

Roll No. : .....

Total No. of Questions : 11 ]

[ Total No. of Printed Pages : 7

# C-361

## B.Sc. (Part-III) Examination, 2023

### PHYSICS

#### Paper - I

#### (Quantum Mechanics, Atomic and Molecular Physics)

Time : 3 Hours ]

[ Maximum Marks : 45

#### Section-A

(Marks :  $1\frac{1}{2} \times 10 = 15$ )

**Note :-** Answer all *ten* questions (Answer limit **50** words). Each question carries  $1\frac{1}{2}$  marks.

(खण्ड-अ)

(अंक :  $1\frac{1}{2} \times 10 = 15$ )

**नोट :-** सभी दस प्रश्नों के उत्तर दीजिए (उत्तर-सीमा **50** शब्द)। प्रत्येक प्रश्न  $1\frac{1}{2}$  अंक का है।

#### Section-B

(Marks :  $3 \times 5 = 15$ )

**Note :-** Answer all *five* questions. Each question has internal choice (Answer limit **200** words). Each question carries **3** marks.

(खण्ड-ब)

(अंक :  $3 \times 5 = 15$ )

**नोट :-** सभी पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न में विकल्प का चयन कीजिए (उत्तर-सीमा **200** शब्द)। प्रत्येक प्रश्न **3** अंक का है।

#### Section-C

(Marks :  $5 \times 3 = 15$ )

**Note :-** Answer any *three* questions out of five (Answer limit **500** words). Each question carries **5** marks.

(खण्ड-स)

(अंक :  $5 \times 3 = 15$ )

**नोट :-** पाँच में से किन्हीं **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए (उत्तर-सीमा **500** शब्द)। प्रत्येक प्रश्न **5** अंक का है।

**BRI-172**

( 1 )

**C-361** P.T.O.

## Section–A

### (खण्ड–अ)

1. (i) Draw the black-body spectrum and give its *three* characteristics.

कृष्णिका स्पैक्ट्रम आरेखित कीजिए तथा इसके **तीन** अभिलाक्षणिक दीजिए।

- (ii) If the uncertainty in the position of an electron is  $10 \text{ \AA}$ , then find the minimum uncertainty in its velocity.

यदि एक इलेक्ट्रॉन की स्थिति में अनिश्चितता  $10 \text{ \AA}$  है, तो इसके वेग में न्यूनतम अनिश्चितता की गणना कीजिए।

- (iii) Write the boundary and continuity conditions for a wavefunction.

एक तरंगफलन के लिए परिसीमा तथा सततता प्रतिबन्धों को लिखिए।

- (iv) For a wave we have  $\omega = \sqrt{k}$  then find the ratio of group velocity and phase velocity.

एक तरंग के लिए यदि  $\omega = \sqrt{k}$  हो तो समूह तथा कला वेग का अनुपात ज्ञात कीजिए।

- (v) Calculate the normalization constant  $A$  for the wavefunction

$$\psi = A \exp(-ax) \text{ for } 0 \leq x \leq \infty.$$

तरंगफलन  $\psi = A \exp(-ax)$  के लिए  $0 \leq x \leq \infty$  परास में प्रसामान्यीकरण गुणांक की गणना कीजिए।

- (vi) Define the reflection and transmission coefficients.

परावर्तन तथा परागमन गुणांकों को परिभाषित कीजिए।

(vii) Show that energy levels of a quantum harmonic oscillator are equally spaced.

दिखाइए कि एक क्वांटम सरल आवर्ती दोलक के ऊर्जा स्तर समान अंतर रूप से स्थित होते हैं।

(viii) Write the Schrödinger equation for H-atom in spherical coordinates.

H-परमाणु के लिए गोलीय निर्देशांकों में श्रोडिंजर समीकरण लिखिए।

(ix) Define the screening effect and screening constant for Alkali atoms.

क्षारीय धातुओं परमाणुओं के लिए आवरण प्रभाव तथा आवरण नियतांक को परिभाषित कीजिए।

(x) Which branch is located at greater frequency, P or R ? Explain why ?

P तथा R में से कौनसी शाखा की आवृत्ति ज्यादा होती है ? समझाइए क्यों होती है ?

### Section-B

#### (खण्ड-ब)

2. Describe the Einstein explanation of Photo-electric effect.

प्रकाश विद्युत प्रभाव की आइंन्सटीन द्वारा दी गई व्याख्या का वर्णन कीजिए।

*Or*

(अथवा)

Explain the De-Broglie hypothesis and calculate the De-Broglie wavelength of an  $e^-$  of 100 keV energy.

डी-ब्रॉग्ली परिकल्पना को समझाइए तथा एक 100 keV ऊर्जा से त्वरित इलेक्ट्रॉन की डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य की गणना कीजिए।

3. Define the probability current density and derive the continuity equation for it.  
प्रायिकता धारा घनत्व को परिभाषित कीजिए तथा इसके लिए सततता समीकरण व्युत्पन्न कीजिए।

*Or*

(अथवा)

If  $x$  and  $p_x$  are operators for position and momentum respectively, then prove that :

(i)  $xp_x - p_x x = i\hbar$

(ii)  $x^2 p_x - p_x x^2 = 2i\hbar x$

यदि  $x$  तथा  $p_x$  क्रमशः स्थिति तथा संवेग के संकारक हों तो निम्नलिखित को सिद्ध कीजिए :

(i)  $xp_x - p_x x = i\hbar$

(ii)  $x^2 p_x - p_x x^2 = 2i\hbar x$

4. Derive the expression for energy of a particle moving in a three-dimensional box and show that these are degenerate.

एक त्रिविमिय बॉक्स में गतिशील कण के लिए ऊर्जा के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए तथा दर्शाएँ कि ये अपभ्रष्ट होते हैं।

*Or*

(अथवा)

Solve the Schrödinger equation for a rectangular potential barrier when energy of incoming particle is less than the height of barrier and obtain the solutions for wavefunctions.

एक आयताकार विभव रोधिका के लिए श्रोडिन्गर समीकरण व्युत्पन्न कीजिए यदि आपतित कण की ऊर्जा रोधिका की ऊँचाई से कम है तथा तरंगफलनों के हल प्राप्त कीजिए।

5. Write the wavefunction for ground state of H-atom and show that most probable distance of electron from nucleus is equal to Bohr radius in this state.

H-परमाणु के लिए मूल अवस्था के संगत तरंगफलन लिखिए तथा दर्शाइए कि इस अवस्था में इलेक्ट्रॉन की नाभिक से सबसे सम्भावित दूरी बोर त्रिज्या के बराबर होती है।

*Or*

(अथवा)

Prove that the expectation value of kinetic energy is equal to half of zero point energy for a harmonic oscillator.

सिद्ध कीजिए कि एक सरल आवर्ती दोलक की गतिज ऊर्जा का प्रत्याशा मान इसकी शून्य बिन्दु ऊर्जा के मान का आधा होता है।

6. Explain the L-S coupling and using it write all the allowed spectral terms for  $4p3d$  configuration.

L-S युग्मन को समझाइए तथा इसकी सहायता से  $4p3d$  विन्यास के लिए सभी अनुमत स्पेक्ट्रमी पद लिखिए।

*Or*

(अथवा)

Describe the Raman effect and explain it on the basis of quantum theory.

रमन प्रभाव का वर्णन कीजिए तथा क्वांटम सिद्धांत के अनुसार इसको समझाइए।

## Section-C

(खण्ड-स)

7. Explain the Planck's hypothesis and derive Planck's radiation law.

प्लांक की परिकल्पना को समझाइए तथा प्लांक विकिरण नियम व्युत्पन्न कीजिए।

8. Define the Hermitian operator and prove that eigen values of a Hermitian operator are real and eigen functions are orthogonal.

हर्मिटी संकारक को परिभाषित कीजिए तथा सिद्ध कीजिए कि हर्मिटी संकारक के आइगेन मान वास्तविक तथा आइगेन फलन लाम्बिक होते हैं ?

9. The potential for a particle moving in  $x$  direction is given as :

$$V(x) = 0 ; 0 < x < a$$

$$V(x) = \infty ; x \leq 0 \text{ and } x \geq a$$

Find the energy eigen values and eigen functions for it.

$x$  दिशा में गतिशील एक कण के लिए विभव निम्न है :

$$V(x) = 0 ; 0 < x < a$$

$$V(x) = \infty ; x \leq 0 \text{ तथा } x \geq a$$

इसके लिए ऊर्जा आइगेन मान तथा आइगेन फलन ज्ञात कीजिए।

10. Derive the expression for spherical harmonics for H-atom and draw the same for  $s$  and  $p$  states of H-atom in ground state.

H-परमाणु के गोलीय हार्मोनिक्स के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए तथा H-परमाणु की मूल अवस्था में  $s$  व  $p$  अवस्थाओं के लिए इन्हें आरेखित भी कीजिए।

11. Describe the pure vibrational spectra of a diatomic molecule and explain the transition rules for it.

एक द्विपरमाणुक अणु के लिए शुद्ध कम्पनिक स्पेक्ट्रम का वर्णन कीजिए तथा इसके लिए वरण नियमों को समझाइए।