

PH-09

Elementary Quantum Mechanics

मूल क्वांटम यान्त्रिकी

Bachelor of Science (BSC-12/16)

3rd Year Examination, 2019 (June)

Time : 3 Hours]

Max. Marks : 40

Note : This paper is of Forty (40) marks divided into three (03) sections A, B and C. Attempt the questions contained in these sections according to the detailed instructions given therein.

नोट : यह प्रश्नपत्र चालीस (40) अंकों का है जो तीन (03) खण्डों क, ख तथा ग में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड में दिए गए विस्तृत निर्देशों के अनुसार ही प्रश्नों को हल करना है।

SECTION-A/(खण्ड-क)

(Long Answer Type Questions)/(दीर्घ उत्तरों वाले प्रश्न)

Note : Section 'A' contains four (04) long answer type questions of Nine and half (9½) marks each. Learners are required to answer any two (2) questions only.

(2×9½=19)

नोट : खण्ड 'क' में चार (04) दीर्घ उत्तरों वाले प्रश्न दिये गये हैं, प्रत्येक प्रश्न के लिए साठे नौ (9½) अंक निर्धारित हैं। शिक्षार्थियों को इनमें से केवल दो प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

1. How the reality of photon has been explained by compton effect ? Derive the formula for compton shift in wavelength.

कॉम्पटन प्रभाव द्वारा फोटोन की वास्तविकता को कैसे समझाया गया है? तरंग दैर्ध्य में कॉम्पटन विस्थापन के लिए सूत्र को प्राप्त करें।

2. Solve the Schrodinger wave equation to obtain the expression for wave function for a quantum particle in one dimensional box between $x = 0$ to $x = L$. Also draw wave functions.

$x = 0$ से $x = L$ के बीच एक आयामी बॉक्स में क्वांटम कण के लिये श्रोडिंजर समीकरण को हल करें तथा तरंग फलन के लिये सूत्र प्राप्त करें। इसके तरंग फलनों के प्रतिरूप चित्र बनाइए।

3. State and explain Heisenberg's uncertainty principle. Using this principle, show that the electron can not reside in nucleus.

हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता का सिद्धान्त लिखें व समझाए। इस सिद्धान्त का प्रयोग करके दिखायें कि इलेक्ट्रॉन नाभिक में नहीं रह सकता है।

4. Solve the Schrodinger wave equation for one dimensional harmonic oscillator. Explain zero point energy.

एक विमीय सरल आवृत्ति दोलक के लिये श्रोडिंजर समीकरण को हल कीजिए। शून्य बिन्दु ऊर्जा की व्याख्या कीजिए।

SECTION-B/(खण्ड-ख)

(Short Answer Type Questions)/(लघु उत्तरों वाले प्रश्न)

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. (4×4=16)

नोट : खण्ड 'ख' में आठ (08) लघु उत्तरों वाले 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. Calculate the energy difference between the ground state and third excited state for an electron in one dimensional box of length 1\AA . Give $m_e = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$, $h = 6.67 \times 10^{-34}\text{j-s}$.

1\AA लम्बाई के एक आयामी बॉक्स में स्थित एक इलेक्ट्रॉन के लिये ग्राउंड व तीसरी उत्तेजित अवस्था के बीच ऊर्जा अन्तर की गणना करें। दिया है $m_e = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$, $h = 6.67 \times 10^{-34}\text{j-s}$

2. Define operators. Give few example of operators in quantum mechanics.

संकारक की परिभाषा दीजिए। क्वांटम यांत्रिक के प्रयोग में आने वाले कुछ संकारको के उदाहरण दीजिए।

3. During the study of photoelectric effect, a metal plate is replaced by another metal plate of different material. When illuminated with same frequency no electrons are liberated. Explain why this happens.

प्रकाश वैद्युत प्रभाव के अध्ययन के समय, एक धातु प्लेट को किसी अन्य धातु प्लेट से बदल दिया जाता है। जब वही आवृत्ति के विकिरण द्वारा प्रकाशित किया जाता है तो कोई इलेक्ट्रॉन मुक्त नहीं होता है। समझाइए ऐसा क्यों होता है।

4. Discuss the properties of a 'well behaved' wave function.

‘अच्छे व्यवहार वाले’ तरंग फलन के गुणों पर चर्चा करें।

5. If the velocity of particle is reduced to one third find the percentage increase in its de Broglie wavelength.

यदि कण का वेग एक तिहाई कम हो जाता है तो इसकी डी. ब्रोग्ली तरंग दैर्ध्य में प्रतिशत वृद्धि प्राप्त करें।

6. Develop time independent Schrodinger equation using de Broglie hypothesis.

डी. ब्रोग्ली परिकल्पना का उपयोग करके काल अनाश्रित श्रोडिंजर समीकरण प्राप्त करें।

7. Write and explain the Schrodinger's equation of hydrogen atom in polar coordinates.

हाइड्रोजन परमाणु के लिये ध्रुवीय निर्देशांकों में श्रोडिन्जर समीकरण लिखें व इसकी व्याख्या करें।

8. Compare the uncertainties in the velocities of an electron and proton confined in 1 D box. Given $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg. $h = 6.6 \times 10^{-34}$ j-s.

1Å चौड़े 1D बॉक्स में इलेक्ट्रॉन तथा प्रोटोन के वेगों में अनिश्चितता की तुलना करें। दिया है $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg. $h = 6.6 \times 10^{-34}$ j-s.

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. (10 $\times\frac{1}{2}$ =05)

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

1. Compton effect is usually observed for
- (a) Visible light (b) Gamma rays
- (c) Beta rays (d) +ve rays

काम्पटन प्रभाव आमतौर पर देखा जाता है

- (अ) दृश्य प्रकाश पर (ब) गामा किरण पर
(स) बीटा किरणों पर (द) +ve किरणों पर

2. Indicate which of the following wave function is acceptable :

(a) $\psi(x) = -x$

(b) $\psi(x) = \sec x$

(c) $\psi(x) = e^{-x^2}$

(d) $\psi(x) = x$

दर्शाइए कि निम्नलिखित में से कौन सा तरंग फलन स्वीकार्य है

(अ) $\psi(x) = -x$

(ब) $\psi(x) = \sec x$

(स) $\psi(x) = e^{-x^2}$

(द) $\psi(x) = x$

3. The wavefunction ψ of a particle is :

(a) Real (b) Complex

(c) Imaginary (d) None

एक कण का तरंग फलन होता है।

(अ) वास्तविक (ब) समिश्र

(स) काल्पनिक (द) कोई नहीं

4. Which of the following uncertainty relation are not correct

(a) $\Delta p \Delta x \geq \frac{\hbar}{2}$

(b) $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$

(c) $\Delta J \Delta \theta \geq \frac{\hbar}{2}$

(d) None of these

निम्नलिखित में से कौन सा अनिश्चितताओं का सम्बन्ध सही नहीं है

(अ) $\Delta p \Delta x \geq \frac{\hbar}{2}$

(ब) $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$

(स) $\Delta J \Delta \theta \geq \frac{\hbar}{2}$

(द) None of these

5. For a particle in a 1D box of length l , the average momentum $\langle p \rangle$ is

(a) h/e

(b) $h/2l$

(c) 0

(d) 1

l लम्बाई के 1D बॉक्स में एक कण का औसत संवेग है

(अ) h/e

(ब) $h/2l$

(स) 0

(द) 1

6. The unit of Planck's constant (h) is

(a) Joule/Second

(b) Joule-Second

(c) $\frac{\text{Joule}}{\text{Kelvin}}$

(d) Joule-Kelvin

प्लान्क नियतांक का मात्रक है।

(अ) जूल/सेकंड

(ब) जूल-सेकंड

(स) जूल/केल्विन

(द) जूल-केल्विन

7. Which of the following phenomenon can not be expressed by wave nature of light ?

(a) Interference

(b) Diffraction

(c) Polarisation

(d) Photo electric effect

निम्नलिखित में से कौन सी घटना को प्रकाश के तरंग प्रकृति से नहीं वर्णित किया जा सकता है?

- (अ) व्यतिकरण
- (ब) विवर्तन
- (स) ध्रुवीकरण
- (द) प्रकाश वैद्युत प्रभाव

8. The wave function of hydrogen atom does not depends on

- (a) n
- (b) 1
- (c) m_e
- (d) s

हाइड्रोजन परमाणु का तरंग फलन निर्भर नहीं करता है।

- (अ) n
- (ब) 1
- (स) m_e
- (द) s

9. The ground state energy of an harmonic oscillartor is :

(a) 0

(b) $\frac{1}{2}\hbar\omega$

(c) $\frac{3}{2}\hbar\omega$

(d) $\frac{5}{2}\hbar\omega$

एक विभीय आवृत्ति दोलित की सतही ऊर्जा का मान है।

(अ) 0

(ब) $\frac{1}{2}\hbar\omega$

(स) $\frac{3}{2}\hbar\omega$

(द) $\frac{5}{2}\hbar\omega$

10. The expression for de Broglie wavelength of thermal neutrons at $T^\circ\text{K}$ is

(a) $\frac{0.287}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

(b) $\frac{30.8}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

(c) $\frac{0.101}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

(d) $\frac{0.202}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

$T^\circ\text{K}$ पर तापीय न्यूट्रॉन की डी ब्रागली तरंग दैर्घ्य का व्यंजक है।

(अ) $\frac{0.287}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

(ब) $\frac{30.8}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

(स) $\frac{0.101}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$

(द) $\frac{0.202}{\sqrt{T}} \text{ \AA}$