्थाए ε तथा 3ε है तथा प्रत्येक की अपभ्रष्टता 3 है तो दिए गए निकाय के लिए संवितरण फलन ज्ञात करो।

- (ii) What do you mean by cyclic coordinate.

चक्रीय निर्देशांक से आपका क्या तात्पर्य है?

- (iii) If kinetic energy of a particle is $K.E. = 2a \dot{r}^2 + 3br \dot{\theta}$ and Potential Energy $P.E. = cr^2$

Here a, b, c are constants. Find the generalized momentum P_r .

यदि कण की गतिज ऊर्जा $K.E. = 2a \dot{r}^2 + 3br \dot{\theta}$ तथा स्थितिज ऊर्जा $P.E. = cr^2$ है। जहाँ a, b, c अचर है तो व्यापक संवेग P_r ज्ञात करो।

- (iv) What is the value of Poisson Bracket $[p^2, 2p^2q]$?

पोइसन ब्रेकिट $[p^2, 2p^2q]$ का मान क्या होगा?

- (v) Write the value of Chemical potential of photon.

फोटोन के रासायनिक विभव का मान लिखे।

- (vi) What do you mean by White dwarf star?

श्वेत बौने तारे से आपका क्या तात्पर्य है?

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

$$U(x) = \frac{1}{2}ax^2 + \frac{3}{2}\beta x + 5$$

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

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

$$U(x) = \frac{1}{2}ax^2 + \frac{3}{2}\beta x + 5 \text{ है जहाँ } \alpha \text{ तथा } \beta$$

अचर है। इसके दोलन की कोणीय आवृत्ति क्या होगी ?

(viii) What do you mean by central force?

केन्द्रीय बल से आपका क्या तात्पर्य है ?

Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer 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 अंकों का है।

2) Lagrangian of a particle is given by

$$L = ma^2 \dot{\theta}^2 (1 - \cos \theta) - mga(1 + \cos \theta)$$

Where a is constant. Find the equation of motion for the particle.

एक कण का लेग्रेंजियन

$$L = ma^2 \dot{\theta}^2 (1 - \cos \theta) - mga(1 + \cos \theta)$$

है जहाँ a एक अचर है तो कण की गति का समीकरण ज्ञात करो।

- 3) Determine 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 आइंगेन आवृतियों का निर्धारण करो

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

- 4) Obtain the equation of motion for Simple pendulum using Hamilton's equations.

हेमिल्टन समीकरणों का उपयोग करते हुए सरल लोलक की गति के समीकरण को प्राप्त करो।

- 5) Obtain the partition function for N weakly coupled harmonic oscillators.

दुर्बल रूप से युग्मित N दोलित्रों का संवितरण फलन प्राप्त करो।

- 6) A block of mass m is attached to one end of spring with spring constant K. Block performs simple harmonic oscillation. Obtain time period of oscillations using Lagrangian.

एक ब्लाक जिसका द्रव्यमान m है यह एक स्प्रिंग के एक सिरे से बंधा है, उस स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक K है। ब्लोक सरल आवृत दोलन करता है तो इन दोलनों का दोलनकाल लेंग्रेजियन की सहायता से ज्ञात करो।

- 7) Explain the concept of phase space.

कला स्पेस के सिद्धांत को समझाइए।

- 8) What do you mean by grand canonical ensemble. Explain it.

बृहत् एन्सेम्बल से आपका क्या तात्पर्य है? इसे समझाइए।

- 9) Briefly explain the inertia tensor for the rigid body.
दृढ पिंड के लिए जड़त्व टेन्सर संक्षेप में समझाए।

Section - C

2 × 16 = 32

(Long Answer 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 अंकों का है।

- 10) Define Bose Einstein statistics and arrive at the following BE distribution function

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

बोसआइंस्टीन सांख्यिकी परिभाषित करो तथा निम्न BE वितरण फलन को प्राप्त करो:

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

- 11) Prove that poisson Brackets are invariant under canonical transformation.

यह सिद्ध करो कि पोइसन ब्रेकिट क्लोनिकल रूपान्तर में निश्चर रहते हैं।

- 12) A bead slides on the wire in the shape of the cycloid as given by equations.

$$x = b (\phi - \sin \phi)$$

$$\text{and } y = b (1 + \cos \phi)$$

where b is the height of the bead and $0 \leq \phi \leq 2\pi$ and g is the acceleration due to gravity. Obtain the lagrangian and equation of motion for bead.

एक चक्रज (cycloid) रूपी एक तार पर एक मनका फिसल रहा है चक्रज का समीकरण निम्न है

$$x = b (\phi - \sin \phi)$$

$$\text{व } y = b (1 + \cos \phi)$$

जहाँ y मनके की ऊचाई है व $0 \leq \phi \leq 2\pi$ तथा g गुरुत्व के कारण त्वरण है तथा मनके का लेग्रंजियन व गति का समीकरण लिखो।

- 13) What do you understand by Fermi Dirac statistics? Obtain the Fermi Dirac distribution function. Also plot this function with $\frac{\text{energy}}{kT}$

फर्मी डीराक सांख्यिकी से आपका क्या अभिप्राय है फर्मी डिराक वितरण फलन को प्राप्त करो तथा इसे $\frac{\text{energy}}{kT}$ के साथ चित्रित करो।
