S-517 Roll No. …………………..

PH–09

Elementary Quantum Mechanics

(क्वाण्टम यान्त्रिकी)

Bachelor of Science (BSC-12/16)

Third Year, Examination, 2018

Time : 3 Hours **Max. Marks : 40**

Note : This paper is of **forty (40)** marks containing **three (03)** Sections A, B and C. Learners are required to attempt the questions contained in these Sections according to the detailed instructions given therein.

नोट : यह प्रश्न पत्र चालीस (40) अंकों का है जो तीन (03) खण्डों 'क', 'ख' तथा 'ग' में विभाजित है। शिक्षार्थियों को इन खण्डों में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

Section–A / खण्ड–क

(Long Answer Type Questions) / (दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'A' contains four (04) long answer type questions of nine and half ($9\frac{1}{2}$) marks each. Learners are required to answer *two* (02) questions only.

नोट : खण्ड 'क' में चार (04) दीर्घ उत्तरीय प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए साढ़े उन्नीस ($9\frac{1}{2}$) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल दो (02) प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. Explain black body radiation and Rayleigh-Jean's law. How black body radiation can be explained with the help of Planck's radiation law ?

   कृष्णिका विकिरण तथा रैले-जीन्स विकिरण नियम की व्याख्या कीजिए। प्लांक विकिरण नियम के आधार पर कृष्णिका विकिरण की किस प्रकार व्याख्या की जा सकती है ?

2. Derive the Schrödinger wave equation for matter wave and give the physical significance of wave function.

   द्रव्य तरंगों के लिए श्रोडिंजर समीकरण प्राप्त कीजिए तथा तरंग फलन का भौतिक महत्व बताइये।

3. What is tunneling effect through a one-dimensional rectangular potential barrier ? Explain in detail.

   एकविमीय आयताकार विभव प्राचीर में सुरंग प्रभाव क्या है ? विस्तार से समझाइये।

4. Find out Schrödinger wave equation and its solution for the one-dimensional simple harmonic oscillator.

   एकविमीय सरल आवर्ती दोलक के लिए श्रोडिंजर समीकरण को स्थापित कीजिए तथा इसका हल कीजिए।

Section–B / खण्ड–ख

(Short Answer Type Questions) / (लघु उत्तरीय प्रश्न)

Note : Section 'B' contains eight (08) short answer type questions of eight (08) marks each. Learners are required to answer *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. X-ray with wave length $\lambda = 1.00$ Å are scattered from a carbon block. The scattered radiation are viewed at right angle to the direction of incident beam. Calculate :

   (i) Compton shift $\Delta\lambda$

   (ii) Wavelength of scattered radiation

   Given

   mass of electron : $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg,

   $h = 6.67 \times 10^{-34}$ J-s

   $c = 3 \times 10^{8}$ m/s

   $\lambda = 1.00$ Å तरंगदैर्घ्य की एक्स-रे एक कार्बन पिण्ड से प्रकीर्णित होती है। प्रकीर्णित विकिरण का आपतित विकिरण की दिशा के लम्बवत् परीक्षण किया जाता है। गणना कीजिए :

   (ii) कॉम्पटन विपथन (शिफ्ट)

   (ii) प्रकीर्णित विकिरण की तरंगदैर्घ्य

दिया है :

मास इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}$ kg,

$h = 6.67 \times 10^{-34}$ J-s

$c = 3 \times 10^{8}$ m/s

2. Explain the uncertainty principle. Give some applications of uncertainty principle.

अनिश्चितता का सिद्धान्त समझाइये। अनिश्चितता सिद्धान्त के कुछ अनुप्रयोग बताइये।

3. Derive the equation of continuity and define probability current density.

सांतत्य समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए तथा प्रायिकता धारा घनत्व को समझाइये।

4. The wave function of a particle confined in a base of length L is given by $\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{\pi x}{L}$ in the region $0 < x < L$. Calculate the probability of finding the particle in region $0 < x < L/2$.

L लम्बाई के एक बॉक्स में बद्ध एक कण का तरंग फलन $\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{\pi x}{L}$ से प्रदर्शित किया जाता है जो $0 < x < L$ क्षेत्र में है। कण के $0 < x < L/2$ क्षेत्र में पाये जाने की प्रायिकता की गणना कीजिए।

5. Explain Degeneracy. Give the meaning of degree of degeneracy and its physical significance.

अपभ्रष्टता की व्याख्या कीजिए। अपभ्रष्टता की कोटि का अर्थ तथा इसके भौतिक महत्व को बताइये।

6. Explain parity and symmetric and antisymmetric wave function.

समता तथा सममित तथा प्रतिसममित तरंग फलन की व्याख्या कीजिए।

7. Obtain the Schrödinger wave equation for a spherically symmetric potential.

गोलीय सममित विभव के लिए श्रोडिंजर समीकरण प्राप्त कीजिए।

8. What is orbital angular momentum ? Explain the quantisation of angular momentum.

कक्षीय कोणीय संवेग क्या है ? कोणीय संवेग के क्वाण्टाइजेशन की व्याख्या कीजिए।

Section–C / खण्ड–ग

(Objective Type Questions) / (वस्तुनिष्ठ प्रश्न)

Note : Section 'C' contains ten (10) objective type questions of half ($\frac{1}{2}$) mark each. All the questions of this Section are compulsory.

नोट : खण्ड 'ग' में दस (10) वस्तुनिष्ठ प्रश्न दिये गये हैं। प्रत्येक प्रश्न के लिए आधा ($\frac{1}{2}$) अंक निर्धारित है। इस खण्ड के सभी प्रश्न अनिवार्य हैं।

1. The energy corresponding to a wavelength λ is :

   (a) $h / \lambda c$

   (b) hc / λ

   (c) λ / hc

   (d) $\lambda c / h$

तरंगदैर्घ्य λ के समतुल्य ऊर्जा का मान है :

(अ) $h / \lambda c$

(ब) hc / λ

(स) λ / hc

(द) $\lambda c / h$

2. The photoelectric effect takes place only when the incident light is :

(a) above threshold wavelength

(b) below threshold wavelength

(c) equal to threshold wavelength

(d) any wavelength

प्रकाशवैद्युत प्रभाव के घटित होने के लिए आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य होनी चाहिए :

(अ) देहली तरंगदैर्घ्य से अधिक

(ब) देहली तरंगदैर्घ्य से कम

(स) देहली तरंगदैर्घ्य के बराबर

(द) कोई भी तरंगदैर्घ्य

3. Heisenberg's uncertainty principle is :

(a) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar / 2$

(b) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar$

(c) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq 2\hbar$

(d) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar^2$

हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता का सिद्धान्त है :

(अ) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar / 2$

(ब) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar$

(स) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq 2\hbar$

(द) $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar^2$

4. Which of the following wave functions represent a free particle moving along *x*-axis :

(a) $A \sin(kx - \omega t)$

(b) $A \cos(kx - \omega t)$

(c) $A e^{i(kx - \omega t)}$

(d) $A e^{-i(kx - \omega t)}$

निम्नलिखित में से कौन-सा तरंग फलन किसी मुक्त कण की *x*-अक्ष में गति को प्रदर्शित करता है :

(अ) $A \sin(kx - \omega t)$

(ब) $A \cos(kx - \omega t)$

(स) $A e^{i(kx - \omega t)}$

(द) $A e^{-i(kx - \omega t)}$

5. For a particle trapped in a box of length l the average value of momentum $< p >$ is :

(a) h/l

(b) $h/2l$

(c) 0

(d) 1

l लम्बाई के एक बॉक्स में बद्ध कण के औसत संवेग $< p >$ का मान होता है :

(अ) h/l

(ब) $h/2l$

(स) 0

(द) 1

6. The reflection coefficient for a particle incident on a potential step with energy E less than height of the step is :

(a) 1

(b) 0

(c) 1/2

(d) 1/3

यदि कण की ऊर्जा का मान विभव सीढ़ी की ऊँचाई से कम हो, तो कण के परावर्तन गुणाक का मान होगा :

(अ) 1

(ब) 0

(स) 1/2

(द) 1/3

7. The orbital angular momentum of first excited state of hydrogen is :

(a) $\sqrt{2}\ \hbar$

(b) $\sqrt{2}\ h$

(c) $2\ h$

(d) $2\ \hbar$

हाइड्रोजन परमाणु की प्रथम उत्तेजित अवस्था के लिए कक्षीय कोणीय संवेग का मान है :

(अ) $\sqrt{2}\,\hbar$

(ब) $\sqrt{2}\,h$

(स) $2\,h$

(द) $2\,\hbar$

8. The Z component of orbital angular momentum in the ground state of hydrogen :

(a) 0

(b) 1

(c) 2

(d) 3

हाइड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था में कक्षीय कोणीय संवेग के Z अक्ष में घटक का मान है :

(अ) 0

(ब) 1

(स) 2

(द) 3

9. The maximum value allowed for orbital quantum number for a given principal quantum number n is :

(a) n

(b) $n + 1$

(c) $n - 1$

(d) $n - 2$

मुख्य क्वाण्टम संख्या n के लिए अधिकतम सम्भव कक्षीय क्वाण्टम संख्या का मान होगा :

(अ) n

(ब) $n + 1$

(स) $n - 1$

(द) $n - 2$

10. The ratio of proton mass to electron mass is :

(a) 1.837

(b) 18.37

(c) 183.7

(d) 1837

प्रोटॉन के द्रव्यमान तथा इलैक्ट्रॉन के द्रव्यमान का अनुपात है :

(अ) 1.837

(ब) 18.37

(स) 183.7

(द) 1837