KAU-1536

B. Sc. (Part - III) Examination, 2025

PHYSICS
भौतिक विज्ञान

PAPER - III

ELEMENTARY QUANTUM MECHANICS AND SPECTROSCOPY
प्रारम्भिक क्वांटम यांत्रिकी एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी

Time Allowed : **Three Hours**

Max. Marks : **50**

This question paper contains three sections as under:

What do you mean by the tunnel effect ? Calculate the probability of transmission of a particle through a rectangular barriers indicated below:

$V_o = 2$ eV, E = 1 eV, barrier width $a = 1\mathring{A}$ and mass of the particle = 1.6×10^{-27} kg.

सुरंगन प्रभाव से आप क्या समझते हैं? किसी कण की पारगमन प्रायिकता आयताकार रोधिका निम्नानुसार, ($V_o = 2$ eV, E = 1 eV, रोधिका की चौडाई $a = 1\mathring{A}$ एवं कण का द्रव्यमान = 1.6×10^{-27} kg) से पार करने पर गणना कीजिए।

https://www.pyqonline.com

UNIT - IV

इकाई - IV

5 What are the properties of eigen function of 1-D harmonic oscillator system ? Draw the first four wave functions.

1-D आवर्ती दोलक तंत्र के आयगन फलन के गुणधर्म क्या है ? प्रथम चार तरंग फलनों को प्रदर्शित कीजिए।

OR / अथवा

Write the Schrodinzer equation for system having spherically symmetric potential. Separate it into three equation one of each variable γ, θ, ϕ.

गोलिय सममित विभव के लिए श्रोण्डिजर समीकरण लिखिए। इसको γ, θ, ϕ चरों के समीकरण में अलग–अलग कीजिए।

UNIT - V

इकाई - V

6 Describe the Franck-Hertz experiment and explain how it is important.

फ्रेन्क–हर्टज प्रयोग का वर्णन कीजिए और समझाइये कि यह किस प्रकार उपयोगी है।

OR / अथवा

What is Zeeman effect ? Discuss the splitting of energy states and spectral lines for one electron atom in a magnetic field.

जीमान प्रभाव क्या है ? चुम्बकीय क्षेत्र के प्रभाव में एकल इलेक्ट्रान परमाणु के ऊर्जा स्तरों और स्पेक्ट्रमी रेखाओं के विभाजन का विवेचन कीजिए।

https://www.pyqonline.com

SECTION - C

खण्ड – स

10×2=20

7 (a) What do you mean by the photoelectric effect ? Give Einstein's quantum theory for explanation of it.

प्रकाश विद्युत प्रभाव से आप क्या समझते हैं ? इसके स्पष्टीकरण हेतु आइन्सटीन के क्वांटम सिद्धांत को बताइये।

(b) Work function of a metal is 3.0 eV. Light of wavelength $\lambda = 3000\mathring{A}$ is incident on it. Find the stopping potential.

एक धातु का कार्य फलन 3.0 eV है। इस पर $\lambda = 3000\mathring{A}$ तरंगदैर्घ्य का प्रकाश आपतित होता है। इसके निरोधी विभव का मान ज्ञात कीजिए।

8 What is meant by the linear operator ? Show that following operators are linear.

रेखीय संकारक से क्या तात्पर्य है ? प्रदर्शित कीजिए कि निम्न संकारक रेखीय है–

(a) $\frac{\hat{x}\hat{P}_n + \hat{P}_n x}{2}$

(b) $\hat{x}$

(c) $\frac{d}{dx}$

(d) $\frac{\hat{x}\hat{P}_n^2 + \hat{P}_n^2\hat{x}}{2}$

9 A particle is moving in a 1-D potential as

$V = 0 \quad x < 0$

$V = V_0 \quad x > 0$

Thne find the reflection and transmission coefficients for the case (a) $E > V_0$ and (b) $0 < E < V_0$.

एक कण एक विमीय विभव (1-D),

$V = 0 \quad x < 0$

$V = V_0 \quad x > 0$

में गतिशील है, तो परावर्तन एवं पारगमन गुणांक (a) $E > V_0$ व (b) $0 < E < V_0$ के लिए ज्ञात कीजिए।

https://www.pyqonline.com

10 (a) Give the theory of a vibrational-rotational spectra of a diatomic molecule.

द्वि अणु के कम्पन–घूर्णी स्पेक्ट्रा के सिद्धान्त को बताइये।

(b) Calculate the amplitude of the vibration in the $V = 0$ level of the molecule CO which has a stiff bond of $k = 18.7 \times 10^6$ dyne/cm.

($h = 6.63 \times 10^{-27}$ erg.sec)

CO अणु के $V = 0$ स्तर में कम्पन का आयाम ज्ञात कीजिए, जिसमें बंध नियतांक $k = 18.7 \times 10^6$ dyne/cm है।

(दिया है $h \approx 6.63 \times 10^{-27}$ अर्ग–से.)

SECTION - A
खण्ड – अ

$\frac{1}{2} \times 10 = 5$

1 (i) Is it possible to explain the specific heat of solids on the basis of classical theory?

क्या चिरसम्मत सिद्धान्त से ठोसों की विशिष्ट ऊष्मा को समझा सकते हैं?

(ii) What do you mean by the zero point energy of the Harmonic Oscillator ?

आवर्ती दोलक की शून्य बिन्दु ऊर्जा से आप क्या समझते हैं?

(iii) Give the physical importance of the wave function.

तरंग फलन की भौतिक सार्थकता बताइये।

(iv) What is the difference between phase velocity and group velocity ?

कला वेग तथा समूह वेग में क्या अन्तर है?

https://www.pyqonline.com
https://www.pyqonline.com

(v) What is meant by the degeneracy of the energy levels ?

ऊर्जा स्तरों की अपभ्रष्टता से क्या तात्पर्य है ?

(vi) Write the ground state energy of a particle moving in 1-D box.

1-D बॉक्स में गतिशील कण की मूल अवस्था की ऊर्जा लिखिए।

(vii) What do you understand by the spherically symmetric potential ?

गोलीय सममित विभव से आप क्या समझते हैं ?

(viii) What is the value of commutator $\left[\hat{L}_x, \hat{L}_y\right]$?

विनिमय सम्बंध $\left[\hat{L}_x, \hat{L}_y\right]$ का मान क्या है ?

(ix) What is the energy difference between first excited and ground state of Hg atom?

Hg परमाणु की प्रथम उत्तेजित अवस्था व मूल अवस्था में ऊर्जा अन्तराल क्या है ?

(x) Write the moment of inertia of a rigid rotator as shown in figure.

चित्र में प्रदर्शित दृढ़ घूर्णी तंत्र के लिए जड़त्व आघूर्ण का मान लिखिए।

https://www.pyqonline.com

SECTION - B

खण्ड – ब

5×5=25

UNIT - I

इकाई - I

2 What do you mean by the De-Broglie hypothesis ? How has it been verified experimentally ? https://www.pyqonline.com

डी–ब्रोग्ली परिकल्पना से क्या तात्पर्य है ? प्रायोगिक रूप से इसे कैसे सत्यापित करते है ?

OR / अथवा

Assume that an electron is inside a nucleus of radius 10^{-15} m. Using uncertainty principle, estimate the kinetic energy of the electron in eV. Given h = 6.62×10^{-34} J-S,

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg.

यह मान लिजिए कि इलेक्ट्रान नाभिक जिसकी त्रिज्या 10^{-15} m में स्थित है। अनिश्चितता के सिद्धांत का उपयोग करते हुए इलेक्ट्रान की गतिज ऊर्जा eV में ज्ञात कीजिए। दिया है h = 6.62×10^{-34} J-S,

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg.

UNIT - II

इकाई - II

3 Normalize the wave function

$\phi(x,t) = e^{-2x^2/z_e - iEt/\hbar}$ from $x = -\infty$ to $x = +\infty$ and find the expectation value of x^2 for this function.

तरंग फलन $\phi(x,t) = e^{-2x^2/z_e - iEt/\hbar}$ का प्रसामान्यीकरण कीजिए जहाँ $x = -\infty$ से $x = +\infty$ है। x^2 की प्रत्यासा मान को प्राप्त कीजिए।

OR / अथवा

https://www.pyqonline.com

What do you mean by the Hermitian operator?

Prove that the momentum operator $P_x = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x}$

is Hermitian.

हरमिशियन संकारक से आप क्या समझते हैं ? सिद्ध कीजिए

कि संवेग संकारक $P_x = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x}$ हरमिशियन होता है।

UNIT - III

इकाई - III

4 Find the probability of finding the particle trapped in a box of length L in the region from 0.45 L to 0.55 L if it is in first excited stale.

एक कण जो कि L लम्बाई के बॉक्स में 0.45 L से 0.55 L के मध्य गतिशील है तथा प्रथम उत्तेजित अवस्था में है, कण की प्रायिकता ज्ञात कीजिए।

OR / अथवा

https://www.pyqonline.com