

PHYSICS

First Paper : Quantum Mechanics and Spectroscopy

Time Allowed :- Three Hours

Maximum Marks : 50

Section - A (खण्ड-अ) Max. Marks : 10

सभी दस प्रश्न करना अनिवार्य है। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर 20 शब्दों से अधिक नहीं होना चाहिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

Section - B (खण्ड-ब) Max. Marks : 10

सभी पांच प्रश्न कीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर 50 शब्दों से अधिक नहीं होना चाहिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

Section - C (खण्ड-स) Max. Marks : 30

प्रत्येक इकाई में से एक प्रश्न चुनते हुए, कुल तीन प्रश्न कीजिए। प्रश्नों का उत्तरा 400 शब्दों से अधिक नहीं होना चाहिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

SECTION - A (खण्ड-अ)

1.
 - (i) Write the formula for average energy of Planck Oscillators.
प्लांक दोलकों की माध्य ऊर्जा का सूत्र लिखिए।
 - (ii) State the uncertainty principle. अनिश्चितता का सिद्धान्त क्या है?
 - (iii) What is work function? कार्यफलन क्या है?
 - (iv) What is Gaussian wave packet? गाउसियन तरंग पैकेट क्या है?
 - (v) What is meant by stationary states? स्थायी अवस्थाओं से क्या आशय है?
 - (vi) What is transmission resonance? पारगमन अनुनाद क्या है?
 - (vii) Write down Schrodinger equation for a particle inside a one dimensional box. एकविमीय बाक्स के लिए श्रोडिंगर समीकरण लिखिए।
 - (viii) What is Raman effect? रमन प्रभाव क्या है?
 - (ix) Define linear operator. रेखीय संकारक की परिभाषा दीजिए।
 - (x) In which region of electromagnetic spectrum the molecular rotational spectra is present? विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के कौन-से क्षेत्र में आणविक घूर्णन स्पेक्ट्रम उपस्थित होता है?

SECTION - B (खण्ड-ब)

2. Obtain formulae for change of wavelength in Compton effect.
काम्पटन प्रभाव में तरंगदैर्घ्य विस्थापन के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।

Or

- Using uncertainty principle, estimate the ground state energy of the linear harmonic oscillator. अनिश्चित सिद्धान्त से किसी आवर्ती

दोलिन्त्र की मूल अवस्था की ऊर्जा की गणना कीजिए।

3. Calculate Planck constant if maximum kinetic energy of electron estimated is 3.6 eV and 6.2 eV for radiation of wavelength 1600 Å and 1200 Å respectively.

किसी पदार्थ पर 1600 Å व 1200 Å के प्रकाश के लिए उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा 3.6eV तथा 6.2eV हो तो प्लांक नियतांक की गणना कीजिए।

Or

Explain Davison - Germer experiment with figure.

डेविसन-जर्मर प्रयोग की चित्र सहित व्याख्या कीजिए।

4. Write boundary and continuity condition on the wave function.

तरंग फलन पर परिसीमा तथा सांतव्य प्रतिबंध को लिखिए।

Or

Prove that momentum operator is Hermitian.

सिद्ध कीजिए कि संवेग संकारक हर्मिटी होता है।

5. What is probability of finding a particle in one dimensional box of width a in ground state? Calculate. a चौड़ाई के एकविमीय बॉक्स में मूल अवस्था में कण के पाये जाने की प्रायिकता की गणना कीजिए।

Or

Prove that the eigenvalues of parity operator is ± 1 .

सिद्ध कीजिए कि पैरिटी संकारक के आइगन मान ± 1 होते हैं।

6. Explain why rotational spectra in case of CO_2 molecule is not observable?

समझाइये कि CO_2 अणु के लिए घूर्णी स्पेक्ट्रम क्यों नहीं दिखाई देता है?

Or

- What is rigid rotator? Explain. Write Schrodinger equation for it.

दृढ़ घूर्णी क्या है? स्पष्ट कीजिए। इसके लिए श्रोडिंगर समीकरण लिखिए।

SECTION - C (खण्ड-स)

Unit - I (इकाई - I)

7. Describe Planck's hypothesis for black body radiation. Obtain expression for average energy of Planck's oscillator and hence derive the Planck's formula for the spectral distribution of energy in black body radiation. कृष्णका विकिरण के लिए प्लांक की व्यांटम परिकल्पना समझाइये। प्लांक दोलिन्त्र की औसत ऊर्जा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। प्लांक के

Or

- (a) Explain how classical theory fails to explain photoelectric effect.

चिरसम्मत सिद्धान्त प्रकाश-विद्युत प्रभाव को समझाने में किस प्रकार असमर्थ है? समझाइये।

- (b) State and prove Ehrenfest's theorem.

ऐरनफेस्ट प्रमेय का कथन कीजिए और इसे सिद्ध कीजिए।

Unit - II (इकाई - II)

8. (a) Show that probability density and probability current density satisfy the continuity equation.

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot S = 0$$

सिद्ध कीजिए कि प्रायिकता घनत्व एवं प्रायिकता धारा घनत्व निरन्तरता समीकरण $\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot S = 0$ को सन्तुष्ट करता है।

- (b) Obtain reflection coefficients for a particle when its energy E is less than the height V_0 of the potential barrier for potential step.

एक विभव सीढ़ी की ओर गतिमान कण की सहचारी तरंग के परावर्तन गुणांकों को ज्ञात कीजिए जब कण की ऊर्जा E विभव रोधिका की ऊँचाई V_0 से कम हो।

Or

- (a) What is tunnel effect experiment? Explain α decay.

सुरंग प्रभाव क्या है? α - कण की क्षय की व्याख्या कीजिए।

- (b) Prove that eigenfunctions of a simple harmonic oscillator are orthogonal.

सिद्ध कीजिए कि सरल आवर्ती दोलित्र के आङ्गन फलन लाम्बिक होते हैं।
(c) Calculate minimum energy of a proton in one dimensional box of 1 \AA width. Mass of proton $m_p = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg.} \approx 10^{-34} \text{ JS}$

1 \AA चौड़ाई के एकविमीय बॉक्स में गतिशील प्रोटॉन की न्यूनतम ऊर्जा की गणना कीजिए। यदि प्रोटॉन द्रव्यमान $m_p = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg.} \approx 10^{-34} \text{ JS}$.

Unit - III (इकाई - III)

9. (a) What is Stern Gerlach experiment? Explain. Prove that magnitude of spin of electron is $1/2$. स्टर्न गरलेक प्रयोग क्या है? समझाइये। सिद्ध कीजिए कि इलेक्ट्रॉन के प्रचक्रण का परिमाण $1/2$ होता है।
- (b) Derive Schrodinger equation for one electron atom in spherical

polar coordinates and separate it into its variables

गोलीय ध्रुवीय निर्देशांकों में एकल इलेक्ट्रॉन परमाणु के लिए आडेंगर समीकरण की व्युत्पन्न कीजिए एवं इसके चरों में पृथक् कीजिए।

Or

(a) Discuss the vibrational rotational spectrum of a diatomic molecule.

एक द्विपरमाणु अणु के लिए क्षयन्त्र घूर्णी स्पेक्ट्रम का विवेचन कीजिए।

(b) If $\Psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$, then find the average value of radius of H- atom. Here a_0 is Bohr radius.

यदि $\Psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$ हो तो हाइड्रोजन परमाणु की त्रिज्या का माध्य

मान ज्ञात कीजिए। a_0 बोर त्रिज्या है।