

**A-0425**

Total Pages : 6

Roll No. ....

**BSCPH-301**

**Bachelor of Science (BSC)**

**Elementary Quantum Mechanics**

Examination, June 2025

Time : 2:00 Hrs.

Max. Marks : 35

**Note** :- This paper is of Thirty five (35) marks divided into two (02) Sections 'A' and 'B'. Attempt the questions contained in these Sections according to the detailed instructions given therein. *Candidates should limit their answers to the questions on the given answer sheet. No additional (B) answer sheet will be issued.*

**नोट** : यह प्रश्न-पत्र पैंतीस (35) अंकों का है, जो दो (02) खण्डों 'क' तथा 'ख' में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों को हल करना है। *परीक्षार्थी अपने प्रश्नों के उत्तर दी गई उत्तर-पुस्तिका तक ही सीमित रखें। कोई अतिरिक्त (बी) उत्तर-पुस्तिका जारी नहीं की जायेगी।*

## Section–A

(खण्ड–क)

### Long Answer Type Questions

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

$2 \times 9\frac{1}{2} = 19$

**Note :-** Section ‘A’ contains Five (05) Long-answer type questions of Nine and Half ( $9\frac{1}{2}$ ) marks each. Learners are required to answer any *two* (02) questions only.

**नोट :** खण्ड ‘क’ में पाँच (05) दीर्घ उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं, प्रत्येक प्रश्न के लिए साढ़े नौ ( $9\frac{1}{2}$ ) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल दो (02) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Explain Rayleigh-Jeans law, Planck’s radiation law and the photoelectric effect. Also, explain the classical theory of heat capacity of solids, along with Einstein’s theory of specific heat of solids.

रेले-जीन्स का नियम, प्लांक का विकिरण नियम और प्रकाश-विद्युत प्रभाव को समझाइए। साथ ही, ठोसों की ऊष्मा धारिता के शास्त्रीय सिद्धान्त और ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा के लिए आइंस्टीन के सिद्धान्त को समझाएँ।

2. Discuss the Schrödinger time-dependent and time-independent equations. Also, explain the concept of wave function, its physical significance and the probabilistic interpretation in quantum mechanics.

श्रोडिंगर का समय-निर्भर और समय-स्वतंत्र समीकरण पर चर्चा करें। साथ ही, तरंग फलन की अवधारणा, इसका भौतिक महत्व, और क्वाण्टम यांत्रिकी में प्रायिक व्याख्या को समझाइए।

3. Calculate the expectation value of  $x$ ,  $p_x$ ,  $p_x^2$  for the wave function :

$$\psi(x) = \begin{cases} \left(\frac{2}{L}\right)^{1/2} \sin \frac{\pi x}{L} & 0 < x < L \\ 0 & |x| > L \end{cases}$$

निम्न तरंग फलन के लिए  $x$ ,  $p_x$ ,  $p_x^2$  और का अपेक्षित मान ज्ञात करें :

$$\psi(x) = \begin{cases} \left(\frac{2}{L}\right)^{1/2} \sin \frac{\pi x}{L} & 0 < x < L \\ 0 & |x| > L \end{cases}$$

4. Calculate the discrete energy levels of a particle in one-dimensional square well potential with :

- (i) Perfectly rigid walls
- (ii) Finite potential step

एक-आयामी वर्गाकार विभव कूप में कण के विविक्त ऊर्जा स्तरों की गणना करें :

- (i) पूरी तरह कठोर दीवारों के साथ
- (ii) परिमित विभव सोपान के साथ

5. Define proper length and length contraction. On the basis of Lorentz transformation obtain a relation for length contraction.

उचित लंबाई और लंबाई संकुचन को परिभाषित करें। लोरेन्ट्ज परिवर्तन के आधार पर लंबाई संकुचन के लिए एक संबंध प्राप्त करें।

### Section-B

(खण्ड-ख)

#### Short Answer Type Questions

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

4×4=16

**Note :-** Section 'B' contains Eight (08) Short-answer type questions of Four (04) marks each. Learners are required to answer any *four* (04) questions only.

**नोट :** खण्ड 'ख' में आठ (08) लघु उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं, प्रत्येक प्रश्न के लिए चार (04) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल **चार** (04) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Evaluate the commutation relations :

$$[\hat{P}_x, \hat{L}_x], [\hat{P}_x, \hat{L}_y], [\hat{P}_x, \hat{L}_z]$$

विनिमय सम्बन्धों का मूल्यांकन करें :

$$[\hat{P}_x, \hat{L}_x], [\hat{P}_x, \hat{L}_y], [\hat{P}_x, \hat{L}_z]$$

2. Show that the sum and product of two linear operators is also a linear operator.

सिद्ध करें कि दो रेखीय संगणकों का योग और गुणनफल भी एक रेखीय संगणक है।

3. Show that for a non-relativistic free particle the phase velocity is half of the group velocity.

सिद्ध करें कि एक गैर-सापेक्षतावादी मुक्त कण के लिए, कला वेग, समूह वेग का आधा होता है।

4. An electron has a speed of 300 m/s accurate to 0.01%. With what accuracy can the electron located ?

एक इलेक्ट्रॉन की गति 300 मी/सेकण्ड है, जो 0.01% सटीकता के साथ मापी गई है। इलेक्ट्रॉन को कितनी सटीकता से स्थित किया जा सकता है ?

5. Explain if the wave function  $\psi(x) = A \tan x$  is an acceptable quantum mechanical wave function or not ?

समझाइए कि क्या तरंग फलन  $\psi(x) = A \tan x$  एक स्वीकार्य क्वाण्टम यांत्रिक तरंग फलन है या नहीं ?

6. Find the value of angular momentum operator in Cartesian coordinates.

कार्तीय तल निर्देशांक में कोणीय संवेग ऑपरेटर का मान ज्ञात करें।

7. A given atom shows two excitation potentials at 4.85 and 9.67 volts. Show these on an energy diagram and calculate the wavelengths of possible emission transitions.

एक दिया गया परमाणु 4.85 V और 9.67 V पर दो उत्तेजना विभव दिखाता है। इनको एक ऊर्जा आरेख पर दर्शाएँ और सम्भावित उत्सर्जन संक्रमणों की तरंगदैर्घ्य की गणना करें।

8. Determine the expectation value of position for a particle trapped in a box of length  $L$ .

लम्बाई  $L$  के बॉक्स में फंसे कण के लिए स्थिति का अपेक्षित मान ज्ञात करें।

\*\*\*\*\*