

**MPH-01**

June - Examination 2016

**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. Check your paper code and paper title before starting the paper.

**निर्देश :** यह प्रश्न पत्र तीन खण्डों 'अ', 'ब' एवं 'स' में विभाजित है। प्रत्येक खंड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रश्नपत्र शुरू करने से पूर्व प्रश्नपत्र कोड एवं प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच ले।

**Section - A****8 × 2 = 16**

(Very Short Answer Type Questions (Compulsory))

**Note:** Answer all questions. As per the nature of the question you delimit your answer in word, one sentence or maximum upto 30 words. Each question carries 2 marks.

**खण्ड - 'अ'**

अति लघुउत्तरवाले प्रश्न (अनिवार्य)

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

- 1) (i) Lagrangian of a particle is given by

$$L = ml^2(\dot{\theta} + \dot{\phi}^2 r^2 + \dot{r}^2 \sin^2 \phi)$$

Find the generalised momentum  $P_\phi$

एक कण का लैग्रेन्जियन निम्न है।

$$L = ml^2(\dot{\theta} + \dot{\phi}^2 r^2 + \dot{r}^2 \sin^2 \phi)$$

व्यापक संवेग  $P_\phi$  ज्ञात करो।

- (ii) Position of particles A and B are  $2\hat{i} + 3\hat{j}$  and  $-5\hat{i} + 4\hat{k}$  respectively. Masses of the particles A and B are 2 kg and 3 kg respectively. Find the position vector of center of mass. दो कणों A तथा B के स्थिति सदिश क्रमशः  $2\hat{i} + 3\hat{j}$  तथा  $-5\hat{i} + 4\hat{k}$  है। कणों A तथा B के द्रव्यमान क्रमशः 2 kg तथा 3 kg है। द्रव्यमान केन्द्र का स्थिति सदिश ज्ञात करो।

- (iii) If  $I_1, I_2$  and  $I_3$  represent the three principal moment of inertia of symmetrical top, then which of the following is correct?

a)  $I_1 \neq I_2 \neq I_3$

b)  $I_1 = I_2 = I_3$

c)  $I_1 = I_2 \neq I_3$

यदि  $I_1, I_2$  तथा  $I_3$  तीन प्रधान जड़त्व आघूर्ण किसी सममित लट्टु के है तो निम्न में से कौनसा सम्बन्ध सत्य है?

a)  $I_1 \neq I_2 \neq I_3$

b)  $I_1 = I_2 = I_3$

c)  $I_1 = I_2 \neq I_3$

- (iv) What is the value of  $\textcircled{P}$  Poisson Bracket  $[q, q]$

पाइसन  $\textcircled{B}$  ब्रेकेट  $[q, q]$  का क्या मान है?

(v) Lagrangian of the system is

$$L = 2\dot{\theta}^2 + 5 \cos \theta$$

Write the equation of motion.

एक निकाय का लेग्रेन्जिएन

$$L = 2\dot{\theta}^2 + 5 \cos \theta \text{ है}$$

तो गति का समीकरण लिखो।

(vi) Write the mathematical form of Hamilton-Jacobi equation.

हेमिल्टन जेकोबी समीकरण का गणितीय रूप लिखो।

(vii) Entropy of the system of fixed number of particles at constant volume is  $S = \alpha T^2$  where  $\alpha$  is constant. What is the specific heat of system at constant volume?

निश्चित संख्या वाले कणों के निकाय की एन्ट्रॉपी नियत आयतन पर  $S = \alpha T^2$  है जहाँ  $\alpha$  अचर है। अचर आयतन पर निकाय की विशिष्ट उष्मा कितनी होगी?

(viii) What is the relation between enthalpy, internal energy, pressure and volume of the system?

निकाय एन्थेल्पी, आन्तरिक ऊर्जा, दाब तथा आयतन में क्या सम्बन्ध है?

### Section - B

4 × 8 = 32

(Short Answer Questions)

**Note:** Answer any four questions. Each answer should not exceed 200 words. Each question carries 08 marks.

(खण्ड - ब)

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

**निर्देश :** किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये। आप अपने उत्तर को अधिकतम 200 शब्दों में परिसीमित कीजिये। प्रत्येक प्रश्न 08 अंक का है।

- 2) Consider a system of two particles of masses  $m_1$  and  $m_2$ . Each of the particle has velocity  $\dot{y}$  potential energy of the system of both particles is  $(m_2 - m_1)\beta y$ . Write the Lagrangian of the system and obtain the equation of motion.

दो कणों का निकाय लिजिए जिसमे कणों के द्रव्यमान  $m_1$  तथा  $m_2$  है। प्रत्येक कण का वेग  $\dot{y}$  है। दोनो कणों के निकाय की स्तितिज ऊर्जा  $(m_2 - m_1)\beta y$  है। निकाय का लेग्रेन्जियन लिखिए तथा गति का समीकरण प्राप्त करो।

- 3) What do you understand by Microcanonical Ensemble?  
माइक्रोकैनोनिकल एन्सेम्बल से आप क्या समझते हो ?

- 4) Discuss the statistics of paramagnetism.  
अनुचुम्बकत्व की सांख्यिकी को समझाओ।

- 5) What is phase space in statistical mechanics?  
सांख्यिकी यांत्रिकी में कला आकाश क्या होता है ?

- 6) What do you understand by Gibbs distribution?  
गिब्स वितरण से आप क्या समझते हो ?

- 7) Consider the motion of a particle in a central field. Using Lagrangian, prove that the sectorial velocity of the particle is constant.

एक कण की गति को केन्द्रिय बल क्षेत्र के अन्तर्गत मानिए। लेग्रेन्जियन का उपयोग करते हुए यह सिद्ध करिए की कण का क्षेत्रीय (sectorial) वेग अचर रहता है।

- 8) Two particles are moving with velocities  $\vec{v}_1$  and  $\vec{v}_2$  with respect to ground. The respective masses of these particles are  $m_1$  and  $m_2$ . Prove that in centre of mass system, total momentum of the system is zero.

दो कण जमीन के सापेक्ष वेग  $\vec{v}_1$  तथा  $\vec{v}_2$  से गत कर रहे हैं उनके संगत द्रव्यमान  $m_1$  तथा  $m_2$  हैं यह सिद्ध करो कि द्रव्यमान केन्द्र निकाय में निकाय का कुल संवेग शून्य होता है।

- 9) A body of mass of 3 kg is projected with velocity  $\vec{v}$  from a frame of reference which has angular velocity  $\vec{\omega}$ .

Here  $\vec{v} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$  and  $\vec{\omega} = -2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$ . Calculate the Coriolis force acting on the particle.

एक 3 kg द्रव्यमान की वस्तु को वेग  $\vec{v}$  से ऐसे निर्देश तन्त्र के सापेक्ष प्रक्षेपित किया जाता है जिसका कोणीय वेग  $\vec{\omega}$  है। यहाँ  $\vec{v} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$  तथा  $\vec{\omega} = -2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$  है तो कण पर लगने वाला कोरिओलिस बल ज्ञात करो।

### 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 उत्तर वाले प्रश्न)

**निर्देश :** किन्हीं दो प्रश्नों का उत्तर दीजिये। आप अपने उत्तर को अधिकतम 500 शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

10) Obtain the Fermi Energy of a degenerate electron gas on the basis of Fermi Dirac distribution law.

फर्मी डिराक वितरण के आधार पर अपभ्रष्ट इलेक्ट्रान गैस की फर्मी ऊर्जा प्राप्त करो।

11) (i) What is Liouville's theorem. Explain it.

(ii) What do you understand by grand canonical ensemble. Explain its main features.

(i) लिओविले प्रमेय क्या है इसे समझाओ।

(ii) ग्रान्ड केनोनिकल एन्सेम्बल से आपका क्या अभिप्राय है इसके प्रमुख विशेषताएँ समझाओ।

12) A rigid body is moving with velocity  $\vec{V}$  and rotating with angular velocity  $\vec{\Omega}$ , then prove the following relation

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

where symbols have usual meanings.

एक दृढ़ वस्तु वेग  $\vec{V}$  से गतिशील है तथा इसका कोणीय वेग  $\vec{\Omega}$  है तब निम्न सम्बन्ध सिद्ध करो।

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

जहाँ प्रतीकों के सामान्य प्रचलित अर्थ हैं।

13) Obtain the equation of motion for compound pendulum using Hamilton's equations.

एक दृढ़ (compound) लोलक की गति का समीकरण हेमिल्टन समीकरणों की सहायता से प्राप्त करो।