

Assistant Professor Exam-2024
Second Paper
Syllabus-Physics
सहायक प्राध्यापक परीक्षा-2024
द्वितीय प्रश्न-पत्र
पाठ्यक्रम- भौतिक शास्त्र

Unit 1: Mathematical methods of Physics

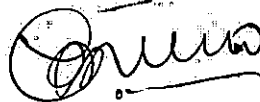
- Dimensional analysis, Vector algebra and vector calculus, Linear algebra, matrices, Cayley Hamilton theorem, eigenvalue problems.
- Linear differential equations. Special functions (Hermite, Bessel, Laguerre and Legendre).
- Fourier series, Fourier and Laplace transforms, Elements of complex analysis, Laurent series-poles, residues and evaluation of integrals. Elementary ideas about tensors, Introductory group theory, SU (2), O(3).
- Elements of computational techniques: roots of functions, interpolation, extrapolation, integration by trapezoid and Simpson's rule, solution of first order differential equations using Runge-Kutta method, Finite difference methods.
- Elementary knowledge of probability theory, random variables, binomial, Poisson and normal distributions.

Unit 1: भौतिकी की गणितीय विधियाँ

- विमीय विश्लेषण, सदिश बीजगणित और सदिश कलन, रेखिक बीजगणित, मैट्रिक्स, कैली-हैमिल्टन प्रमेय, आइगनमान समस्याएँ।
- रेखिक अवकल समीकरण, विशेष फलन (हरमाइट, बैसल, लॉगुरे और लेजेन्ड्री)।
- फोरियर श्रेणी, फोरियर और लाप्लास रूपान्तरण, सम्मिश्र विश्लेषण के तत्व, लॉरेण्ट श्रेणी-पोल, रेसीड्यूज एवं समाकलनों का मान, टेन्सर्स का प्रारंभिक ज्ञान, समूह सिद्धान्त का प्रारंभिक ज्ञान, SU (2) O (3)।
- कम्प्यूटेशनल तकनीकों के तत्व, फलनों के रूट्स, इंटरपोलेशन, एक्स्ट्रापोलेशन, ट्रेपिजाइड और सिम्पसन नियम द्वारा समाकलन, रूंगा-कुट्टा विधि का उपयोग कर प्रथम कोटि की अवकल समीकरण का हल, निश्चित अन्तर विधियाँ।
- प्रायिकता सिद्धान्त का प्रारंभिक ज्ञान, रेन्डम वैरिएबल्स, द्विपद, पॉइसा और सामान्य वितरण।

Unit 2: Classical Mechanics

- Newton's laws, Phase space dynamics, stability analysis.
- Central-force motion, Two-body collisions, scattering in laboratory and center-of-mass frames.
- Rigid body dynamics, moment of inertia tensor, non-inertial frames and pseudo-forces.
- Variational principle, Lagrangian and Hamiltonian formalisms and equations of motion; Poisson brackets and canonical transformations, Symmetry, invariance and conservation laws, cyclic coordinates, Periodic motion, small oscillations and normal modes.
- Special theory of relativity, Lorentz transformations, relativistic kinematics and mass-energy equivalence.



Unit 2: चिरसम्मत यांत्रिकी

- न्यूटन के नियम, कला आकाश गतिकी, स्थायित्व विश्लेषण ।
- केंद्रीय बल गति, द्विकण संघट्ट, प्रयोगशाला और द्रव्यमान केन्द्र निर्देश तन्त्र में प्रकीर्णन ।
- दृढ वस्तु गतिकी, जड़त्व आघूर्ण टेंसर, अजडत्वीय निर्देश तन्त्र और छद्म बल ।
- वैरिएशनल सिद्धान्त, लेग्रेजियन एवं हैमिल्टोनियन फॉर्मलिज्म और गति समीकरण, पॉइंसा ब्रेकेट्स और कैनोनीकल रूपान्तरण, सममिति, इन्वेरियन्स (निश्चरता) और संरक्षण नियम, चक्रीय निर्देशांक, आवर्त गति, अल्प दोलन और सामान्य विधियाँ ।
- सापेक्षता का विशिष्ट सिद्धान्त, लॉरेन्ज रूपान्तरण, सापेक्षकीय गतिकी और द्रव्यमान ऊर्जा तुल्यता ।

Unit 3: Electromagnetic Theory

- Electrostatics: Gauss' Law and its applications, Laplace and Poisson equations, boundary value problems.
- Magnetostatics: Biot-Savart law, Ampere's theorem, electromagnetic induction.
- Maxwell's equations in free space and linear isotropic media, boundary conditions on fields at interfaces, Scalar and vector potentials, Gauge invariance.
- Electromagnetic waves in free space, dielectrics and conductors, Reflection and refraction, polarization, Fresnel's Law, interference, coherence and diffraction, Dispersion relations in plasma, Lorentz invariance of Maxwell's equations.
- Transmission lines and wave-guides, Dynamics of charged particles in static and uniform electromagnetic fields, Radiation from moving charges, dipoles and retarded potentials.

Unit 3: विद्युत चुम्बकीय सिद्धांत

- विद्युत स्थैतिकी: गौस नियम और इसके अनुप्रयोग, लाप्लास और पॉइंसा समीकरण, सीमा मान समस्याएँ ।
- स्थिर चुम्बकत्व: बायोसॉवर्ट नियम, ऐम्पियर का प्रमेय, विद्युत चुम्बकीय प्रेरण ।
- मैक्सवेल समीकरण मुक्त आकाश एवं रैखिक समांगी माध्यम में, क्षेत्रों के लिए सीमा दशायें, सदिश एवं अदिश विभव, गेज अपरिवर्तन ।
- विद्युत चुम्बकीय तरंगे मुक्त आकाश, परावैद्युत एवं चालकों में, परावर्तन और अपवर्तन, ध्रुवण, फ्रेनेल का नियम, व्यतिकरण, कला संबंध और विवर्तन, प्लाज्मा में विक्षेपण सम्बन्ध, लॉरेन्ज निश्चरता मैक्सवेल समीकरणों के लिए ।
- ट्रांसमिशन लाईंस एवं तरंग गाइड्स, स्थिर एवं समांगी विद्युत चुम्बकीय क्षेत्रों में आवेशित कण की गति, गतिशील आवेशित कणों से विकिरण, द्विध्रुव एवं रिटार्डेड विभव ।

Unit 4: Quantum Mechanics

- Wave-particle duality, Wave functions in coordinate and momentum representations, Commutators and Heisenberg's uncertainty principle, Matrix representation, Dirac's bra and ket notation.



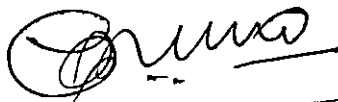
- Schrödinger equation (time-dependent and time-independent), Eigenvalue problems such as particle-in-a-box, Harmonic oscillator, Tunneling through a barrier.
- Motion in a central potential, Orbital angular momentum, Angular momentum algebra, spin, Addition of angular momenta, Hydrogen atom, spin-orbit coupling and fine structure.
- Time Independent perturbation theory and its applications, Variational method, WKB approximation.
- Time dependent perturbation theory and Fermi's Golden Rule, Selection rules, Semi-classical theory of radiation, Elementary theory of scattering, phase shifts, partial waves, Born approximation, Identical particles, Pauli's exclusion principle, spin-statistics connection, Relativistic quantum mechanics, Klein Gordon and Dirac equations.

Unit 4: क्वांटम यांत्रिकी

- तरंग-कण द्वैतवाद, तरंग फलन-निर्देशांक और संवेग निरूपणों में, कम्प्यूटेटर्स और हाईजेनवर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त, मैट्रिक्स निरूपण, डिराक के ब्रा एवं केट संकेत ।
- श्रोडिंगर समीकरण (समय पर निर्भर और समय पर-अनिर्भर), आइगन समस्याएँ जैसे- एक बॉक्स में कण, आवर्ती दोलन, अवरोध से सुरंगन ।
- केन्द्रीय विभव में गति, कक्षीय कोणीय संवेग, कोणीय संवेग बीजगणित, चक्रण, कोणीय संवेगों का योग, हाइड्रोजन परमाणु, चक्रण-कक्षीय युग्मन और सूक्ष्म संरचना ।
- समय पर अनिर्भर परटर्वेशन सिद्धान्त एवं इसके अनुप्रयोग, वैरिएशनल विधि, WKB एप्रोक्सीमेशन ।
- समय पर निर्भर परटर्वेशन सिद्धान्त और फर्मी गोल्डन नियम, सेलेक्शन नियम, विकिरण का अर्द्ध चिरसम्भत् सिद्धान्त, प्रकीर्णन का प्रारंभिक सिद्धान्त, फेज शिफ्ट्स, आंशिक तरंगे, बॉर्न एप्रोक्सीमेशन, समरूप कण, पॉली अपवर्जन सिद्धान्त, चक्रण-सांख्यिकी संबंध, आपेक्षकीय क्वांटम यांत्रिकी, क्लाइन-गॉर्डन और डिराक समीकरण ।

Unit 5: Thermodynamics and Statistical Physics

- Laws of thermodynamics and their consequences, Thermodynamic potentials, Maxwell relations, Chemical potential, phase equilibria, Phase space, micro and macrostates.
- Microcanonical, canonical and grand-canonical ensembles and partition functions.
- Free energy and connection with thermodynamic quantities, First and second order phase transitions.
- Classical and quantum statistics, ideal Fermi and Bose gases, Blackbody radiation and Planck's distribution law, Bose-Einstein condensation.
- Random walk and Brownian motion, Introduction to non-equilibrium processes, Diffusion equation.



Unit 5: ऊष्मागतिकी और सांख्यिकीय भौतिकी

- ऊष्मागतिकी के नियम और उनके अनुप्रयोग, ऊष्मागतिक विभव, मैक्सवेल समीकरण, रासायनिक विभव, कला समानता, कला आकाश, सूक्ष्म और स्थूल अवस्थाएँ।
- माइक्रोकैनोनीकल, कैनोनीकल एवं ग्रांड-कैनोनीकल संयोजन और विभाजक फलन।
- मुक्त ऊर्जा और ऊष्मागतिक क्वांटिटीज के साथ इसके सम्बन्ध, प्रथम एवं द्वितीय कोटि के अवस्था परिवर्तन।
- चिरसम्मत एवं क्वांटम सांख्यिकी, आदर्श फर्मी और बोस गैसों, कृष्णपिंड विकिरण और प्लांक वितरण नियम, बोस-आइन्सटाइन संघनन।
- रेडम वॉक और ब्राउनियन गति, असंतुलित प्रक्रियाओं का परिचय, विसरण समीकरण।

Unit 6: Electronics

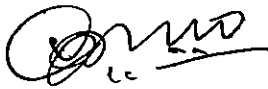
- Semiconductor devices including diode, Junction transistors, Field-Effect devices, Homo and Hetero junction devices.
- Device Structure, device characteristics, Frequency dependence and application.
- Optoelectronic devices including Solar cells, Optical detectors and Light Emitting Diode, High frequency devices including generators and detectors.
- Operational amplifier and its application, Digital technique and applications (Registers, Counters, Comparators and equivalent circuits)
- Analog to Digital and Digital to Analog Converters, Micro-processor and Micro-controller.

Unit 6: इलेक्ट्रानिकी

- अर्द्धचालक युक्तियाँ— डायोड सहित, संधि ट्रांजिस्टर्स, क्षेत्र प्रभाव युक्तियाँ, समांगी और असमांगी जंक्शन युक्तियाँ।
- युक्ति संरचना, युक्ति विशेषताएँ, आवृत्ति निर्भरता और अनुप्रयोग।
- प्रकाश इलेक्ट्रानिक युक्तियाँ सोलर सेल सहित, प्रकाश संसूचक और प्रकाश उत्सर्जक डायोड, उच्च आवृत्ति युक्तियाँ – जनरेटर्स और संसूचकों सहित।
- आपरेशनल प्रवर्धक और इनके अनुप्रयोग, डिजिटल तकनीक और अनुप्रयोग (रिजिस्टर्स, काउन्टर्स, कम्पेरेटर्स और समरूपी परिपथ)
- एनालोग से डिजिटल तथा डिजिटल से एनालोग परिवर्तक, माइक्रो-प्रोसेसर और सूक्ष्म-नियंत्रक

Unit 7: Experimental techniques and data analysis

- Data representation and analysis, Analysis of exact and appropriate errors, Propagation of errors.
- Least square fitting, linear and non-linear curve fitting, Chi-square test.



- Transducers (Temperature, Pressure/vacuum, magnetic field, Vibrations, Optical and particle detectors) measurement and control, Signal conditioning and recovery, impedance matching.
- Amplification (operational amplifier based, instrumentation amplifier, feedback), Filtering and Noise reduction, shielding and grounding, Fourier transformation.
- Lock-in detector, Box-car integrator, modulation technique.

Unit 7: प्रायोगिक तकनीकें एवं डाटा विश्लेषण

- डाटा निरूपण एवं विश्लेषण, उचित एवं उपयुक्त त्रुटियों का विश्लेषण, त्रुटियों का प्रसार ।
- न्यूनतम वर्ग फिटिंग, रैखिक एवं अरैखिक वक्र फिटिंग, काई-वर्ग परीक्षण ।
- ट्रांसड्यूसर्स (ताप, दाब /निर्वात, चुम्बकीय क्षेत्र, दोलन, प्रकाशकीय और कण संसूचक) मापन और नियंत्रण, सिग्नल कंडीशनिंग और रिकवरी, प्रतिबाधा सुमेलन ।
- प्रवर्धक (आपरेशनल प्रवर्धक आधारित, इन्स्ट्रुमेंटेशन प्रवर्धक, पुनर्निवेशी), फिल्टरिंग एवं नॉइज रिडक्शन, शील्डिंग और ग्राउंडिंग, फोरियर रूपान्तरण ।
- लॉक-इन संसूचक, बॉक्स-कार इंटीग्रेटर, मॉड्युलन तकनीक ।

Unit 8: Atomic & Molecular Physics

- Quantum states of an electron in an atom, Electron spin, Stern-Gerlach experiment, Spectrum of Hydrogen, Helium and alkali atoms.
- Relativistic corrections for energy levels of hydrogen, Hyperfine structure and isotopic shift, width of spectral lines, LS & JJ coupling.
- Zeeman, Paschen Back & Stark effect, X-ray spectroscopy.
- Electron spin resonance, Nuclear magnetic resonance, chemical shift, Rotational, vibrational, electronic and Raman spectra of diatomic molecules.
- Frank - Condon principle and selection rules, Spontaneous and stimulated emission, Einstein A & B coefficients, Lasers, optical pumping, population inversion, rate equation, Modes of resonators and coherence length.

Unit 8: परमाणविक एवं आणविक भौतिकी

- परमाणु में इलेक्ट्रॉन की क्वांटम अवस्थाएँ, इलेक्ट्रॉन चक्रण, स्टर्न-गरलक प्रयोग, हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम, हीलियम स्पेक्ट्रम और क्षारीय परमाणु स्पेक्ट्रम ।
- हाइड्रोजन के ऊर्जा स्तरों में आपेक्षकीय संशोधन, अति सूक्ष्म संरचना एवं आइसोटोपिक शिफ्ट, स्पेक्ट्रमी रेखाओं की चौड़ाई, LS एवं JJ युग्मन ।
- जीमन, पाश्चन बेक एवं स्टार्क प्रभाव, X किरण स्पेक्ट्रमिति ।
- इलेक्ट्रॉन चक्रण अनुनाद, नाभिकीय चुम्बकीय अनुनाद, केमिकल शिफ्ट, द्विकण अणु का रोटेेशनल, दोलनीय, इलेक्ट्रॉनिक और रमन स्पेक्ट्रम ।
- फ्रैंक-कांडन सिद्धान्त एवं सेलेक्शन नियम, स्वतः एवं उद्दीप्त उत्सर्जन, आइन्सटाइन के A व B नियतांक, लेसर, प्रकाशकीय पम्पिंग, जनसंख्या उत्क्रमण, रेट समीकरण, अनुनादकीय मोड्स और कोहेरेंस लेंथ ।



Unit 9: Condensed Matter Physics

- Bravais lattices, Reciprocal lattice, diffraction and the structure factor.
- Bonding of solids, Elastic properties, phonons, lattice specific heat, free electron theory and electronic specific heat, Response and relaxation phenomena.
- Drude model of electrical and thermal conductivity, Hall Effect and thermoelectric power. Diamagnetism, paramagnetism, and ferromagnetism.
- Electron motion in periodic potential, band theory of metals, insulators and semiconductors.
- Superconductivity: Type-I and type II superconductors, Josephson junctions, Defects and dislocations, Ordered phases of matter, translational and orientational order, kinds of liquid crystalline order, Conducting polymers, Quasicrystals.

Unit 9: संघनित अवस्था भौतिकी

- ब्रवे जालक, व्युत्क्रम जालक, विवर्तन और संरचना गुणक ।
- ठोसों में बंधन, प्रत्यास्थ गुण, फोनॉन, जालक विशिष्ट ऊष्मा, मुक्त इलेक्ट्रॉन सिद्धांत और इलेक्ट्रॉनिक विशिष्ट ऊष्मा, रेस्पॉस एवं रिलेक्शंसन परिकल्पना
- विद्युत एवं उष्मीय चालकता के लिए ड्र्यूडे मॉडल, हॉल प्रभाव, विद्युतउष्मा शक्ति, प्रतिचुम्बकत्व, अनुचुम्बकत्व और लौहचुम्बकत्व ।
- आवर्ती विभव में इलेक्ट्रॉन की गति, बैंड सिद्धान्त चालकों, कुचालक और अर्द्धचालक के लिए
- अतिचालकता, टाईप-I एवं टाईप-II अतिचालक, जॉसेफसन संधियाँ, डिफेक्ट्स एवं डिस्लोकेशन्स, पदार्थ की नियमित अवस्थाएं, स्थानांतरीय एवं ओरियन्टेशनल आर्डर, द्रव क्रिस्टलाईन आर्डर के प्रकार, चालकीय पॉलीमर्स, क्वासीक्रिस्टल्स ।

Unit 10: Nuclear Physics and Contribution of Physicists

- Basic nuclear properties: size, shape, charge distribution, spin and parity, Binding energy. Semi-empirical mass formula, Liquid drop model, Fission and fusion.
- Nature of the nuclear force, form of nucleon-nucleon potential, Charge-independence and charge-symmetry of nuclear forces, Isospin; Deuteron problem, Evidence of shell structure, single-particle shell model- its validity and limitations, Rotational spectra.
- Elementary ideas of alpha, beta and gamma decays and their selection rules, nuclear reactions, reaction mechanisms, compound nuclei and direct reactions.
- Classification of fundamental forces, Elementary particles (quarks, baryons, mesons, leptons), Spin and parity assignments, isospin, strangeness, Gell-Mann- Nishijima formula; C, P, and T invariance and applications of symmetry arguments to particle reactions, parity non-conservation in weak interaction; Relativistic kinematics.



- Contribution of Aryabhata, Varahmihir, Brahmagupta and Bhaskaracharya to Astrophysics in ancient times. Basic information of ancient and modern observatories in India. Contribution of Indian Physicists J C Bose, C.V. Raman, S N Bose, Meghnad Saha, Homi Bhabha, Vikram Sarabhai, Raja Ramanna and J. V. Narlikar.

Unit 10: नाभिकीय भौतिकी एवं भौतिकविदों का योगदान

- आधारभूत नाभिकीय गुण: आकार, आवेश वितरण, चक्रण एवं पेरिटी, बंधन ऊर्जा। अर्द्धमूलानुपाती सूत्र, द्रव बूंद मॉडल, विखण्डन एवं संलयन।
- नाभिकीय बल की प्रकृति, न्यूक्लियान-न्यूक्लियान विभव का रूप, नाभिकीय बलों के लिए आवेश अनिर्भरता और आवेश सममिति, आइसोस्पिन, ड्यूटरान समस्या, सेल संरचना के तथ्य, एक कण सेल मॉडल— इसकी प्रायोगिकता एवं सीमाएँ, रोटेशनल स्पेक्ट्रा ।
- अल्फा, बीटा एवं गामा क्षय का प्रारंभिक ज्ञान और इनके लिए सेलेक्शन नियम, नाभिकीय अभिक्रियाएँ, अभिक्रिया प्रक्रम, यौगिक नाभिक एवं सीधी अभिक्रियाएँ ।
- मूलभूत बलों का वर्गीकरण, मूल कण (क्वार्क्स, बैरिऑन्स, मेसान्स, लेप्टॉन्स), चक्रण एवं पेरिटी असाइनमेंट्स, विचित्रता, गेलमन-निशिजिमा सूत्र, C,P और T निश्चरता और सममिति आर्ग्युमेन्ट्स का कण अभिक्रियाओं के लिए उपयोग, वीक इंटरैक्शन में पेरिटी का असंरक्षण, आपेक्षकीय गतिकी ।
- प्राचीन समय में आर्यभट्ट, वराहमिहिर, ब्रह्मगुप्त एवं भास्कराचार्य द्वारा खगोल भौतिकी में दिया गया योगदान । प्राचीन एवं आधुनिक भारतीय वेधशालाओं सम्बन्धी प्रारम्भिक जानकारी। भारतीय भौतिकविदों जे. सी. बोस, सी. व्ही. रमन, एस. एन. बोस, मेघनाद साहा, होमी भाभा, विक्रम साराभाई, राजारमन्ना तथा जे. व्ही. नारलीकर का योगदान ।

