

Roll No. :

Total Pages : 8

PHY8083T

M.SC. FIRST SEMESTER (NEP) EXAMINATION, 2023-24

PHYSICS

Quantum Mechanics

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 80

PART-A/ भाग-अ [Marks : $8 \times 2 = 16$]

Answer all **eight** questions (Maximum **50** words each).

All questions carry **equal** marks.

सभी आठ प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अधिकतम 50 शब्दों में दीजिए।
सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

PART-B/ भाग-ब [Marks : $5 \times 8 = 40$]

Answer **five** questions (Maximum **250** words each),

selecting one from each unit. All questions carry **equal** marks.

प्रत्येक इकाई से एक प्रश्न चुनते हुए, कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अधिकतम 250 शब्दों में दीजिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

PART-C/ भाग-स [Marks : $2 \times 12 = 24$]

Answer **any two** questions (Maximum **300** words each).

All questions carry **equal** marks.

किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अधिकतम 300 शब्दों में दीजिए।
सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

PART-A/ भाग-अ

1. (i) Define Completeness.

परिपूर्णता को परिभाषित कीजिए।

(ii) Write any mathematical form of Dirac delta function.

डिरॉक डेल्टा फलन का कोई गणितीय स्वरूप लिखिए।

(iii) Define Linear Operator.

रैखिक संकारक को परिभाषित कीजिए।

(iv) Write the wave function of the 1s state of hydrogen atom.

हाइड्रोजन परमाणु के 1s अवस्था का तरंग फलन लिखिए।

(v) Write addition theorem of spherical harmonics.

गोलीय प्रसंवादी की योग प्रमेय लिखिए।

(vi) Write selection rules of addition of angular momenta and Clebsch-Gordan coefficients.

क्लीब्स-गॉर्डन गुणांकों और कोणीय संवेगों के योग के वरण नियम लिखिए।

(vii) Find perturbed Hamiltonian of linear Stark effect.

रेखीय स्टार्क प्रभाव का उपद्रवी हैमिल्टोनियन ज्ञात कीजिए।

(viii) Write path integral of a free particle.

स्वतंत्र कण का समग्र पाथेय लिखिए।

PART-B/ भाग-ब

Unit-I / इकाई-I

2. (i) Show that unitary operators have unimodular eigenvalues. [4]

दर्शाइये कि ऐकिक संकारकों के आइगेनमान इकाईमान होते हैं।

- (ii) Show that the eigenvectors of a Hermitian operator belonging to different eigenvalues are orthogonal. [4]

दर्शाइये कि किसी हर्मिटी संकारक के अलग-अलग आइगेनमान देने वाले आइगेनसदिश समलम्बक होते हैं।

OR / अथवा

Write the postulates of quantum mechanics. [8]

क्वाण्टम यांत्रिकी की अवधारणाएँ लिखिए।

Unit-II / इकाई-II

3. Show that : $\hat{J}_+ |jm\rangle = \hbar\sqrt{(j-m)(j+m+1)} |jm+1\rangle$. [8]

दर्शाइये कि : $\hat{J}_+ |jm\rangle = \hbar\sqrt{(j-m)(j+m+1)} |jm+1\rangle$.

OR / अथवा

Find the three angular momentum matrices for J_x, J_y and J_z when $\hat{J} = \hbar/2$. [8]

यदि $\hat{J} = \hbar/2$ है तो तीन कोणीय संवेग आव्यूह J_x, J_y एवं J_z ज्ञात कीजिए।

Unit-III / इकाई-III

4. Describe splitting of energy levels of hydrogen atom in Zeeman effect using degenerate perturbation theory. [8]

अपभ्रष्ट उपद्रव सिद्धान्त की सहायता से जीमान प्रभाव के तहत हाइड्रोजन परमाणु में ऊर्जा स्तरों के विपाटन की व्याख्या कीजिए।

OR / अथवा

Deduce Schrödinger equation from path integral method. [8]

समग्र पाथेय विधि द्वारा श्रोडिंगर समीकरण व्युत्पन्न कीजिए।

Unit-IV / इकाई-IV

5. Prove that $[\hat{A}, \hat{B}\hat{C}] = \hat{B}[\hat{A}, \hat{C}] + [\hat{A}, \hat{B}]\hat{C}$ and $[\hat{A} + \hat{B}, \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{C}] + [\hat{B}, \hat{C}]$. [5+3=8]

सिद्ध कीजिए कि $[\hat{A}, \hat{B}\hat{C}] = \hat{B}[\hat{A}, \hat{C}] + [\hat{A}, \hat{B}]\hat{C}$ एवं $[\hat{A} + \hat{B}, \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{C}] + [\hat{B}, \hat{C}]$

OR / अथवा

Show that a state represented by Gaussian function gives minimum uncertainty product in \hat{x} and \hat{p} . [8]

दर्शाइये कि गॉसियन फलन द्वारा प्रदर्शित अवस्था \hat{x} एवं \hat{p} में न्यूनतम अनिश्चितता गुणनफल प्रदान करती है।

Unit-V / इकाई-V

6. Show that spherical harmonics follow orthonormal relation. [8]

दर्शाइये कि गोलीय प्रसंवादी लाम्बैकिक सम्बन्ध का पालन करते हैं।

OR / अथवा

If \hat{A} and \hat{B} are vector operators such that $[\hat{\sigma}, \hat{A}] = [\hat{\sigma}, \hat{B}] = 0$ then show that

$$(\hat{\sigma} \cdot \hat{A})(\hat{\sigma} \cdot \hat{B}) = (\hat{A} \cdot \hat{B}) + i\hat{\sigma} \cdot (\hat{A} \times \hat{B}). \quad [8]$$

\hat{A} एवं \hat{B} इस प्रकार के सदिश संकारक हैं कि $[\hat{\sigma}, \hat{A}] = [\hat{\sigma}, \hat{B}] = 0$ तो दर्शाइये कि

$$(\hat{\sigma} \cdot \hat{A})(\hat{\sigma} \cdot \hat{B}) = (\hat{A} \cdot \hat{B}) + i\hat{\sigma} \cdot (\hat{A} \times \hat{B})$$

PART-C/ भाग-स

7. Find solutions of simple harmonic oscillator using Schrödinger picture. [12]

श्रोडिंगर चित्रण की सहायता से सरल आवर्ती दोलक के हल प्राप्त कीजिए।

8. Find solutions of the hydrogen atom using Radial wave equation. [12]

त्रिज्यीय तरंग समीकरण का उपयोग कर हाइड्रोजन परमाणु के हल प्राप्त कीजिए।

9. Find expression of the free particle propagator. [12]

स्वतंत्र कण प्रसारक का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

10. Prove efficiency of non-degenerate perturbation theory by applying bx^2 perturbation on simple harmonic oscillator. [12]

सरल आवर्ती दोलक पर bx^2 उपद्रव लगाकर अनपभ्रष्ट उपद्रवी सिद्धान्त की दक्षता सिद्ध कीजिए।

11. Construct $|m_1 m_2\rangle$ and $|jm\rangle$ states for two particle system when $J_1 = \hbar/2$ and $J_2 = \hbar/2$. Find out the Clebsch-Gordan coefficients and the matrix. [6+6=12]

किसी द्विकण निकाय जिसके लिये $J_1 = \hbar/2$ एवं $J_2 = \hbar/2$ हैं, $|m_1 m_2\rangle$ एवं $|jm\rangle$ प्रावस्थाएँ निर्मित कीजिए। क्लीब्स-गॉर्डन गुणांक एवं आव्यूह ज्ञात कीजिए।

----- × -----