

Quantum Mechanism and Spectroscopy

T. 3 H.

Second Paper

M. M. 50

इकाई I. (अ) (i) कृष्णिका विकिरण के स्पेक्ट्रमी वितरण के लिए प्लांक के सूत्र को लिखिए और दर्शाइये कि सीमान्त दशाओं में यह सूत्र वीन का विकिरण और रैले जीन का विकिरण नियम बन जाता है। Write Planck's law for spectral distribution of black body radiation and show that in two extreme cases it becomes Wein's radiation law and Rayleigh Jean's law.

(ii) प्लॉक के क्वांटम परिकल्पना का कथन कीजिए और प्लॉक दोलक की माध्य ऊर्जा के व्यंजक को व्युत्पन्न कीजिए। State Planck's quantum hypothesis and derive an expression for average energy of Planck oscillator.

(iii) प्लॉक सूत्र पराबैंगनी विपद को घटित होने से किस प्रकार रोकता है? How is ultraviolet catastrophe prevented by Planck's radiations formula? अथवा / OR

(ब) (i) कॉम्पटन प्रकीर्णन में विराम अवस्था इलेक्ट्रॉन से $(10)^{18}$ Hz आवृत्ति वाले फोटोन का प्रकीर्णन कोण 60° है। आपतित फोटोन की ऊर्जा (इलेक्ट्रॉन वोल्ट में), इसका संवेग और प्रतिक्षित इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा (इलेक्ट्रॉन वोल्ट में) की गणना कीजिए। दिया है

$$h = 6.64 \times 10^{-34} \text{ Js}, c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

Photon having frequency $(10)^{18}$ Hz is Compton scattered from electron at rest. Calculate energy (in electron volt), momentum of incident photon and recoil energy (in electron volt) of electron when scattering angle is 60° .

$$\text{Given } h = 6.64 \times 10^{-34} \text{ Js}, c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

(ii) प्रकाश विद्युत प्रभाव को समझाने में चिरसम्मत भौतिकी की विफलता की विवेचना कीजिए।

Discuss the failure of classical physics to explain photoelectric effect.

इकाई II. (अ) (i) हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धान्त का कथन कीजिए। चिरसम्मत भौतिकी से इसकी प्रतिकूलता की व्याख्या कीजिए। State Heisenberg uncertainty principle. Discuss its conflict with classical physics.

(ii) हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धान्त से हाइड्रोजन परमाणु की मूल स्तर ऊर्जा का आकलन कीजिए। Estimate ground state energy of hydrogen atom with the help of Heisenberg's uncertainty principle.

(iii) तरंग समूह को समझाइये। किसी कण को निरूपित करने में इसकी आवश्यकता को समझाइये। Explain the concept of wave packet. Explain its need to represent a particle.

अथवा / OR

(ब) (i) क्वांटम यांत्रिकी की अवधारणाओं को समझाइये। तरंग फलन का भौतिक महत्त्व क्या है? Explain the postulates of quantum mechanics. What is physical significance of wave function?

(ii) दर्शाइये कि फलन $\Psi(X) = A \exp(\alpha X^2)$, $\alpha > 0$ और $A =$ नियतांक, क्षेत्र $-\infty \leq X \leq \infty$ में माध्य तरंग फलन नहीं हो सकता है।

Show that function $\Psi(X) = A \exp(\alpha X^2)$, $\alpha > 0$ and $A =$ constant, is not a valid wave function in the region $-\infty \leq X \leq \infty$.

(iii) संकारक क्या होता है? संभावित मान का अर्थ समझाइये। दर्शाइये कि फलन $\Psi(X) = A \exp(ipX/h)$ जहाँ A नियतांक है, संवेग संकारक का आयगन फलन है और संगत आयगन मान ज्ञात कीजिए। What is an operator? Explain the meaning of expectation value of operator. Show that wave function $\Psi(X) = A \exp(ipX/h)$ where A is constant, is an eigen function of momentum operator and find the corresponding eigen value.

4 / B. Sc. (Part II) PHYSICS, 2013

इकाई III. (अ) (i) एकविमीय बॉक्स में स्थित कण के लिए ऊर्जा आयगन मान और प्रसामान्यित आयगन फलन ज्ञात कीजिए। Obtain energy eigen values and normalised energy eigen functions for a particle in a one dimension box.

(ii) एकविमीय बॉक्स में कण के लिए क्वांटम यांत्रिकी से प्राप्त ऊर्जा आयगन मानों की चिरसम्मत भौतिकी से प्राप्त ऊर्जा मानों से तुलना कीजिए।

For particle in a one dimension box, compare energy eigen values obtained by quantum mechanics with energies expected from classical physics.

(iii) एकविमीय बॉक्स में कण की मूल स्तर ऊर्जा के शून्य नहीं होने को हाइजनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धांत से समझाइये। Explain non zero ground state energy for a particle in one dimension box using Heisenberg's uncertainty principle. अथवा / OR

(ब) (i) एक कण जिसकी ऊर्जा E है, एक विभव सीढ़ी :

$$V(x) = 0 \quad X < 0$$

$$V(x) = V_0 \quad X > 0$$

पर आपतित होता है। जब $E < V_0$ हो, तब परावर्तन गुणांक और पारगमन गुणांक की गणना कीजिए। कण के क्षेत्र $X > 0$ में पाये जाने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए। इस परिणाम की चिरसम्मत भौतिकी से प्रतिकूलता की व्याख्या कीजिए।

Calculate reflection and transmission coefficients for a particle having energy E , incident on a potential step.

$$V(x) = 0 \quad X < 0$$

$$V(x) = V_0 \quad X > 0$$

When $E < V_0$. Calculate the probability of finding the particle in the region $X > 0$. Discuss the conflict of this result with classical physics.

(ii) तरंग फलन $\Psi(x) = \alpha_1 \Psi_1(X) \exp(-i E_1 t/\hbar) + \alpha_2 \Psi_2(X) \exp(-i E_2 t/\hbar)$ जहाँ Ψ_1, Ψ_2 तरंग फलन, α_1, α_2 सम्मिश्र संख्याएँ हैं, के लिए प्रायिकता घनत्व की गणना कीजिए।

Calculate probability density for wave function $\Psi(x) = \alpha_1 \Psi_1(X) \exp(-i E_1 t/\hbar) + \alpha_2 \Psi_2(X) \exp(-i E_2 t/\hbar)$ where α_1, α_2 are complex numbers and Ψ_1, Ψ_2 are wave functions.

(iii) तरंग फलन $\Psi(x) = A \exp(ipx/\hbar)$ जहाँ A नियतांक है, के लिए प्रायिकता धारा घनत्व की गणना कीजिए। Calculate probability current density for wave function $\Psi(x) = A \exp(ipx/\hbar)$ where A is constant.

इकाई IV. (अ) (i) स्टर्न गर्लैक प्रयोग का वर्णन कीजिए। यह किस प्रकार से इलेक्ट्रॉन के स्पिन कोणीय संवेग को दर्शाता है? Discuss Stern Gerlach experiment. How does this experiment show the existence of spin angular momentum for electron?

(ii) एक इलेक्ट्रॉन $l = 2$ दशा में है। कुल कोणीय संवेग के z -घटक के मानों को लिखिये। यदि $j = \frac{2}{5}$ है तो j^z की गणना कीजिए। An electron is in $l = 2$ state. Write possible values of z -components of total angular momentum. If

$j = \frac{2}{5}$, calculate the value of j^z .

अथवा / OR

(ब) (i) स्पिन-कक्षा अन्योन्य क्रिया और स्पेक्ट्रमी रेखाओं की सूक्ष्म संरचना को समझाइए।

Explain spin orbit interaction and fine structure of spectral lines.

(ii) परमाणु, जिसमें दो इलेक्ट्रॉन हैं, के सदिश प्रतिरूप को समझाइये। इस परमाणु से संबंधित क्वांटम नंबरों को दर्शाइये। Explain vector model of an electron with two

B. Sc. (Part II) PHYSICS, 2013 / 5

3

electrons. Show various quantum numbers associated with this atom.

इकाई V. (अ) (i) द्वि परमाणुक अणु के कम्पन घूर्णन स्पेक्ट्रम की विवेचना कीजिए ।

Discuss vibrational-rotational spectra of diatomic molecule.

(ii) एक CO अणु का जड़त्व आघूर्ण $1.46 \times 10^{-46} \text{ kg m}^2$ है । घूर्णन ऊर्जा स्तरों $J = 2$ और $J = 1$ में ऊर्जा अंतराल की गणना कीजिए । $h = 6.64 \times 10^{-34} \text{ Js}$. अथवा / OR

(ब) (i) असाधारण जीमान प्रभाव की विवेचना कीजिए ।

Discuss anomalous Zeeman effect.

(ii) L- S और j - j युग्मन को समझाइये । Explain L - S and j - j coupling.

Electronics