

(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) Obtain the value of commutator $\left[y, \frac{d}{dy} \right]$.

क्रमविनिमयक $\left[y, \frac{d}{dy} \right]$ का मान ज्ञात कीजिए।

(ii) What do you mean by Stark effect ?

स्टार्क प्रभाव से आपका क्या तात्पर्य है ?

(iii) What do you mean by Adiabatic approximation with reference to Hamiltonian of the system ?

निकाय के हेमिल्टोनियन के सन्दर्भ में रुद्धोष्म सन्निकटता से आप क्या समझते हो ?

MPH–03

December – Examination 2023

M.Sc. (Previous) Examination**PHYSICS**

(Quantum Mechanics)

क्वाण्टम यांत्रिकी

Paper : MPH-03

*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 जायेगा।

- (iv) A particle to move from a to b and back. Bohr Sommerfeld quantization rule :

$$\oint p dx = 2 \int_a^b p dx = \left(\frac{2n+1}{\beta} \right) h$$

What is the value of β ?

एक कण a से b गति करता है फिर वापस लौटता है बोर-सोमरफेल्ड क्वाण्टीकरण नियम :

$$\oint p dx = 2 \int_a^b p dx = \left(\frac{2n+1}{\beta} \right) h$$

β का मान क्या होगा ?

- (v) Express the angular momentum operator L_z in spherical polar coordinates.
कोणीय संवेग संकारक L_z को गोलीय ध्रुवीय निर्देशांकों में व्यक्त कीजिए।
- (vi) In total angular momentum representation $J_z |j, m\rangle = \alpha |j, m\rangle$, what is the value of α ?
कुल कोणीय संवेग पद्धति में $J_z |j, m\rangle = \alpha |j, m\rangle$, तो α का मान क्या होगा ?

- (vii) Write the value of commutator $[y, p_y]$.

क्रमविनिमयक $[y, p_y]$ का मान लिखिए।

- (viii) Pauli matrices are given by $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$. Write the final form of $3\sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_x$ in the terms of Pauli matrix.

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ पाउली मैट्रिक्स है। $3\sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_x$ का अंतिम रूप को पाउली मैट्रिक्स के रूप में 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. Let a wavepackage be described at time $t = 0$ by :

$$\psi(x, 0) = A \exp \left(-\frac{x^2}{2a^2} + i k_0 x \right)$$

Express $\psi(x, 0)$ as a superposition of plane waves.

यह मानिए कि तरंगपैकेट समय $t = 0$ पर निम्न तरह से दिया जाता है :

$$\psi(x, 0) = A \exp \left(-\frac{x^2}{2a^2} + i k_0 x \right)$$

समतल तरंगों के अध्यारोपण के रूप में $\psi(x, 0)$ को व्यक्त कीजिए।

3. What do you mean by inner product and other product of a bra vector and a ket vector ?

एक ब्रा सदिश व एक केट सदिश के आंतरिक गुणन व बाह्य गुणन से आपका क्या तात्पर्य है ?

4. Show that Hermitian operator remains its Hermitian character under a unitary transformation.

यह दर्शाइए कि यूनिटरी रूपान्तरण के अन्तर्गत हर्मिशियन्स संकारक हर्मिशियन लक्षण रहता है।

5. What do you mean by creation, annihilation and number operators ?

संकारक में creation, annihilation तथा number संकारकों से आप क्या समझते हो ?

6. Write the fundamental properties of well behaved wavefunction.

सुव्यवहारित तरंगफलन के मूलभूत गुणों को लिखिए।

7. A wavefunction $\psi = A \sin \frac{n\pi x}{L}$ exists in a region $0 < x < L$. Potential is given by :

$$V = \begin{cases} 0 & ; \quad 0 < x < L \\ \infty & \text{otherwise} \end{cases}$$

Here $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ by normalization condition determine the constant A.

एक तरंगफलन $\psi = A \sin \frac{n\pi x}{L}$ क्षेत्र $0 < x < L$ में है।

विभव निम्न तरह से दिया जा रहा है :

$$V = \begin{cases} 0 & ; \quad 0 < x < L \\ \infty & \text{अन्यथा} \end{cases}$$

यहाँ $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ प्रसामान्यकरण शर्त से नियामक A का मान ज्ञात कीजिए।

8. Find the commutator $[J_z, J_+]$.

क्रमविनिमयक $[J_z, J_+]$ का मान ज्ञात कीजिए।

9. Use the W.K.B. method to calculate the transmission coefficient for the potential barrier :

$$V(x) = \begin{cases} V_0 - ax & ; \quad x > 0 \\ 0 & ; \quad x < 0 \end{cases}$$

विभव अवरोध के लिए W.K.B. विधि द्वारा पारगमन गुणांक ज्ञात कीजिए :

$$V(x) = \begin{cases} V_0 - ax & ; x > 0 \\ 0 & ; x < 0 \end{cases}$$

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. Consider square well potential with finite depth, obtain the wavefunctions in the different regions for bound state of the particle.

परिमित गहराई वाले वर्गाकार विभव कूप को लीजिए। बंध अवस्था में कण के लिए विभिन्न भागों में तरंगफलन प्राप्त कीजिए।

11. Explain the stationary perturbation theory for non-degenerate system.

अनपभ्रष्ट निकाय के लिए स्थायी विक्षोभ सिद्धान्त समझाइए।

12. (a) Write W.K.B. approximation.

W.K.B. approximation को लिखिए।

(b) Using Schrödinger wave equation obtain the equation of continuity :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{Div } \vec{J} = 0$$

where ρ is the probability density and \vec{J} is the probability current density.

श्रोडिंगर समीकरण का उपयोग करते हुए सांतत्य समीकरण :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{Div } \vec{J} = 0$$

को प्राप्त कीजिए जहाँ ρ प्रायिकता घनत्व है तथा \vec{J} प्रायिकता धारा घनत्व है।

13. Solve the Schrödinger wave equation for the case of Hydrogen atom and discuss the θ and ϕ solutions.

हाइड्रोजन परमाणु के लिए श्रोडिंगर समीकरण को हल कीजिए एवं θ तथा ϕ हलों की व्याख्या कीजिए।