

MPH-03

December - Examination 2019

M.Sc. (Previous) Physics Examination**Quantum Mechanics**

क्वांटम यांत्रिकी

Paper - MPH-03**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. 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. 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 जायेगा। प्रश्न पत्र शुरू करने से पूर्व पेपर कोड व प्रश्नपत्र शीर्षक जाँच ले। केलकुलेटर 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) The set of eigenfunctions ψ_n forms a complete set of normalized and Orthogonal functions, then $\int \psi_m \psi_n^* dq = Z$
What does Z represent?

यदि आइगेनफलनो ψ_n का सेट प्रासमान्यकृत तथा लाम्बिक पूर्ण सेट बनाते है तथा $\int \psi_m \psi_n^* dq = Z$

तो Z क्या प्रदर्शित करता है?

- (ii) Matrix $S_+ = S_x + iS_y$ Symbols have usual meanings.
Is this matrix S_+ Hermitian?

मेट्रिक्स $S_+ = S_x + iS_y$ है जहाँ प्रतीकों के सामान्य अर्थ है
क्या S_+ हर्मीशियन है?

- (iii) In total angular momentum representation. $J_z |j, m\rangle = b |j, m\rangle$

What is the value of b?

कुल कोणीय संवेग पद्धति में $J_z |j, m\rangle = b |j, m\rangle$

तो b का मान क्या होगा?

- (iv) What do you mean by stationary states?

स्थायी अवस्थाओ से आपका क्या तात्पर्य है?

- (v) Ground state energy of one dimensional simple harmonic oscillator $\frac{\hbar\omega}{2}$

What is the energy of this system in first excited state?

एक विमीय सरल आवृत्ती दोलक की मूल अवस्था में ऊर्जा $\frac{\hbar\omega}{2}$ है तो इस निकाय की प्रथम उत्तेजित अवस्था में ऊर्जा क्या होगी?

- (vi) The unperturbed wave function for infinite square well for $n=2$ state is $\psi_2^0(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{2\pi}{a}x\right)$. Suppose we perturb the system by simply raising the floor of the well a constant amount V_0 . The first order correction to $n=2$ state is given by

$$E_2^1 = \int_0^a \psi_2^0(x) V_0 \psi_2^0(x) dx . \text{ Calculate the value of } E_2^1$$

अनंत वर्गाकार कुए के लिए $n=2$ के लिए बिनाविक्षोभ का तरंग फलन

$\psi_2^0(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{2\pi}{a}x\right)$ द्वारा दिया जाता है। यदि हम साधारणतया

कुए के तल को अचर परिमाण V_0 से ऊपर उठाकर विक्षोभित करते हैं। प्रथम

कोटि का संशोधन $n=2$ अवस्था के लिए $E_2^1 = \int_0^a \psi_2^0(x) V_0 \psi_2^0(x) dx$

द्वारा दिया जाता है तो E_2^1 का मान गणना करो।

- (vii) Write the angular momentum operator L_z in spherical polar coordinates.

कोणीय संवेग संकारक L_z को गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक में लिखो।

- (viii) Pauli matrix is given by $\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ Obtain the final matrix form of $\sigma_x \sigma_y \sigma_z$

पाउली मैट्रिक्स $\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ द्वारा दी जाती है तो $\sigma_x \sigma_y \sigma_z$ का अंतिम मैट्रिक्स प्राप्त करो।

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) Explain the zero point energy of the one dimensional harmonic oscillator.

एक विमीय सरल आवृत्ति दोलक की शून्य बिंदु ऊर्जा को समझाओ।

3) Prove that eigen values of Hermitian operator is real.

सिद्ध करो की हर्मिशीयन संकारक के आइगन मान वास्तविक होते हैं?

4) Obtain the time independent Schrodinger equation from time dependent Schrodinger equation.

काल आश्रित श्रोडिंगर समीकरण की सहायता से काल अनाश्रित श्रोडिंगर समीकरण प्राप्त करो।

5) For Pauli matrices prove that

$$[\sigma_x, \sigma_y] = 2i\sigma_z$$

पाउली के मैट्रिक्स के लिए निम्न सिद्ध करो

$$[\sigma_x, \sigma_y] = 2i\sigma_z$$

6) Prove the following commutation relation $[L_x, L_y] = i\hbar L_z$

निम्न क्रमविनिमय सम्बन्ध को सिद्ध करो $[L_x, L_y] = i\hbar L_z$

- 7) Prove the completeness relation or closure using Bra-Ket notations.
ब्रा-केट पद्धति द्वारा पूर्णता सम्बन्ध (completeness relation या closure) को सिद्ध कीजिए.
- 8) Evaluate $\langle n|(a + a^+)^4|n\rangle$
निम्न $\langle n|(a + a^+)^4|n\rangle$ ज्ञात कीजिए
- 9) Use the W.K.B. method to calculate the transmission coefficient for the potential barrier

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

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

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

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 करना है। प्रत्येक प्रश्न 16 अंकों का है।

- 10) A potential well is given by

$$V(x) = 0 \text{ if } -a < x < a$$

$$V(x) = \infty \text{ if } |x| > a$$

Solve the Schrodinger equation for a particle inside the given well and obtain the eigen function values of energy of the particle.

एक विभव कूप निम्न प्रकार से दिया जाता है:

$$V(x) = 0 \text{ if } -a < x < a$$

$$V(x) = \infty \text{ if } |x| > a$$

तो दिए विभव कूप में कण के लिए श्रोडिन्जर समीकरण का हल करो तथा कण के आइगेन फलन तथा ऊर्जा के आइगेन मान ज्ञात करो।

- 11) (a) Obtain the equation of continuity for probability in quantum mechanics.
- (b) Find the value of operator $[xp_x - p_x x]$
- (a) क्वांटम यांत्रिकी में प्रायिकता सततता समीकरण प्राप्त करिए
- (b) संकारक $[xp_x - p_x x]$ का मान प्राप्त करिए
- 12) Explain the stationary perturbation theory for nondegenerate system.
अनप्लग्न निकाय के लिए स्थायी विक्षोभ सिद्धांत समझाइए।
- 13) Describe the Stern Gerlach experiment. Also discuss the important results of this experiment.
स्टर्न गेरलक प्रयोग को समझाइए तथा इस प्रयोग के प्रमुख परिणाम बताइए।