PH-09

June - Examination 2026
B.Sc. (Part-III) Examination
PHYSICS
Elementary Quantum Mechanics and Spectroscopy
प्रारम्भिक क्वांटम यांत्रिकी एवं स्पेक्ट्रोस्कॉपी
Paper : PH-09

[*Time: **3** Hours*] [*Maximum Marks: **70***]

Note :- The question paper is divided into three Sections A, B and C. Write answers as per the given instructions in each section.

निर्देश :– यह प्रश्न–पत्र 'अ', 'ब' और 'स' तीन खण्डों में विभाजित है। प्रत्येक खण्ड के निर्देशानुसार प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

Section-A **7×2=14**

(Very Short Answer Type Questions)

Note :- Answer **all** questions. As per the nature of the question delimit your answer in one word, one sentence or maximum up to **30** words. Each question carries **2** marks.

खण्ड–'अ'

(अति लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :– **सभी** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने उत्तर को प्रश्नानुसार एक शब्द, एक वाक्य या अधिकतम **30** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **2** अंक का है।

1. (i) What is De-Broglie hypothesis?
डी–ब्रॉग्ली संकल्पना क्या है?

(ii) State Heisenberg uncertainty principle.
हाइजनबर्ग अनिश्चितता सिद्धांत लिखिए।

(iii) What is meant by normalization of wave function?
तरंग फलन के प्रसामान्यीकरण का क्या अर्थ है?

(iv) What is the physical significance of the minimum energy level E_0 of a particle in a one-dimensional box?
एक विमीय बॉक्स में कण का न्यूनतम ऊर्जा स्तर E_0 का भौतिक अर्थ क्या है?

(v) What is tunnelling effect?
सुरंग प्रभाव क्या है?

(vi) What is meant by parity operator?
समता संकारक से क्या आशय है?

(vii) What is the Ramsauer-Townsend effect?
रामसौर–टाउनसेण्ड प्रभाव क्या है?

Section-B 4×7=28

(Short Answer Type Questions)

Note :- Answer **any four** questions. You have to delimit your each answer maximum up to **200** words. Each question carries **7** marks.

खण्ड–'ब'

(लघु उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :– **किन्हीं चार** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने प्रत्येक उत्तर को अधिकतम **200** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **7** अंक का है।

2. Describe Davisson-Germen experiment and explain how it verifies matter waves associated with electrons?
डेविसन–जरमर प्रयोग का वर्णन कीजिए तथा समझाइए कि यह इलेक्ट्रॉन के सहचारी द्रव्य तरंग की सत्यता को कैसे सिद्ध करता है?

3. Discuss the need and important properties of Schrödinger equation.
श्रोडिंगर समीकरण की आवश्यकता तथा उसके प्रमुख गुणों का वर्णन कीजिए।

4. Define Hermitian operator and prove that its eigenvalues are real.
हर्मिटी संकारक की परिभाषा दीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि उसके आइगन मान वास्तविक होते हैं।

5. Write the time-independent Schrödinger equation for a particle in a one-dimension potential box and obtain the energy eigenvalues.
एक विमीय विभव बॉक्स में कण के लिए काल–अनाश्रित श्रोडिंगर समीकरण लिखकर ऊर्जा आइगन मान प्राप्त कीजिए।

6. Derive the transmission probability for a particle with $E < V_0$ incident on a potential barrier.
विभव प्राचीर पर $E < V_0$ वाले कण के लिए भेदन प्रायिकता का व्यंजक प्राप्त कीजिए।

7. Determine the normalization constant for the wave function corresponding to the n = 1 state of a one-dimensional quantum harmonic oscillator. Given that -
$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 \exp(-\alpha^2 x^2)dx = \frac{1}{2}\frac{\sqrt{\pi}}{\alpha^3}$$
किसी एक विमीय क्वांटम आवर्ती दोलक के लिए अवस्था n = 1 के संगत तरंग फलन के लिए प्रसामान्यीकरण नियतांक ज्ञात कीजिए। दिया है –
$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 \exp(-\alpha^2 x^2)dx = \frac{1}{2}\frac{\sqrt{\pi}}{\alpha^3}$$

8. Discuss quantization of orbital angular momentum in hydrogen atom.
हाइड्रोजन परमाणु के लिए कक्षीय कोणीय संवेग के क्वांटीकरण की विवेचना कीजिए।

9. If force constants of HCl^{35} and H^2Cl^{35} are same, then calculate the ratio of fundamental vibrational frequencies corresponding to the lowest viberational energy level.
यदि HCl^{35} तथा H^2Cl^{35} के बल नियतांक समान हों, तो न्यूनतम कम्पन ऊर्जा स्तरों की मूल कम्पन आवृत्तियों का अनुपात ज्ञात कीजिए।

Section-C 2×14=28

(Long Answer Type Questions)

Note :- Answer **any two** questions. You have to delimit your each answer maximum up to **500** words. Each question carries **14** marks.

खण्ड–'स'

(दीर्घ उत्तरीय प्रश्न)

निर्देश :– **किन्हीं दो** प्रश्नों के उत्तर दीजिए। आप अपने प्रत्येक उत्तर को अधिकतम **500** शब्दों में परिसीमित कीजिए। प्रत्येक प्रश्न **14** अंक का है।

10. Discuss failures of Wien's and Rayleigh-Jeans law in explaining the spectral energy distribution of black body radiation. Derive Planck's radiation law.
कृष्णिका विकिरण के स्पेक्ट्रमी ऊर्जा वितरण को समझाने में वीन तथा रैले–जीन्स नियमों की विफलताओं की विवेचना कीजिए। प्लांक का विकिरण नियम व्युत्पन्न कीजिए।

11. Consider a particle bound in a finite potential well of depth V_0 and width 2a. Derive the transcendental equations that determine the energy levels of the particle inside the well and briefly describe the graphical method used to solve these equations.
(V_0) गहराई एवं (2a) चौड़ाई के एक परिमित विभव कूप में बन्द एक कण पर विचार कीजिए। कूप के अन्दर कण के ऊर्जा स्तरों को व्यक्त करने वाले अबीजिय समीकरणों को व्युत्पन्न कीजिए एवं इन्हें हल करने की ग्राफिक विधि का संक्षिप्त विवरण दीजिए।

12. Derive the Schrödinger equation for a one-electron atom in a spherically symmetric potential field, separate it and obtain radial and angular equations.
एकल इलेक्ट्रॉनी परमाणु के लिए गोलीय सममित विभव क्षेत्र में श्रॉडिंगर समीकरण को पृथक कर, रेडियल तथा कोणीय समीकरण प्राप्त कीजिए।

13. Discuss the characteristic features of the spectra of alkali atoms and explain the D-lines of the sodium spectrum.
क्षारीय परमाणुओं के स्पेक्ट्रम की विशेषताओं की विवेचना कीजिए तथा सोडियम स्पेक्ट्रम की D-रेखाओं की व्याख्या कीजिए।
