

(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) For a system Lagrangian is given by $L = 5\dot{r}r^2 + 4r\dot{\phi} + 8$. Find the momentum p_r .
एक निकाय के लिए लैग्रेंजियन $L = 5\dot{r}r^2 + 4r\dot{\phi} + 8$ दिया गया है। संवेग p_r ज्ञात कीजिए।
- (ii) Writing proper steps find the value of Poisson Brackett $[(3q^3 + 2q^2 + q), q^4]$.
उचित पदों को लिखते हुए पॉइसन ब्रेकिट $[(3q^3 + 2q^2 + q), q^4]$ का मान ज्ञात कीजिए।
- (iii) If potential energy of particle of mass $m = 8$ in one dimensional motion is :

$$PE = 4x^2 + 3x + 8$$

What is the angular frequency of oscillation?
All units are in S.I.

MPH-01

December – Examination 2022

M.Sc. (Previous) Examination

PHYSICS

(Classical Mechanics and Statistical Physics)

चिरसम्मत यांत्रिकी एवं सांख्यिकी 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. 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। किसी भी विसंगति की स्थिति में अंग्रेजी रूप ही अंतिम माना जाएगा। केलकुलेटर की अनुमति नहीं है।

एक कण जिसका द्रव्यमान $m = 8$ है उसकी एकविमीय गति में स्थितिज ऊर्जा $PE = 4x^2 + 3x + 8$ है। इसके दोलन की कोणीय आवृत्ति क्या होगी ? सभी इकाइयाँ S.I. में हैं।

(iv) "Particles whose wavefunction is antisymmetric with respect to exchange are called Fermions." Is this statement true ?

"कण जिनका तरंगफलन परस्पर विनिमय से प्रतिसममित होता है वे फर्मिओन कहलाते हैं।" क्या यह कथन सत्य है ?

(v) A body of mass 2 kg is projected with velocity \vec{v} from a frame of reference which has angular velocity $\vec{\omega}$. Here $\vec{v} = \hat{j} + \hat{k}$ (m/s) and $\vec{\omega} = 2\hat{j}$ (rad/sec).

Find the Coriolis force acting on the particle.

एक निर्देश तंत्र जिसका कोणीय वेग $\vec{\omega}$ 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 $\vec{v} = \hat{j} + \hat{k}$ (m/s) तथा $\vec{\omega} = 2\hat{j}$ (rad/sec)

(vi) 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 एम्सेम्बले 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।

(vii) What do you mean by Bose-Einstein condensation ?

बोस-आइन्स्टीन संघनन से क्या तात्पर्य है ?

(viii) Write the statement of Liouville's Theorem.

लियोविली प्रमेय का कथन 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 जाँचिए कि कैनोनिकल है अथवा कैनोनिकल नहीं है :

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

3. Consider the motion of a particle in a central field. Using Lagrangian, show that the sectorial velocity of the particle is constant.

एक कण की गति को केन्द्रीय बल के अंतर्गत लीजिए। लेग्रान्जियन का उपयोग करते हुए यह दर्शाइए कि कण का क्षेत्रीय वेग अचर होता है।

4. Find the path of a particle in a central field $U = \frac{1}{2}kr^2$ (called space oscillator) and for this use Lagrangian equation of motion.

एक केन्द्रीय क्षेत्र में बल $U = \frac{1}{2}kr^2$ (स्पेस दोलित्र) में कण का पथ ज्ञात कीजिए तथा इसके लिए लेग्रान्जियन गति समीकरणों का उपयोग कीजिए।

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

यूलेरियन कोणों को समझाइए। इसके लिए चित्र भी बनाइए।

6. Obtain the equation of motion for two dimensional Isotropic Harmonic Oscillator using Hamilton's equations in Cartesian coordinates.

कार्तीय निर्देशांक में हैमिल्टन समीकरणों का उपयोग करते हुए द्विविमीय समदेशिक आवृत्ति दोलित्र के लिए गति के समीकरण प्राप्त कीजिए।

7. By using Hamilton Jacobi method, solve the problem of particle falling freely.

हैमिल्टन जैकोबी विधि द्वारा एक मुक्त रूप से गिरते हुए कण को हल कीजिए।

8. Obtain the equation of motion for simple pendulum using Hamilton's equations.

हैमिल्टन समीकरणों का उपयोग करते हुए सरल लोलक की गति के समीकरण को प्राप्त कीजिए।

9. Explain the concept of phase space.

कला स्पेस के सिद्धान्त को समझाइए।

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) Obtain the law of conservation of energy from the principle of homogeneity of time.

(b) Find the principal moments of inertia of a hollow sphere about diameter using inertia tensor.

(अ) समय की समांगता के सिद्धान्त से ऊर्जा संरक्षण नियम प्राप्त कीजिए।

(ब) जड़त्व टेन्सर का उपयोग करते हुए एक खोखले गोले का मुख्य जड़त्व आघूर्ण ज्ञात कीजिए।

8+8

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

फर्मी डिराक सांख्यिकी से आपका क्या अभिप्राय है ? फर्मी डिराक वितरण फलन प्राप्त कीजिए इसे ऊर्जा/ kT के साथ चित्रित कीजिए।

16

12. (a) Obtain the Maxwellian distribution formula using Gibbs distribution formula.

(b) A particle of mass m moves inside a bowl. 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, find the Lagrangian of the particle in cylindrical coordinates. Here z is the height.

(अ) गिब्स वितरण सूत्र की सहायता से मैक्सवेल का वितरण सूत्र प्राप्त कीजिए।

(ब) एक कण जिसका द्रव्यमान m है, वह प्याले के अन्दर गति कर रहा है। यदि प्याले की सतह $z = \frac{1}{2}a(x^2 + y^2)$ समीकरण द्वारा दी जाती है। जहाँ a अचर है तो कण का लैग्रान्जियन बेलनाकार निर्देशांकों में ज्ञात कीजिए। यहाँ z ऊँचाई है।

8+8

13. Determine the period of oscillations of a simple pendulum (a particle of mass m suspended by a string of length L in a gravitational field) as a function of the amplitude of the oscillations.

गुरुत्वीय क्षेत्र में एक कण जिसका द्रव्यमान m है इसको L लम्बाई की रस्सी से निलम्बित किया जाता है, इस सरल दोलित्र के आवर्त काल को आयाम के पदों में ज्ञात कीजिए।

16