

Roll No.....

Total No. of Printed Pages : 8

**3161**

**Third Year (T.D.C.) Science Examination, 2017**

**PHYSICS**

(Quantum Mechanics, Atomic and Molecular Physics)

Paper-I

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 50

**PART-A ( खण्ड-अ )** [Marks : 10

Answer all questions (50 words each).

All questions carry equal marks.

सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर 50 शब्दों से अधिक न हो।

सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

**PART-B ( खण्ड-ब )** [Marks : 25

Answer **five** questions (250 words each), selecting **one** from each Unit. All questions carry equal marks.

प्रत्येक इकाई में से एक-एक प्रश्न चुनते हुए, कुल पाँच प्रश्न कीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर 250 शब्दों से अधिक न हो।

सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

**PART-C ( खण्ड-स )**

[Marks : 15

Answer any **two** questions (500 words each).

All questions carry equal marks.

कोई दो प्रश्न कीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर 500 शब्दों से अधिक न हो।

सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

**PART-A**

( खण्ड-अ )

1. Answer the following questions :

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

- (i) Define Heisenberg's uncertainty principle.  
हाइजेनबर्ग के अनिश्चितता सिद्धांत को परिभाषित कीजिए।
- (ii) Write eigenvalue equation for an operator.  
किसी संकारक के लिए आइगेन मान समीकरण लिखिए।
- (iii) Write the Schrödinger's equation for a free particle.

मुक्त कण के लिए श्रोडिंजर समीकरण लिखिए।

- (iv) Define reflection coefficient.  
परावर्तन गुणांक को परिभाषित कीजिए।
- (v) What do you mean by Gyromagnetic ratio for orbital motion?  
कक्षीय गति के लिए घूर्ण चुम्बकीय अनुपात से आप क्या समझते हैं?
- (vi) Write  $\hat{L}_z$  operator in spherical coordinate system.  
गोलीय निर्देशांक पद्धति में  $\hat{L}_z$  संकारक लिखिए।
- (vii) What is Zeeman effect?  
जीमान प्रभाव क्या है?
- (viii) Distinguish between Singlet and Triplet states.  
एकक एवं त्रिक अवस्थाओं में विभेद कीजिए।
- (ix) What is the sequence in electronic spectrum?  
इलेक्ट्रॉनीय स्पेक्ट्रम में अनुक्रम क्या है?
- (x) Which spectra correspond to infrared region?  
अवरक्त क्षेत्र का संगत स्पेक्ट्रम कौन-सा है?

## PART-B

( खण्ड-ब )

### UNIT-I

( इकाई-I )

2. Electron can not reside the nucleus. Explain. 5  
इलेक्ट्रॉन का नाभिक में अस्तित्व सम्भव नहीं है।  
समझाइए।
3. Explain Davisson and Germer's experiment for  
the confirmation of de-Broglie relation. 5  
डी-ब्रोगली सम्बन्ध की पुष्टि हेतु डेवीसन तथा जर्मेर प्रयोग  
की व्याख्या कीजिए।

### UNIT-II

( इकाई-II )

4. A particle of mass  $m$  is confined in an one  
dimensional box. Determine the wave functions  
and energy eigenvalues of the particle.  $2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$   
द्रव्यमान  $m$  का एक कण एक विमीय बॉक्स में निहित है।  
कण के तरंग फलन एवं ऊर्जा आइगेन मान ज्ञात कीजिए।
5. Write step-up and step-down operators for a simple  
harmonic oscillator. Deduce the expression of  
Hamiltonian in terms of these operators.  $1+1+3$   
सरल आवर्ती दोलित्र के लिए उच्चायी एवं अपचायी संकारक  
लिखिए। हेमिल्टोनियन का व्यंजक इन संकारकों के पदों में  
निगमित कीजिए।

### UNIT-III

#### ( इकाई-III )

6. Write the wave function for the normal state of Hydrogen atom and calculate the most probable distance of electron from nucleus. 2+3

हाइड्रोजन परमाणु की सामान्य अवस्था के लिए तरंग फलन लिखिए तथा इलेक्ट्रॉन की नाभिक से सर्वाधिक प्रायिक दूरी का व्यंजक निगमित कीजिए।

7. Prove that no two of three components of angular momentum  $L$  commute with each other, but all of them commute with  $L^2$ .  $2\frac{1}{2}+2\frac{1}{2}$

सिद्ध करो कि कोणीय संवेग  $L$  के तीनों घटकों में से कोई भी दो घटक एक-दूसरे से क्रम विनिमय नहीं करते हैं बल्कि ये सभी  $L^2$  के साथ क्रम विनिमेय करते हैं।

### UNIT-IV

#### ( इकाई-IV )

8. Define Mosley's Law. Explain it with the help of Bohr theory. 2+3

मोजले नियम को परिभाषित कीजिए। बोर सिद्धांत के आधार पर मोजले नियम को समझाइए।

9. On the basis of vector model explain fine structure of  $H_{\infty}$  line. 5

वेक्टर मॉडल के आधार पर  $H_{\infty}$  रेखा की सूक्ष्म संरचना समझाइए।

### UNIT-V

#### ( इकाई-V )

10. Explain vibration-rotation spectra and P, Q, R branches. 2+3

P, Q, R शाखाओं तथा कम्पन-घूर्णन स्पेक्ट्रम को समझाइए।

11. Discuss the formation of molecular orbitals of  $H_2$  molecule. 5

$H_2$  अणु के आण्विक कक्षकों के निर्माण की विवेचना कीजिए।

### PART-C

#### ( खण्ड-स )

12. (a) Prove that

$$\psi_1(x) = A_1 \cos \frac{n \pi x}{\ell} \text{ and } \psi_2(x) = A_2 \sin \frac{n \pi x}{\ell}$$

are orthogonal wave functions. 3½

सिद्ध कीजिए कि

$$\psi_1(x) = A_1 \cos \frac{n \pi x}{\ell} \text{ तथा } \psi_2(x) = A_2 \sin \frac{n \pi x}{\ell}$$

तरंग फलन लाम्बिक तरंग फलन होते हैं।

- (b) Prove that if operators  $\hat{A}$  and  $\hat{B}$  have simultaneous eigenfunctions then they commute. 4

यदि संकारक  $\hat{A}$  तथा  $\hat{B}$  के उभयनिष्ठ आइगेन फलन हैं तो सिद्ध कीजिए कि वे क्रम विनिमेय करते हैं।

13. (a) Explain tunneling effect quantum mechanically. 4

क्वांटम यांत्रिकी आधार पर सुरंगन प्रभाव को समझाइए।

- (b) An electron is confined in an one dimensional box of width 0.1 nm. Calculate its energy eigenvalues. 3½

एक इलेक्ट्रॉन 0.1 nm चौड़ाई के एक विमीय बॉक्स में निहित है। इलेक्ट्रॉन के ऊर्जा आइगेन मानों की गणना कीजिए।

14. (a) Evaluate eigenfunctions and eigenvalues of  $\hat{L}_z$  and  $\hat{L}^2$ . 3+3

$\hat{L}_z$  तथा  $\hat{L}^2$  के आइगेन फलन तथा आइगेन मान का परिकलन कीजिए।



- (b) Write the radial part of Schrödinger equation for Hydrogen atom. 1½

हाइड्रोजन परमाणु के लिए श्रोडिंजर समीकरण के त्रिज्य भाग को लिखिए।

15. (a) Discuss spectra of He-atom. 5

He-परमाणु के स्पेक्ट्रम की विवेचना कीजिए।

- (b) Give selection rules for the transition of an electron from one energy level to another energy level. 2½

एक ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में इलेक्ट्रॉन के संक्रमण के लिए वरण नियम दीजिए।

16. (a) Discuss isotope effects on rotational and vibrational energies. 3+3

घूर्णी तथा काम्पनिक ऊर्जाओं पर समस्थानिक प्रभावों की विवेचना कीजिए।

- (b) State Frank-Condon principle. 1½

फ्रैंक-कोंडन सिद्धांत को परिभाषित कीजिए।

\*\*\*\*\*