

**3170-I**

**B.Sc. (Part-III) Examination, 2024**

(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**

समय: 3 घंटे

**Maximum Marks: 33**

अधिकतम अंक: 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.*

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

*All the parts of one question should be answered at one place in the answer-book. One complete question should not be answered at different places in the answer-book.*

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।

*Answer 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 answer book. One complete question should not be answered at different places in the answer-book.*

सभी (लघुतरात्मक तथा वर्णनात्मक) प्रश्नों के उत्तर मुख्य उत्तर-पुस्तिका में ही लिखिए। लघुतरात्मक 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 कीजिए।

*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 उनके 6 भाग के उत्तर आधे पृष्ठ से ज्यादा में नहीं देने हैं। प्रश्न सं. 2 से 5 के दो-दो भाग हैं जिसमें (a) भाग अनिवार्य है तथा (b) भाग में आन्तरिक विकल्प हैं। प्रत्येक प्रश्न 6 अंक का है।

1. (a) What is the meaning of ultraviolet catastrophe? [1½]  
 पराबैगनी विपद का क्या अर्थ है?
- (b) Why is it so important for the Schrodinger equation to be linear in the wave function? [1½]  
 श्रोडिंगर समीकरण के लिए तरंग फलन में रैखिक होना इतना महत्वपूर्ण क्यों है?
- (c) Plot Eigenfunctions of a particle in one dimensional box for  $n = 1, 2$ . [1½]  
 एक विमीय बॉक्स में स्थित कण के आइगेन फलन के आरेख  $n = 1, 2$  के लिए बनाइये।
- (d) What is Ramsauer-Townsend effect? [1½]  
 रामसौएर-टाउनसैंड प्रभाव क्या है?
- (e) Write down the Schrodinger equation for Hydrogen atom in spherical co-ordinates. [1½]  
 गोलीय निर्देशांक में हाइड्रोजन परमाणु के लिए श्रोडिंगर समीकरण लिखिये।
- (f) What is the importance of Frank-Hertz experiment? [1½]  
 फ्रैंक-हर्ट्ज प्रयोग का क्या महत्त्व है?

### UNIT-I/इकाई-I

2. (a) Discuss the failure of classical physics to explain the photoelectric effect. Establish Einstein equation for photoelectric effect. [3]  
 प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या करने में चिरसम्मत सिद्धान्त की असफलता को समझाइये। प्रकाश विद्युत प्रभाव के लिए आइंस्टाइन के समीकरण को व्युत्पन्न कीजिए।
- (b) The velocity of electron is  $300 \text{ ms}^{-1}$ . The accuracy in it is 0.01%. Find the uncertainty in the position of the electron. [3]  
 एक इलेक्ट्रॉन का वेग  $300 \text{ मीसै}^{-1}$  है। इसमें 0.01% की परिशुद्धता हो तो इस इलेक्ट्रॉन की स्थिति का पता लगाने में अनिश्चितता की गणना कीजिये।

OR/अथवा

Prove that Eigenfunctions of two different Eigenvalues are orthogonal.

सिद्ध कीजिए कि दो भिन्न आइगेन मानों के आइगेन फलन लाम्बिक होते हैं।

## UNIT-II / इकाई-II

3. (a) Explain Probability density and Probability current density. Obtain continuity equation  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{S} = 0$ . [3]

प्रायिकता घनत्व एवं प्रायिकता धारा घनत्व की व्याख्या कीजिए। सांतत्य समीकरण  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{S} = 0$  को प्राप्त कीजिये।

- (b) Calculate the minimum kinetic energy of a moving proton in one dimensional box of length  $10^{-10}$ m. Proton mass =  $1.67 \times 10^{-27}$ kg and  $h = 1.054 \times 10^{-34}$ J×S. [3]

$10^{-10}$  मीटर लम्बाई के एक विमीय बॉक्स में गतिशील प्रोटॉन की न्यूनतम गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिये। प्रोटॉन का द्रव्यमान =  $1.67 \times 10^{-27}$  kg तथा  $h = 1.054 \times 10^{-34}$  J×S

OR / अथवा

Obtain reflection and transmission coefficients for a particle when its energy E is less than the height of  $V_0$  of the potential step.

एक कण जिसकी ऊर्जा E विभव सीढ़ी की ऊँचाई  $V_0$  से कम है, के लिए परावर्तन एवं पारगमन गुणांक ज्ञात कीजिये।

## UNIT-III / इकाई-III

4. (a) Obtain the energy Eigenvalues and Eigenfunctions for a particle in a finite potential well. [3]

किसी परिमित गहराई के विभव कूप में स्थित कण के लिए ऊर्जा आइगेन मान एवं आइगेन फलन ज्ञात कीजिये।

- (b) Find the energy in the second excited state of one dimensional simple harmonic oscillator of angular frequency  $10^{14}$  rad sec<sup>-1</sup>. [3]

कोणीय आवृत्ति  $10^{14}$  रेडियन सै<sup>-1</sup> के एक विमीय सरल आवर्ती दोलित्र की द्वितीय उत्तेजित अवस्था में ऊर्जा ज्ञात कीजिये।

OR / अथवा

Determine the following commutators for operators –

निम्न संकारकों के लिए क्रम विनियमक का मान ज्ञात कीजिये –

- (i)  $[L_x, X]$   
(ii)  $[L_z, P_x]$   
(iii)  $[L_z, P_z]$

## UNIT-IV / इकाई-IV

5. (a) Explain normal and anomalous Zeeman effect. Give energy level diagrams for sodium atom showing these effects. [3]  
सामान्य तथा असामान्य ज़ीमान प्रभाव को समझाइये। इन प्रभावों को प्रदर्शित करते हुए सोडियम परमाणु के ऊर्जा स्तर आरेख बनाइये।
- (b) The moment of inertia of NO molecule is  $1.65 \times 10^{-46} \text{ Kg m}^2$ . Determine the energy of its first three rotational energy levels. [3]  
NO अणु का जड़त्व आघूर्ण  $1.65 \times 10^{-46} \text{ kg m}^2$  है। इसके प्रथम तीन घूर्णी ऊर्जा स्तरों की ऊर्जा ज्ञात कीजिये।

OR / अथवा

Explain the following –

निम्न की व्याख्या कीजिए –

- (i) Selection rules  
चयन नियम
- (ii) Qualitative characteristic of molecular spectrum.  
आणविक वर्णक्रम के गुणात्मक लक्षण
- (iii) Rotational spectra  
घूर्णी स्पेक्ट्रा
-