https://www.uoronline.com

This question paper contains 4 printed pages   Roll No.

B.Sc. (Pt.-III)   **Quan. Mech & Spec.**

3170-I

B.Sc. (Part-III) EXAMINATION, 2021

(Faculty of Science)

[Also Common with Subsidiary Paper of B.Sc. (Hons.) Part-III]

(Three-Year Scheme of 10+2+3 Pattern)

PHYSICS-I

(Quantum Mechanics and Spectroscopy)

Paper-I

Time Allowed : Three Hours   **Maximum Marks : 33**

No supplementary answer book will be given to any candidate. Hence the candidates should write the answers precisely in the main answer book only.

All the parts of one questions should be answerd at one place in the answer book. One complete question should not be answerd at different place in the answer book.

किसी भी परीक्षार्थी को पृथक उत्तर-पुस्तिका नहीं दी जाएगी। अतः परीक्षार्थियों को चाहिए कि वे मुख्य उत्तर-पुस्तिका में ही समस्त प्रश्नों के उत्तर लिखें।

किसी भी प्रश्न के अन्तर्गत पूछे गए विभिन्न प्रश्नों के उत्तर उत्तर-पुस्तिका में अलग-अलग स्थानों पर हल करने के बजाय एक ही स्थान पर हल करें।

Answers of all the questions (short answer as well as descriptive) are to be given in the main answer book only. Answer of short answer type question must be given in sequential order. Similarly all the parts of one question of descriptive part should be answered at one place in the answerbook. One complete question should not be answered at different places in the answerbook.

सभी (लघुत्तरात्मक तथा वर्णनात्मक) प्रश्नों के उत्तर मुख्य उत्तर-पुस्तिका में ही लिखिए। लघुत्तरात्मक प्रश्नों के उत्तर प्रश्नों के क्रमानुसार ही दें। इसी प्रकार किसी भी एक वर्णनात्मक प्रश्न के अन्तर्गत पूछे गए विभिन्न प्रश्नों के उत्तर उत्तर-पुस्तिका में अलग-अलग स्थानों पर हल करने के बजाय एक ही स्थान पर क्रमानुसार हल करें।

Write your roll number on question paper before you start writing answers of questions.

प्रश्नों के उत्तर लिखने से पूर्व प्रश्न-पत्र पर रोल नम्बर अवश्य लिखिए।

Attempt all questions. Question No. 1 of 9 marks has parts 6 with answers not exceeding half page. Question No. 2 to 5 of 6 marks each two parts each, namely compulsory (a) part and (b) part with internal choice.

सभी प्रश्न करने हैं। प्रश्न सं. 1 के 9 अंक हैं तथा इसके 6 भाग के उत्तर आधे पृष्ठ से ज्यादा न हों। प्रश्न सं. 2 से 5 के दो-दो भाग हैं जिसमें (a) भाग अनिवार्य है तथा (b) भाग में आन्तरिक विकल्प है। प्रत्येक प्रश्न 6 अंक का है।

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

Unit-I / इकाई-I

1 (a) A piece of metal glows with a bright red color at 1100°K. At this temperature, However, a piece of quartz does not glow at all. Explain.
धातु का एक टुकड़ा चमकदार लाल रंग के साथ 1100°K पर चमकता है। इस तापमान पर, हालांकि, कार्ट्ज का एक टुकड़ा बिल्कुल भी नहीं चमकता है। स्पष्ट कीजिए।

(b) Why is it so important for the Schrodinger equation to be linear in the wave function?
श्रोडिंगर समीकरण के लिए तरंग-फलन में रैखिक होना इतना महत्वपूर्ण क्यों है?

(c) Why must an eigenfunction be well behaved in order to be acceptable in the Schroedinger theory?
श्रोडिंगर समीकरण सिद्धांत में स्वीकार्य होने के लिए, तरंग-फलन सदाचारी क्यों होना चाहिए?

(d) Give a sketch of the ground state eigenfunction for a finite square potential well (V_0). The width of the well is L.
एक परिमित वर्गाकार विभव कूप (V_0) के मूल अवस्था आईगन फलन का रेखाचित्र दीजिए। विभव कूप की चौड़ाई L है।

(e) Why must $\Phi(\phi) = e^{im\phi}$ be single-valued? How does this lead to the restriction that ml must be an integer?
$\Phi(\phi) = e^{im\phi}$ एकल-मान क्यों होना चाहिए? यह ml पर एक प्रतिबंध कि इसे पूर्णांक होना चाहिए, को कैसे निर्देशित करता है?

(f) Explain why the separation between vibrational levels is somewhat smaller in an excited electronic state than in the ground electronic state?
बताइए कि क्या एक उत्तेजित इलेक्ट्रॉनिक अवस्था में मूल इलेक्ट्रॉनिक अवस्था की तुलना में कंपन स्तर के बीच में विभाजन कुछ कम होता है?

2. (a) Derive the relation $\cot(\theta/2) = (1+h\nu/m_0c^2)\tan\phi$ between the direction of motion of the scattered photon and the recoil electron in the Compton effect.
कॉम्प्टन प्रभाव में प्रतिक्षिप्त इलेक्ट्रान और प्रकीर्ण फोटान की दिशाओं में संबंध: $\cot(\theta/2) = (1+h\nu/m_0c^2)\tan\phi$ को व्युत्पन्न कीजिए।

(b) Show that the de Brogli wavelength of a particle, of charge e, rest mass m_0, moving at relativistic speeds is given as a function of the accelerating potential V as
दर्शाइए कि सापेक्षकीय गति से गतिमान किसी विराम द्रव्यमान m_0, आवेश e के, कण की डे ब्रोगली तरंग दैर्ध्य, त्वरित विभव V, के फलन रूप में निम्न प्रकार दी जाती है:

$$\lambda = (h / \sqrt{2m_0eV})(1 + eV / 2m_0c^2)^{-1/2}$$

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

Or / अथवा

(b) A particle confined in a one-dimensional box of length L, its wave function is $\psi(x) = c \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ in the region $0 < x < L$ and $\psi(0) = 0$ outside the region. Calculate the average value, $\langle x \rangle$ of the x.

एक कण लंबाई L के एक आयामी बॉक्स में सीमित है। इसका तरंग-फलन क्षेत्र $0 < x < L$ में $\psi(x) = c \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ है और क्षेत्र के बाहर $\psi(0) = 0$ है। x के औसत मूल्य $\langle x \rangle$ की गणना कीजिए।

3 (a) Drive the continuity equation $\frac{\partial \rho(r,t)}{\partial t} + \nabla \cdot J = 0$

सातत्य समीकरण $\frac{\partial \rho(r,t)}{\partial t} + \nabla \cdot J = 0$ की व्युत्पत्ति कीजिए।

(b) A particle of mass m, which moves freely inside an infinite potential well of length a, is initially in the state $\psi(x,0) = \sqrt{3/5a}\, \sin(3\pi x/a) + (1/\sqrt{5a}) \sin(5\pi x/a)$. Find $\psi(x,t)$ at any later time t.

https://www.uoronline.com

द्रव्यमान m का एक कण, जो कि एक अनंत विभव कूप के अंदर स्वतंत्र रूप से विचरण करता है, जहां यह प्रारम्भ में अवस्था $\psi(x,0) = \sqrt{3/5a}\, \sin(3\pi x/a) + (1/\sqrt{5a}) \sin(5\pi x/a)$ में है तो बाद में किसी समय t पर $\psi(x,t)$ ज्ञात कीजिए।

Or / अथवा

Consider a beam of particles of mass m that are sent from the left on a potential barrier

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ V_0 & 0 \le x \le a \\ 0 & x < a \end{cases}$$

Find out the general solutions of Schrodinger equation in the three regions for $E < V_0$, then find the relations between arbitrary constants by matching $\psi(x)$ and $d\psi(x)/dx$ at the boundaries between these regions.

द्रव्यमान m के कणों का एक किरण पर विचार कीजिए, जो कि एक विभव अवरोध पर बाईं ओर से भेजे जाते हैं

$$V(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ V_0 & 0 \le x \le a \\ 0 & x < a \end{cases}$$

इन तीन क्षेत्रों में श्रोडिंगर समीकरण के सामान्य हल $E < V_0$ के लिए ज्ञात कीजिए, फिर इन क्षेत्रों के बीच की सीमाओं पर ψ और $d\psi(x)/dx$ के मिलान द्वारा स्वाच्छिक नियतांकों के बीच संबंध ज्ञात कीजिए।

4 (a) Plot the quantum mechanical probability density for the tenth excited state, $|\psi_{10}(x)|^2$ for simple harmonic oscillator and compare it with classical probability $P(x)$.

एक सरल आवर्ती दोलक के लिए दसवें उत्तेजित अवस्था के लिए क्वांटम यांत्रिक प्रायिकता घनत्व $|\psi_{10}(x)|^2$ आलेख कीजिए और इसकी तुलना चिरसम्मत प्रायिकता $P(x)$ से कीजिए।

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

(b) Evaluate $\hat{L}_z \Psi_{atm}$ where $\hat{L}_z = -i\hbar\partial/\partial\phi$, and where Ψ_{atm} is a one electron atom eigenfunction.

$\hat{L}_z \Psi_{atm}$ का मूल्यांकन कीजिए, जहाँ $\hat{L}_z = -i\hbar\partial/\partial\phi$, और Ψ_{atm} एक-इलेक्ट्रॉन परमाणु आईगन फलन है।

Or / अथवा

(b) Verify that the average value of 1/r for a 1 s electron in the hydrogen atom is $1/a_0$.

सत्यापित कीजिए कि हाइड्रोजन परमाणु में 1 s इलेक्ट्रॉन के लिए $1/r$ का औसत मान $1/a_0$ है।

5. (a) Draw the rotational energy levels for two different vibrational states (v=0 and v=1) of a diatomic molecule. Show the some transitions between the rotational-vibrational energy levels together with the spectrum arising from them.

एक द्विपरमाणुक अणु के दो अलग-अलग कंपन अवस्थाओं (v=0 और v=1) के लिए घूर्णी ऊर्जा स्तर के आलेख खींचें और एक साथ उन में उत्पन्न होने वाली के साथ घूर्णी-कंपन ऊर्जा के स्तर के बीच संक्रमणों को दिखाते हुए इन संक्रमण के कारण उत्पन्न स्पेक्ट्रम को दर्शाइए।

(b) Discuss the P, Q, and R branches of a diatomic molecule.

एक द्विपरमाणुक अणु के P, Q और R शाखाओं की व्याख्या कीजिए।

Or / अथवा

(b) Give a plot of the observed electron current as a function of the acceleration voltage in Franck-Hertz experiment and explain it. What are the main inferences drawn from the Franck-Hertz experiment?

फ्रैंक-हर्ट्ज प्रयोग में त्वरक वोल्टेज के एक फलन के रूप में इलेक्ट्रॉन धारा का एक ग्राफ दीजिए और समझाइए। फ्रैंक-हर्ट्ज प्रयोग से मुख्य निष्कर्ष क्या हैं?

****

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com

https://www.uoronline.com