

---

## PHYSICS

### First Paper (Quantum Mechanics and Spectroscopy)

---

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 50

#### Part-A (भाग-अ) M.M.-10

सभी दस प्रश्न करना अनिवार्य है। प्रश्नों का उत्तर 20 शब्दों से अधिक नहीं होना चाहिए।  
सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

#### Part-B (भाग-ब) M.M.-10

सभी पाँच प्रश्न कीजिये। प्रश्नों के उत्तर 50 शब्दों से अधिक नहीं होने चाहिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

#### Part-C (भाग-स) M.M.-30

प्रत्येक इकाई में से एक प्रश्न चुनत हुए, कुल तीन प्रश्न कीजिये। सभी प्रश्नों का उत्तर 400 शब्दों से अधिक नहीं होना चाहिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

#### Part-A (भाग-अ)

1. (i) Plot spectral energy distribution curve of a black body at three

different temperature. तीन अलग-अलग ताप की कृष्णिका वस्तु के लिए स्पेक्ट्रम ऊर्जा वितरण बनाइये।

(ii) Give the physical significance of electric quadrupole moment of the nucleus. नाभिक के वैद्युत चतुर्ध्रुण आधूर्ण का भौतिक अभिप्राय दीजिये।

(iii) Define linear operator. रेखीय संकारक की परिभाषा दीजिये।

(iv) Write Planck radiation formula. प्लांक विकिरण सूत्र लिखिये।

(v) What is phase velocity? कला वेग क्या है?

(vi) Plot energy eigenfunction for  $n = 1, 2$  in a one dimensional box.

एकविमीय बाक्स के लिए  $n = 1, 2$  हेतु ऊर्जा आइगन फलन प्रदर्शित कीजिये।

(vii) What is transmission resonance? पारगमन अनुनाद क्या है?

(viii) Differentiate between hydrogen and deuterium atoms.

हाइड्रोजन एवं ड्यूट्रियम परमाणुओं में विभेद कीजिये।

(ix) What is the order of spacing between vibrational energy states?

कम्पन ऊर्जा स्तरों के मध्य अन्तराल की कोटि क्या होती है?

(x) What is Bohr Magneton? बोर मैग्नेटोन क्या होता है?

### Part-B (भाग-ब)

2. Calculate the minimum energy of a photon who can transfer its 50% kinetic energy to a stationary electron.

फोटान की उस न्यूनतम ऊर्जा का परिकलन कीजिये जिससे कि वह विराम अवस्था वाले इलेक्ट्रॉन को अपनी 50 प्रतिशत गतिज ऊर्जा स्थानान्तरित कर सकेगा।

#### OR (या)

Explain how classical theory fails to explain photoelectric effect.

चिरसम्मत सिद्धान्त, प्रकाश विद्युत प्रभाव को समझाने में किस प्रकार असमर्थ हैं? समझाइये।

3. Using the uncertainty principle show the non-existence of electrons in nucleus.

अनिश्चितता सिद्धान्त की सहायता से नाभिक में इलेक्ट्रॉन के अस्तित्व को दर्शाइये।

#### OR (या)

Prove that eigenvalue of Hermitian operator is real.

सिद्ध कीजिये कि हर्मिटी संकारक के आइगन मान वास्तविक होते हैं?

4. Explain the concept of negative effective mass.

ऋणात्मक प्रभावी द्रव्यमान की अभिधारणा को समझाइये।

#### OR (या)

Distinguish between phase velocity and group velocity.

कला वेग एवं समूह वेग के मध्य अन्तर को स्पष्ट कीजिये।

5. What is tunnel effect experiment? Explain  $\alpha$ -decay.

सुरंग प्रभाव क्या है?  $\alpha$ -कण के क्षय की व्याख्या कीजिए।

OR (या)

Explain relaxation time. विश्रांति काल को समझाइये।

6. Derive the relation between exchange integral and Weiss constant.

विनियेमक समाकलन व वाइस नियतांक के मध्य सम्बन्ध को व्युत्पन्न कीजिए।

OR (या)

What is fine structure of spectral lines?

स्पेक्ट्रमी रेखाओं की सूक्ष्म सरचना क्या होती है?

### Part-C (भाग-स)

7. (a) Explain Davison Germer? Experiment, Give figure.

डेविसन जरमर प्रयोग की व्याख्या कीजिए। चित्र भी बनाइये।

(b) Derive an expression for the shift in wavelength in Compton effect.

काम्पटन प्रभाव में तरंगदैर्घ्य विस्थापन के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

OR (या)

(a) Derive the time independent Schrodinger wave equation of a particle.  
किसी कण के लिए काल अनाश्रित श्रोडिंगर तरंग समीकरण व्युत्पन्न कीजिए।

(b) Prove commutation relation :  $[L_x, L_y] = i\hbar L_z$

क्रम विनियोग सम्बन्ध  $[L_x, L_y] = i\hbar L_z$  को सिद्ध कीजिए।

8. (a) One dimensional square potential well has width  $a$  and depth  $V_0$ . Calculate transmission coefficient for a particle having positive energy value. एक विमीय वर्ग विभव कूप की चौड़ाई  $a$  एवं परिमित गहराई  $V_0$  है। कण की धनात्मक ऊर्जा मान के लिए पारगमन गुणांक की गणना कीजिए।

(b) What is zero point energy of a simple harmonic oscillator? Prove

that zero point energy is  $\frac{1}{2}hv$ . शून्य बिन्दु ऊर्जा क्या है? सिद्ध कीजिए कि

एक सरल आवर्त दोलक की शून्य बिन्दु ऊर्जा  $\frac{1}{2}hv$  होती है।

OR (या)

(a) Calculate expectation values of potential energy and kinetic energy of a simple harmonic oscillator in ground state. मूल अवस्था में दोलित्र की स्थितिज व गतिज ऊर्जा की प्रत्याशा मान ज्ञात कीजिए।

(b) Calculate minimum energy of a proton in one dimensional box of  $1\text{\AA}$  width.  $m_p = 1.6 \times 10^{-27}\text{kg}$ ,  $\hbar = 10^{-34}\text{JS}$

$1\text{\AA}$  चौड़ाई के एकविमीय बाक्स में गतिशील प्रोटॉन की न्यूनतम ऊर्जा की गणना

कीजिए।  $m_p = 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .  $h = 10^{-34} \text{ JS}$

9. (a) Explain what do you understand by molecular spectra. How is it different from atomic spectra? What are qualitative features of molecular spectra? आणविक स्पेक्ट्रम से आप क्या समझते हैं? यह परमाणविक स्पेक्ट्रम से किस प्रकार भिन्न हैं? आणविक स्पेक्ट्रम के गुणात्मक लक्षण क्या हैं?
- (b) What is rigid rotator? Explain. Write Schrodinger equation for it. दृढ़ घूर्णी क्या है? स्पष्ट कीजिए। इसके लिए श्रोडिनर, समीकरण लिखिए।
- OR (या)
- (a) Discuss Frank Hertz experiment and the results obtained. फ्रैंक हर्ट्ज प्रयोग एवं इसके परिणामों की व्याख्या कीजिए।
- (b) Explain Raman Effect. रमन प्रभाव को समझाइये।