

**Department of Higher Education, Govt. of M.P.**  
**Under Graduate Semester wise Syllabus**  
as recommended by Central Board of Studies and approved by the Governor of M.P.  
with effect from Session 2016-2017

**Class: B.Sc.**

**Max. Marks:** 85 + (CCE) 15 = 100

**Semester: V**

**Subject: Physics**

**Title of Paper: Quantum Mechanics and Spectroscopy**

**Unit-I: QUANTUM MECHANICS-1 15 Lectures**

**Particles and Waves:** Photoelectric effect. Black body radiation. Compton effect. De Broglie hypothesis. Wave particle duality. Davisson-Germer experiment. Wave packets. Concept of phase and group velocity. Two slit experiment with electrons. Probability. Wave amplitude and wave functions. Heisenberg's uncertainty principle with illustrations. Basic postulates and formalism of Schrodinger's equation. Eigenvalues. Probabilistic interpretation of wave function. Equation of continuity. Probability current density. Boundary conditions on the wave function. Normalization of wave function.

**Unit-II: QUANTUM MECHANICS-2 15 Lectures**

**Time independent Schrodinger equation:** One dimensional potential well and barrier. Boundary conditions. Bound and unbound states. Reflection and transmission coefficients for a rectangular barrier in one dimension. Explanation of alpha decay. Quantum phenomenon of tunneling. Free particle in one-dimensional box, eigen functions and eigen values of a free particle. One-dimensional simple harmonic oscillator, energy eigenvalues from Hermite differential equation, wave function for ground state. Particle in a spherically symmetric potential. Rigid rotator. Orbital angular momentum, azimuthal quantum numbers and space quantization. Radial solutions and principle quantum number. Hydrogen atom.

**Unit-III: ATOMIC SPECTROSCOPY 15 Lectures**

**Atoms in electric and magnetic fields:** Quantum numbers, Bohr model and selection rules. Stern-Gerlach experiment. Spin as an intrinsic quantum number. Incompatibility of spin with classical ideas. Orbital angular momentum. Fine structure. Total angular momentum. Pauli exclusion principle. Many particles in one dimensional box. Symmetric and anti-symmetric wave functions. Atomic shell model. Spectral notations for atomic states. Spin-orbit coupling, Vector model **L-S** and **J-J** coupling. Doublet structure of alkali spectra. Zeeman effect. Continuous and characteristic X-rays. Moseley's law.

**Unit-IV: MOLECULAR SPECTROSCOPY 15 Lectures**

**Spectra:** Various types of spectra. Rotational spectra. Intensity of spectral lines and determination of bond distance of diatomic molecules. Isotope effect. Vibrational energies of diatomic molecules. Zero point energy. Anharmonicity. Morse potential. Raman effect, Rotational Raman spectra and Vibrational Raman spectra. Stokes and anti-Stokes lines and their intensity difference. Electronic spectra. Born-Oppenheimer approximation. Frank-Condon principle, singlet and triplet states. Fluorescence and phosphorescence.

Interaction of charged particles and neutrons with matter, working of nuclear detectors, G-M counter, proportional counter, Scintillation counter, Cloud chamber.

Basic properties of nucleus: Shape, Size, Mass and Charge of the nucleus. Stability of the nucleus and Binding energy. Alpha particle spectra – velocity and energy of alpha particles. Geiger-Nuttall law. Nature of beta ray spectra. The neutrino. Energy levels and decay schemes. Positron emission and electron capture. Selection rules. Beta absorption and range of beta particles. Kurie plot. Nuclear reactions, pair production. Q-values and threshold of nuclear reactions. Nuclear reaction cross-sections. Examples of different types of reactions and their characteristics. Compound nucleus, Bohr's postulate of compound nuclear reaction, Semi empirical mass formula, Shell model, Liquid drop model, Nuclear fission and fusion (concepts).

**References:**

- 1 Quantum Mechanics: V. Devanathan, Narosa Publishing House, New Delhi, 2005.
- 2 Quantum Mechanics: B. H. Bransden, Pearson Education, Singapore, 2005.
- 3 Quantum Mechanics: Concepts and Applications, Nouredine Zettili, Jacksonville State University, Jacksonville, USA, John Wiley and Sons, Ltd, 2009.
- 4 Introductory Quantum Mechanics & Spectroscopy: K.M. Jain, South Asian Publications.
- 5 Physics of Atoms & molecules: B.H. Bransden & C.J. Joachaim, Pearson Education, Singapore, 2003
- 6 Fundamentals of Molecular Spectroscopy: C.M. Banwell & M. McCash, McGraw Hill (U.K. edition)

**Department of Higher Education, Govt. of M.P.**  
**Under Graduate Semester wise Syllabus**  
**as recommended by Central Board of Studies and approved by the Governor of M.P.**  
**with effect from Session 2016-2017**

Semester: **V**  
Subject: **Physics**  
Title of Paper: **Quantum Mechanics and Spectroscopy**

इकाई-1

**क्वांटम यांत्रिकी-1**

**कण एवं तरंग:** प्रकाश विद्युत प्रभाव, कृष्ण पिण्ड विकिरण, क्राम्पटन प्रभाव, डी-ब्रोगली परिकल्पना, तरंग-कण द्वैतता, डेवीस जर्मर प्रयोग, तरंग पैकेट, तरंग व समूह वेग की अभिधारणा, इलेक्ट्रॉन का द्वि-स्लिट प्रयोग, प्रायिकता, तरंग आयाम व तरंग फलन, हाइज़नबर्ग का अनिश्चितता का सिद्धांत व उदाहरण, श्रोडिंजर समीकरण व उसकी मूलभूत अवधारणाएँ। आइगन मान, तरंग फलन की प्रायिकता आधारित व्याख्या, सातत्य समीकरण, प्रायिकता धारा धनत्व, तरंग फलन पर सीमांत शर्तें। तरंग फलन का प्रसामान्यीकरण।

इकाई-2

**क्वांटम यांत्रिकी-2**

**समय अनिर्भर श्रोडिंजर समीकरण:** एक-विमीय विभव कूप व प्राचीर, सीमांत शर्तें, बद्ध व अबद्ध अवस्थाएँ, आयाताकार प्राचीर (I-D) से परावर्तन व पारगमन गुणांक।  $\alpha$ -क्षय की व्याख्या, सुरंगन की क्वांटम घटना। एक-विमीय बाक्स में मुक्त कण, मुक्त कण हेतु आइगन फलन एवं आइगन मान। एक विमीय सरल आवर्त दौलित्र, हरमाइट अवकल समीकरण से उसके आइगन मान, मूल अवस्था का आइगन फलन, गोलीय सममित विभव में कण, दृढ़ धूर्णक, दृढ़ अक्षीय कोणीय संवेग, एजीमूथल क्वांटम संख्या, स्पेस क्वांटीकरण, त्रिज्यीय हल, मुख्य क्वांटम संख्यांक, हायड्रोजन परमाणु।

इकाई-3

**परमाणु स्पेक्ट्रोस्कोपी**

विद्युतीय व चुम्बकीय क्षेत्र में परमाणु – क्वांटम संख्यांक, बोहर मॉडल व वरण (Selection) के नियम, स्टर्न-गर्लक प्रयोग, चक्रण – मूलभूत (Intrinsic) क्वांटम संख्या। चक्रण की चिरसम्मत सिद्धांत से असंगति। कक्षीय कोणीय संवेग, फाइन स्ट्रक्चर कुल कोणीय संवेग, पाउली का अपवर्जन सिद्धांत। एक विमीय बाक्स में बहुलकण-सममिती व असममिती तरंग फलन, परमाणु कोश मॉडल। परमाण्वीय अवस्था हेतु स्पेक्ट्रमी संकेतन, स्पिन आरबिट कपलिंग, वेक्टर परमाणु मॉडल, L-S व J-J युग्मन, क्षारीया-स्पेक्ट्रम में द्विक संरचना। ज़ीमन प्रभाव। सतत व अभिलाक्षणिक X-किरण स्पेक्ट्रा, मोसले का नियम।

इकाई-4

### आणविक स्पेक्ट्रोस्कोपी

विभिन्न प्रकार के स्पेक्ट्रा (वर्णक्रम), धूर्णी स्पेक्ट्रा, वर्णक्रम रेखाओं की तीव्रता व द्वि-परमाणविक अणु की बद्ध दूरी, समस्थानिक प्रभाव/द्वि-परमाणविक अणु की कम्पन उर्जा, शून्य बिन्दु उर्जा, अनहार्मोनिसीटी (अनावृति)। मोर्स विभव, रमन प्रभाव, धूर्णी व काम्पनिक रमन प्रभाव। स्टोक व प्रति स्टोक रेखाएँ व इनकी तीव्रता, इलेक्ट्रॉनिक वर्णक्रम। बार्न ऑपनहायमर सन्निकटता, फ्रेंक कार्डन सिद्धांत, एकल व त्रिक अवस्थाएँ, प्रतिदीप्ति व स्फुरदीप्ति।

इकाई-5

### नाभिकीय भौतिकी

नाभिक के मूलभूत गुण: न्यूट्रॉन तथा आवेशित कणों की द्रव्य के साथ अनुक्रिया, नाभिकीय संसूचक-आयनन कोष्ठ, गाइगर मूलर गणक, अनुपातिक गणक, प्रस्फुरण गणक, अभ्रकोष्ठ।

नाभिक के मूल गुण, नाभिक की आकृति, संहति, आवेश तथा आकार, नाभिक का स्थायित्व एवं बंधन ऊर्जा, अल्फा-कण का वेग एवं ऊर्जा, गाइगर-नेटल नियम, बीटा-किरण वर्णक्रम की प्रकृति, न्यूट्रिनो, ऊर्जा स्तर एवं क्षय पद्धति, पोर्जीट्रान उत्सर्जन एवं इलेक्ट्रॉन प्रग्रहण, चयन (वरण) नियम, बीटा अवशोषण एवं बीटा कण का परास, क्यूरी आरेख, नाभिकीय अभिक्रियाएँ, युग्म उत्पादन, Q-मान एवं नाभिकीय अभिक्रिया की देहली, नाभिकीय अभिक्रिया का अनुप्रस्थ काट, विभिन्न प्रकार की अभिक्रियाओं के उदाहरण एवं अभिलाक्षणिक, यौगिक नाभिक, यौगिक नाभिकीय अभिक्रिया की बोहर अभिकल्पना, अर्धमूलानुपाती सूत्र, द्रव बूंद मॉडल, कोश मॉडल, नाभिकीय विखंडन एवं संलयन।

=====