

**İZMİR INSTITUTE OF TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING AND SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSICS
CURRICULUM OF THE Ph.D. PROGRAM IN PHYSICS
(FOR STUDENTS ENTERING WITH A BS DEGREE)**

Core Courses		ECTS	
PHYS 501	Mathematical Methods of Physics I	(2-2)3	7
PHYS 503	Analytical Mechanics	(2-2)3	8
PHYS 504	Statistical Mechanics	(2-2)3	7
PHYS 505	Electromagnetic Theory I	(2-2)3	9
PHYS 506	Electromagnetic Theory II	(2-2)3	9
PHYS 507	Quantum Mechanics I	(2-2)3	9
PHYS 508	Quantum Mechanics II	(2-2)3	9
PHYS 592	Graduate Seminar II*	(0-2) NC	7
PHYS 599	Scientific Research Methods and Ethics	(0-2) NC	8
PHYS 600	Ph.D. Thesis	(0-1) NC	26
PHYS 8XX	Special Studies	(8-0) NC	4

*All PhD students must register Graduate Seminar II course until the beginning of their 6th semester.

Total credit (min.) : 42 (for students with B.S. degree)
Number of courses with credit (min.): 14 (for students with B.S. degree)

Elective Courses		ECTS	
PHYS 502	Mathematical Methods of Physics II	(3-0)3	8
PHYS 511	Condensed Matter Physics I	(3-0)3	7
PHYS 512	Condensed Matter Physics II	(3-0)3	7
PHYS 513	Physics of Semiconductors	(3-0)3	7
PHYS 514	Physics of Semiconducting Devices	(3-0)3	7 Pre. PHYS 511
PHYS 515	Introduction to Superconductivity	(3-0)3	7
PHYS 516	Superconducting Electronics I	(3-0)3	7
PHYS 517	Superconducting Electronics II	(3-0)3	7
PHYS 518	Thin Film Technology	(3-0)3	7
PHYS 519	Surface Analysis Techniques	(3-0)3	7
PHYS 520	Applications of Nanotechnology	(3-0)3	7
PHYS 521	Low Temperature Physics	(3-0)3	7
PHYS 522	Advanced Experimental Methods	(3-0)3	7
PHYS 525	Atomic and Molecular Spectra	(3-0)3	7
PHYS 530	Quantum Optics	(3-0)3	7
PHYS 531	Photonic Structures	(3-0)3	7
PHYS 532	Applied Quantum Optics	(3-0)3	8
PHYS 540	Quantum Field Theory of Solids	(3-0)3	8
PHYS 541	Quantum Theory of Many-Particle Systems I	(3-0)3	8 Pre. PHYS 504-508
PHYS 542	Quantum Theory of Many-Particle Systems II	(3-0)3	8 Pre. PHYS 541
PHYS 551	Particle Physics I	(3-0)3	8
PHYS 552	Particle Physics II	(3-0)3	8 Pre. PHYS 551 or Consent of the Instructor

PHYS 555	Quantum Field Theory I	(3-0)3	8	Pre. PHYS 505-507 or Consent of the Instructor
PHYS 556	Quantum Field Theory II	(3-0)3	8	Pre. PHYS 555
PHYS 557	Quantum Field Theory III	(3-0)3	8	Pre. PHYS 556
PHYS 559	Symmetries in Particle Physics	(3-0)3	8	
PHYS 560	Group Theory for High Energy Physics	(3-0)3	8	
PHYS 561	Fundamentals of the Standard Model of Particle Physics	(3-0)3	8	
PHYS 562	Supersymmetry I	(3-0)3	7	Pre. PHYS 555
PHYS 563	Supersymmetry II	(3-0)3	7	Pre. PHYS 562
PHYS 570	General Relativity	(3-0)3	8	
PHYS 575	Astrophysics I	(3-0)3	8	
PHYS 576	Astrophysics II	(3-0)3	7	
PHYS 577	Galaxies and Cosmolgy	(3-0)3	8	
PHYS 578	Structure and Evolution of Star	(3-0)3	8	
PHYS 585	Atmospheric Physics	(3-0)3	8	
PHYS 586	Atmospheric Radiaion	(3-0)3	8	
PHYS 587	Climate Modeling	(3-0)3	8	
PHYS 588	Cloud Physics	(3-0)3	8	
PHYS 590	Special Topics in Physics	(3-0)3	7	

Doctoral Qualifying Examination:

Every student registered to IYTE PhD Program in Physics has to take this exam which consists of the core courses in the graduate program. The general admission requirements stated under the Regulations Governing Graduate Education at IYTE are valid.

İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI
FİZİK DOKTORA PROGRAMINA AİT EĞİTİM PLANI
(LİSANS DERECESESİ İLE GELEN ÖĞRENCİLER İÇİN)

Zorunlu Dersler			AKTS
PHYS 501	Fizikte Matematiksel Yöntemler I	(2-2)3	7
PHYS 503	Analitik Mekanik	(2-2)3	8
PHYS 504	İstatistik Mekanik	(2-2)3	7
PHYS 505	Elektromanyetik Teori I	(2-2)3	9
PHYS 506	Electromanyetik Teori II	(2-2)3	9
PHYS 507	Kuantum Mekanik I	(2-2)3	9
PHYS 508	Kuantum Mekanik II	(2-2)3	9
PHYS 592	Lisansüstü Seminer II*	(0-2) Kredisiz	7
PHYS 599	Bilimsel Araştırma Yöntemleri ve Etiği	(0-2) Kredisiz	8
PHYS 600	Doktora Tezi	(0-1) Kredisiz	26
PHYS 8XX	Uzmanlık Alanı Çalışmaları	(8-0) Kredisiz	4

*Bütün Doktora öğrencileri, Lisansüstü Seminer II dersini ilk 6 yarıyıl içerisinde almak zorundadır.

Toplam Kredi (en az) :42 (Lisans derecesine sahip öğrenciler için)
Kredili Ders Sayısı (en az) :14 (Lisans derecesine sahip öğrenciler için)

Seçmeli Dersler			AKTS
PHYS 502	Fizikte Matematiksel Yöntemler II	(3-0)3	8
PHYS 511	Yoğun Madde Fiziği I	(3-0)3	7
PHYS 512	Yoğun Madde Fiziği II	(3-0)3	7
PHYS 513	Yarı İletkenler Fiziği	(3-0)3	7
PHYS 514	Yarıiletken Aygıt Fiziği	(3-0)3	7 ÖK. PHYS 511
PHYS 515	Üstüniletkenliğe Giriş	(3-0)3	7
PHYS 516	Üstüniletken Elektronik I	(3-0)3	7
PHYS 517	Üstüniletken Elektronik II	(3-0)3	7
PHYS 518	İnce Film Teknolojisi	(3-0)3	7
PHYS 519	Yüzey Analiz Teknikleri	(3-0)3	7
PHYS 520	Nanoteknoloji Uygulamaları	(3-0)3	7
PHYS 521	Düşük Sıcaklıklar Fiziği	(3-0)3	7
PHYS 522	İleri Deneysel Yöntemler	(3-0)3	7
PHYS 525	Atomik ve Moleküler Spektrumlar	(3-0)3	7
PHYS 530	Kuantum Optiği	(3-0)3	7
PHYS 531	Fotonik Yapılar	(3-0)3	7
PHYS 532	Uygulamalı Kuantum Optiği	(3-0)3	8
PHYS 540	Katıların Kuantum Alan Teorisi	(3-0)3	8
PHYS 541	Çok Tanecikli Sistemlerin Kuantum Teorisi I	(3-0)3	8 ÖK. PHYS 504-508
PHYS 542	Çok Tanecikli Sistemlerin Kuantum Teorisi II	(3-0)3	8 ÖK. PHYS 541
PHYS 551	Parçacık Fiziği I	(3-0)3	8
PHYS 552	Parçacık Fiziği II	(3-0)3	8 ÖK. PHYS 551 veya Öğretim üyesinin onayı

PHYS 555	Kuantum Alan Teorisi I	(3-0)3	8	ÖK. PHYS 505-507 veya Öğretim üyesinin onayı
PHYS 556	Kuantum Alan Teorisi II	(3-0)3	8	ÖK. PHYS 555
PHYS 557	Kuantum Alan Teorisi III	(3-0)3	8	ÖK. PHYS 556
PHYS 559	Parçacık Fiziğinde Simetriler	(3-0)3	8	
PHYS 560	Yüksek Enerji Fiziği için Grup Teorisi	(3-0)3	8	
PHYS 561	Parçacık Fiziği Standart Modelinin Temelleri	(3-0)3	8	
PHYS 562	Süpersimetri I	(3-0)3	7	ÖK. PHYS 555
PHYS 563	Süpersimetri II	(3-0)3	7	ÖK. PHYS 562
PHYS 570	Genel Görelilik	(3-0)3	8	
PHYS 575	Astrofizik I	(3-0)3	8	
PHYS 576	Astrofizik II	(3-0)3	7	
PHYS 577	Galaksiler ve Kozmoloji	(3-0)3	8	
PHYS 578	Yıldız Yapı ve Evrim	(3-0)3	8	
PHYS 585	Atmosfer Fiziği	(3-0)3	8	
PHYS 586	Atmosferik Işıma	(3-0)3	8	
PHYS 587	İklimin Modellenmesi	(3-0)3	8	
PHYS 588	Bulut Fiziği	(3-0)3	8	
PHYS 590	Özel Fizik konuları	(3-0)3	7	

Doktora Yeterlilik Sınavı:

İYTE Fizik Doktora Programı'na kayıtlı bir öğrenci Yüksek Lisans ve Doktora zorunlu dersleri kapsamındaki konulardan Yeterlilik Sınavı'na girer. Bu konuda İYTE Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'ndeki hususlar geçerlidir.

**İZMİR INSTITUTE OF TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL OF ENGINEERING AND SCIENCES
DEPARTMENT OF PHYSICS
CURRICULUM OF THE Ph.D. PROGRAM IN PHYSICS**

COURSE DESCRIPTIONS

- PHYS 501 Mathematical Methods of Physics I (2-2)3 ECTS 7**
Mathematical techniques as applied to the equations of theoretical physics. Linear vector spaces. Calculus of variations. Sturm-Liouville problem.
- PHYS 502 Mathematical Methods of Physics II (3-0)3 ECTS 8**
Green's function. Integral transforms. Integral equations
- PHYS 503 Analytical Mechanics (2-2)3 ECTS 8**
Review of Newtonian dynamics and kinematics, Lagrangian dynamics, small oscillations, Hamiltonian dynamics, canonical transformations, mechanics of continuous systems.
- PHYS 504 Statistical Mechanics (2-2)3 ECTS 7**
Laws of thermodynamics. Microcanonical, canonical, and grand canonical distributions. Applications to lattice vibrations, ideal gas, photon gas. Quantum statistical mechanics; Fermi and Bose systems. Phase transitions and broken symmetries: universality, correlation functions, and scaling.
- PHYS 505 Electromagnetic Theory I (2-2)3 ECTS 9**
Electrostatics; boundary value problems; multipoles, electrostatics of macroscopic media and dielectrics; magnetostatics; time-varying fields, Maxwell equations; plane electromagnetic waves and wave propagation
- PHYS 506 Electromagnetic Theory II (2-2)3 ECTS 9**
Wave guides. Covariant formulation of Maxwell's equations. Special relativistic formulation of electromagnetic theory. Radiation theory.
- PHYS 507 Quantum Mechanics I (2-2)3 ECTS 9**
The fundamental principles of quantum mechanics, applications to simple systems, angular momentum, three-dimensional spherically symmetric potentials, scattering canonical formalism, spin.
- PHYS 508 Quantum Mechanics II (2-2)3 ECTS 9**
Rotations and symmetries in quantum mechanics, time-independent and time-dependent perturbation theory, identical particles, the quantum theory of radiation, second quantization, relativistic wave equations.
- PHYS 511 Condensed Matter Physics I (3-0)3 ECTS 7**
Principles and applications of quantum theory of electrons and phonons in solids. Structure, symmetry and bonding. Electron states and excitations in metals and alloys. Transport properties. Surfaces
- PHYS 512 Condensed Matter Physics II (3-0)3 ECTS 7**
Principles and applications of the quantum theory of electrons and phonons in solids. Phonon states in solids. Transport properties. Electron states and excitations in semiconductors and insulators. Defects and impurities. Amorphous materials. Magnetism. Superconductivity

- PHYS 513 Physics of Semiconductors** (3-0)3 ECTS 7
Electronic structure; electrons in periodic structures. Semiconductor band structures. Pseudo-potential and method. Doping in semiconductors. Optical and transport properties of crystalline and amorphous semiconductors. Junction theory. Boltzmann transport equation. Interaction of phonons with semiconductors. Excitations. Semiconductors in magnetic fields. Hall effect. Quantum devices
- PHYS 514 Physics of Semiconducting Devices** (3-0)3 ECTS 7
Energy bands. Carrier transport phenomena. Bipolar devices: p-n junctions, bipolar transistors. Unipolar devices: MS Contacts, JFET and MESFET, MIS diode, MOSFET. Microwave devices. Photonic Devices: light-emitting diodes, semiconductor lasers, photo-detectors.
- Pre. PHYS 511 Condensed Matter Physics I**
- PHYS 515 Introduction to Superconductivity** (3-0)3 ECTS 7
Critical temperature. Field and current. Meisener effect. Penetration depth. Coherence length. Thermal properties. Flux pinning. Tunneling. BCS theory. High-TC superconductors
- PHYS 516 Superconducting Electronics I** (3-0)3 ECTS 7
Foundations of Josephson effect. Macroscopic quantum phenomena: The Macroscopic quantum model. Flux quantization. Josephson effect. Josephson Junction's (JJ): The zero voltage state. Basic properties of Lumped Josephson junctions, Short JJs, Long JJs. JJ's Voltage state: The basic properties of the lumped JJ's. Effect of thermal fluctuations. Voltage state of extended JJ's.
- PHYS 517 Superconducting Electronics II** (3-0)3 ECTS 7
Applications of the JJs: The DC SQUID, RF SQUID. Instruments based on SQUIDS. Application of SQUIDS. Digital electronics with SQUIDS: RSFQ circuits, RSFQ logics. Microwave resonators. Filters and detectors. Superconducting quantum bits. Two level systems. Quantum computation concepts with qubits.
- PHYS 518 Thin Film Technology** (3-0)3 ECTS 7
Review of crystal structures. Vacuum science. Thin film deposition. Evaporation. Plasma. Ion beam. Sputtering. Epitaxy. Chemical methods. Doping (*in situ*, *ex situ*). Diffusion. Structure. Defects. Interfaces. Thin film characterization methods: Optical, mechanical, electrical, magnetic. Integrated device technology.
- PHYS 519 Surface Analysis Techniques** (3-0)3 ECTS 7
Instrumental techniques for the characterization of surfaces of solid materials. The following analysis methods are discussed: X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Auger electron spectroscopy (AES), secondary ion mass spectroscopy (SIMS), Rutherford back scattering (RBS), scanning and transmission electron microscopy (SEM, TEM), energy and wavelength dispersive X-ray analysis; principles of these methods, quantification, instrumentation and sample preparation.
- PHYS 520 Applications of Nanotechnology** (3-0)3 ECTS 7
Basic physical, chemical, and biological principles in nano-areas. Nanoscale Fabrication. Nanomanipulation. Nanolithography. Top-down and bottom-up nanofabrication techniques. Self-assembled monolayers/dip-pen. Soft lithography. PDMS molding. Nanoparticles. Nanowires. Nanotubes, Nanocomposites. Nanocharacterization techniques. Electrical microscopy: TEM, SEM, SPM. Nanomedicine applications. Nanosensors.
- PHYS 521 Low Temperature Physics** (3-0)3 ECTS 7
Solid matter at low temperatures. Properties of cryoliquids. Low temperature thermometry. Thermal contact and thermal isolation. Production of temperatures to 1 K. Dilution refrigerators. Adiabatic nuclear demagnetization. Superconducting magnets. Quantum fluids. Superconductivity. Bose-Einstein condensation.

PHYS 522 Advanced Experimental Methods**(3-0)3 ECTS 7**

Instrumental techniques for the characterization of surface and bulk of solid materials. The following analysis methods are discussed: X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), scanning and transmission electron microscopy (SEM, TEM), energy and wavelength dispersive X-ray analysis; photolithography, SPM scanning probe microscopy, principles of these methods, quantification, instrumentation and sample preparation.

PHYS 525 Atomic and Molecular Spectra**(3-0)3 ECTS 7**

Review of Bohr theory and Schrodinger equation. Fine structure and hyperfine structure. Zeeman effect. Intensities and multiplet analysis. Selected topics in molecular structure, such as treatment of rigid rotator, harmonic oscillator, infrared and Raman spectra, analysis of band structure

PHYS 530 Quantum Optics**(3-0)3 ECTS 7**

Review of QM. Harmonic oscillator quantization. Lattice vibrations and their quantization. Electromagnetic fields and their quantization. Number states, coherent states, squeezed states. Optical resonators. Interaction of radiation and atomic systems. Laser oscillation. Specific laser systems. Nonlinear optics. Stimulated Raman and Brillouin scattering

PHYS 531 Photonic Structures**(3-0)3 ECTS 7**

Review of Maxwell's equations, basic crystallography, Fourier series. 1D periodic systems. 2D and 3D photonic crystals. Calculation of the photonic band structure. Plane wave expansion, augmented plane wave method. KKR method. Point and line defects in photonic crystals. Photonic crystal optical fibers. Fermi's golden rule. Electromagnetic radiation in a photonic crystal, and inhibition of spontaneous emission. Various applications of photonic crystals.

PHYS 532 Applied Quantum Optics**(3-0)3 ECTS 8**

Review of quantum mechanics, introduction to quantum optics, photon statistics, atom-light interactions, cavity-quantum electrodynamics, non-linear processes for single-photon generation, quantum emitters, review of important recent quantum optical experiments.

PHYS 540 Quantum Field Theory of Solids**(3-0)3 ECTS 8**

Bose operators, field quantization, second quantization, interaction Picture of quantum mechanics, excitons, plasmons, magnons, electron-phonon interaction, polarons, Green's functions, BCS superconductivity, polaritons.

PHYS 541 Quantum Theory of Many-Particle Systems I**(3-0)3 ECTS 8**

Second quantization. Kubo linear response. Zero-temperature Green's functions, S -matrix expansion, Feynman diagrams, Feynman rules, various one- and two-particle Green's functions. Applications using the Anderson impurity model, Coulomb gas, Hubbard model and the electron-phonon interaction.

Prerequisite: PHYS 504 Statistical Mechanics and PHYS 508 Quantum Mechanics II

PHYS 542 Quantum Theory of Many-Particle Systems II**(3-0)3 ECTS 8**

Matsubara finite temperature Green's functions. Wick's theorem, Feynman diagrams and Feynman rules for finite temperatures. Phonon mediated superconductivity, Cooper's two-electron problem, BCS effective Hamiltonian, gap equation, Bogoliubov quasiparticle operators, t -matrix many-body instability, tunneling, spin and charge response in the superconducting state. Spin-fluctuation mediated superconductivity, p -wave pairing in superfluid He^3 , d -wave pairing in high-temperature superconductors.

Prerequisite: PHYS Quantum Theory of Many-Particle Systems I

PHYS 551 Particle Physics I (3-0)3 ECTS 8
Elementary particles and their interactions, including important features of experimental data. Classification of particles. Conservation laws. Strong, weak and electromagnetic interactions, V-A currents, intermediate vector bosons. Dinelastic scattering. CKM matrix. CP violation; neutrino oscillations.

PHYS 552 Particle Physics II (3-0)3 ECTS 8
Gauge theories. Spontaneous symmetry breaking. Brief review of quantum field theory and Feynman diagrams. The standart model of strong and electroweak interactions. Extended electroweak models. Unified theories and their theoretical, experimental and cosmological implications.
Prerequisite: PHYS 551 Particle Physics I or consent of the instructor.

PHYS 555 Quantum Field Theory I (3-0)3 ECTS 8
Brief overview of Poincare group, Dirac equation, Noether's theorem, and canonical quantization method. Feynman rules for scalars and QED, CPT and spin-statistics. One loop effects.
Pre. PHYS 505 Electromagnetic Theory I and PHYS 507 Quantum Mechanics I or consent of the instructor.

PHYS 556 Quantum Field Theory II (3-0)3 ECTS 8
Path integral formulation of QFT. Renormalization and renormalization group. Parton model. Non-Abelian gauge theory. Feynman rules for gauge theories and Fadeev-Popov ghosts. Asymptotic freedom in QCD.
Pre. PHYS 555 Quantum Field Theory I

PHYS 557 Quantum Field Theory III (3-0)3 ECTS 8
Operator product expansion, perturbation theory anomalies, spontaneous symmetry breaking, electroweak theory, perturbative QCD.
Pre. PHYS 556 Quantum Field Theory II

PHYS 559 Symmetries in Particle Physics (3-0)3 ECTS 8
Discrete and continous space-time symmetries. Internal symmetries. Global and local symmetries in particle physics. Manifest and hidden symmetries and their applications in high energy physics.

PHYS 560 Group Theory for High Energy Physics (3-0)3 ECTS 8
Groups, algebras , their representations, and applications in high energy physics. Basic aspects of permutation, orthogonal, unitary, symplectic groups. Lie algebras and groups, roots and weights. Wigner-Eckart theorem and tensor methods. Clifford algebras and groups.

PHYS 561 Fundamentals of the Standard Model of Particle Physics (3-0)3 ECTS 8
Overview of observed particles and forces, spacetime and 4-vectors, relativistic kinematics. Brief introduction of Lagrangian formalism, electromagnetis, gauge invariance. Feynman rules and diagrams, cross-sections and decay rates. Overview of basic symmetries; SU(2) isospin, product representations, SU(3), C, P, and T. Hadrons and partons, quantum chromodynamics, electroweak theory.

PHYS 562 Supersymmetry I (3-0)3 ECTS 7
Representations of Lorentz group. Dirac and Weyl spinors.a Supersymmetry algebra. R-symmetry and central harges. Chiral superfields.Vector superfields.
Pre. PHYS 555 Quantum Field Theory I.

PHYS 563 Supersymmetry II (3-0)3 ECTS 7
Supersymmetry and renormalization. Minimal supersymmetric model.s Breakin of Supersymmetry. Local upersymmetry. Super Higgs mechanism.
Pre. PHYS 562 Supersymmetry I

- PHYS 570 General Relativity** (3-0)3 ECTS 8
 Review of special theory of relativity. Tensor analysis and Riemannian geometry. Basic principles of general relativity. Einstein field equations. Gravitational waves, black holes, cosmology.
- PHYS 575 Astrophysics I** (3-0)3 ECTS 8
 General properties of stars, stellar spectra, energy generation and transport in stars.
- PHYS 576 Astrophysics II** (3-0)3 ECTS 7
 Stellar structure and evolution, Population I - Population II stars, stellar clusters, stellar rotation, stellar magnetic fields, stars with peculiar spectra, pulsating stars, explosive stars, active Sun, interstellar medium, Interstellar absorption
- PHYS 577 Galaxies and Cosmology** (3-0)3 ECTS 8
 The Milky Way - our galaxy, classification of galaxies and properties of galaxies, active galaxies, introducing cosmology, cosmological theories, observational cosmology
- PHYS 578 Structure and Evolution of Stars** (3-0)3 ECTS 8
 Observational properties: determination of stellar distances, fluxes and spectral energy distributions, masses, temperatures, etc. Stellar evolution: Approach to the main sequence: Hayashi evolution. Evolution of stars from the zero-age main sequence. Main-sequence stars and their evolution. End-points of stellar evolution: white dwarfs, neutron stars, black holes, supernovae. Clusters and their Hertzsprung-Russell diagram, stellar variability, stellar pulsations, binary stars. Applications and comparison of theory with observations.
- PHYS 585 Atmospheric Physics** (3-0)3 ECTS 8
 Composition, species profiles, temperature, pressure and density. Atmospheric thermodynamics. Hydrostatic equation, applications of the first and the second laws, latent heat, adiabatic processes, static stability, equilibrium, water vapor amount. Aerosol and cloud microphysics: Aerosol nucleation and cloud droplet formation. Cloud types. Radiative transfer. Atmospheric dynamics: Rotating coordinate frames, fictitious forces, real forces, equation of continuity
- PHYS 586 Atmospheric Radiation** (3-0)3 ECTS 8
 The atmospheric composition of the planets, and introduction to the physics of the atmospheric radiation. Black body radiation and radiation through gases from the viewpoint of Electromagnetic Theory and Quantum Statistics. The derivation of radiation integrals and energy transport equations; applications to the Earth and other planet atmospheres. Band models, irradiance, atmospheric heating and cooling rates. Cloud radiation models.
- PHYS 587 Climate Modeling** (3-0)3 ECTS 8
 Climate, climate change, and fundamentals of climate modeling. Parameterizations. Biosphere, lithosphere, hydrosphere, atmosphere interactions, and gridded parameterizations. Climate change predictions.
- PHYS 588 Cloud Physics** (3-0)3 ECTS 8
 Thermodynamics of dry air, water vapor and thermodynamical effects, parcel buoyancy and atmospheric stability, mixing and convection, the observable properties of clouds, cloud droplet formation, condensation, rain in unsaturated clouds, ice crystal formation and growth, rain and snow, storms, weather modification, numerical weather prediction models.
- PHYS 590 Special Topics in Physics** (3-0)3 ECTS 7
 Study of recent developments and advanced topics which are highly specific and do not fit in the usual regular courses. The department solicits student to chose the topics.

PHYS 592 Graduate Seminar II

(0-2)NC ECTS 7

Oral presentations on topics dealing with current research and technical literature. Includes presentations of the latest research results by guest lecturers, staff members and senior graduate students.

PHYS 599 Scientific Research Methods and Ethics

(0-2)NC ECTS 8

Scientific methods, testing scientific hypotheses, scientific writing and publishing. Basic principles, integrity, autorship, responsible publication, references and citations. Sloppy research, scientific fraud, plagiarism, fabrication, duplication, ghost autorship.

PHYS 600 Ph.D. Thesis

(0-1)NC ECTS 26

Preparation of Doctoral thesis under supervision of the graduate student's supervisor(s). Required of all candidates for the degree of Ph.D.

PHYS 8XX Special Studies

(8-0)NC ECTS 4

M.S. students choose and study a topic under the guidance of a faculty member, usually his/her advisor

İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI
FİZİK DOKTORA PROGRAMINA AİT EĞİTİM PLANI

DERS İÇERİKLERİ

- PHYS 501 Fizikte Matematiksel Yöntemler I** (2-2)3 AKTS 7
Teorik fizik denklemlerine uygulanan matematiksel teknikler. Lineer vektör uzayları. Varyasyon analizi. Sturm-Liouville problemi.
- PHYS 502 Fizikte Matematiksel Yöntemler II** (3-0)3 AKTS 8
Green fonksiyonu. Integral dönüşümler. Integral eşitlikler
- PHYS 503 Analitik Mekanik** (2-2)3 AKTS 8
Parçacıkların ve katı maddelerin Lagrangian ve Hamiltonian formulasyonlarının gözden geçirilmesi, kinetik teori. Küçük titreşimler. Etkileşen salınımlar ve süreklilik mekaniği. Hamilton-Jacobi teorisi. Klasik alan teorisi.
- PHYS 504 İstatistik Mekanik** (2-2)3 AKTS 7
Termodinamiğin kanunları. Mikrokanonik, kanonik, and büyük kanonik dağılımlar ve örgü titreşimleri, ideal gaz, foton gazına uygulamaları. Kuantum istatistiksel mekanik; Fermi and Bose sistemleri. Faz dönüşümleri ve kırık simetrisi, korelasyon fonksiyonları
- PHYS 505 Elektromanyetik Teori I** (2-2)3 AKTS 9
Elektrostatik. Sınır değer problemleri. Multipoller. Makroskopik ortamın elektrostatığı. Magnetostatik. Zamanla değişen alanlar. Maxwell denklemleri. Düzlem elektromanyetik dalgalar ve dalga yayılımı.
- PHYS 506 Elektromanyetik Teori II** (2-2)3 AKTS 9
Dalga klavuzları. Maxwell eşitliklerinin kovaryant formülasyonu. Elektromanyetik teorisinin özel görecelik formülasyonu. Işıma teorisi.
- PHYS 507 Kuantum Mekaniği I** (2-2)3 AKTS 9
Kuantum mekaniğinin postülleri. Kuantum teorisinin matematiksel formulasyonu. İki düzeyli sistemlere uygulamalar. Harmonik salıncı. Açısız momentum. Merkezi potansiyeller. Spin. Yaklaşım metodları. Saçılım olgusu.
- PHYS 508 Kuantum Mekaniği II** (2-2)3 AKTS 9
Kuantum mekaniğinde dönüşler ve simetrisi, zamana bağlı ve zamandan bağımsız pertürbasyon teorisi, benzer parçacıklar, ışımının kuantum teorisi, ikinci kuantizasyon, göreceli dalga eşitlikleri.
- PHYS 511 Yoğun Madde Fiziği I** (3-0)3 AKTS 7
Elektronların ve fononların katılardaki kuantum mekaniğinin prensipleri ve uygulamaları. Yapı, simetri ve bağ kurma. Elektron durumları ve metal ve alışımlarda uyarılmalar. Transport özellikleri. Yüzeyle.
- PHYS 512 Yoğun Madde Fiziği II** (3-0)3 AKTS 7
Katılarda, elektron ve fononların kuantum teorisinin uygulamaları. Katılarda fonon durumları. Transport özellikleri. Yarı iletkenlerde ve yalıtkanlarda elektron durumları ve uyarılmalar. Defektler ve impüriteler. Amorf malzemeler. Manyetizma. Üstün iletkenlik.

PHYS 513 Yarı İletkenler Fiziği**(3-0)3 AKTS 7**

Elektronik yapı. Periyodik yapılardaki elektronlar. Yarıiletkenlerin band yapıları. Farazi-potansiyel metodu. Yarıiletkenlerde katkılama. Kristal ve amorf yarıiletkenlerin optik ve transport özellikleri. Eklem teorisi. Boltzmann transport denklemi. Fononların yarı iletkenlerle etkileşmesi. Exzitonlar. Manyetik alanlarda yarı iletkenler. Hall etkisi. Kuantum cihazlar.

PHYS 514 Yarıiletken Aygıt Fiziği**(3-0)3 AKTS 7**

Enerji bandları. Taşıyıcı transport olayı. Bipolar aygıtlar: p-n eklemleri, bipolar transistörler. Unipolar aygıtlar: MS Kontakları, JFET vd MESFET, MIS diyod, MOSFET. Microwave aygıtlar. Fotonik aygıtlar: light-emiting diyodlar, yarıiletken lazerler, fotodetektörler.

Ön Koşul: PHYS 511 Yoğun Madde Fiziği I**PHYS 515 Üstüniletkenliğe Giriş****(3-0)3 AKTS 7**

Kritik sıcaklık. Alan ve akım. Meisener etkisi. Erişme derinliği. Kohorens uzunluğu. Termal özellikler. Akı pinninglemesi. Tünneleme. BCS teorisi. Yüksek-Tc üstüniletkenler.

PHYS 516 Üstüniletken Elektronik I**(3-0)3 AKTS 7**

Josephson olayının temeli. Makroskopik kuantum olayı: Makroskopik kuantum modeli. Akı kuantlaşması, Josephson olayı. Josephson Eklemleri (JJ): Sıfır voltaj hali, bütünleşik bir Josephson eklemının temel özellikleri. Kısa Josephson eklemleri. Uzun Josephson eklemleri. Josephson eklemlerinin voltaj hali: Bütünleşik Josephson eklemlerinin temel özellikleri. Termal çalkalanmaların etkileri.

PHYS 517 Üstüniletken Elektronik II**(3-0)3 AKTS 7**

Genişletilmiş Josephson eklemlerinin voltaj hali. Josephson eklemlerinin uygulamaları: DC SQUID ler, RF SQUID ler, SQUID tabanlı Aygıtlar, SQUID ile sayısal elektronik: RSFQ, devreleri, RSFQ Mantık elemanları. Mikrodalga rezonatörleri. Filtreleri ve detektörleri. Üstüniletken kuantum bitleri. İki halli sistemler. Qubitlerle kuantum hesaplaması kavramları.

PHYS 518 İnce Film Teknolojisi**(3-0)3 AKTS 7**

Vakum teknikleri. Mikroelektronik fabrikasyonuna genel bakış. Fotolitografi. Aşındırma teknikleri. Fotomaske fabrikasyonu. Difüzyon. İyon-implantasyonu. Film büyütme. Buharlaştırma ile büyütme. "sputtering". Kibuhar depozisyonu. Kristal büyütme. Epitaksi. İç bağlantılar ve kontaklar. MOS işlem integrasyonu.

PHYS 519 Yüzey Analiz Teknikleri**(3-0)3 AKTS 7**

Katı malzemelerin yüzey karakterizasyonu için enstrümantal teknikler. Aşağıda sayılan analiz metodları tartışılmaktadır. X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS), Auger elektron spektroskopisi (AES), ikincil iyon kütle spektroskopisi (SIMS), Rutherford geri saçılımı (RBS), Scanning ve transmisyon elektron mikroskopu (SEM, TEM), enerji ve dalga boyu dispersif X-ışını analizi, bu metodların prensipleri, nicelleme, enstrümantasyon ve örnek hazırlama.

PHYS 520 Nanoteknoloji Uygulamaları**(3-0)3 AKTS 7**

Nano-alanlarda temel fiziksel, kimyasal ve biyolojik prensipler, nano-boyutta üretim. Nanolitografi, baştan-aşağı ve alttan-yukarı nano üretim teknikleri. Nanoparçacıklar. PDMS, nano teller, nano tüpler, nano kompozitler, nano karakterizasyon teknikleri. EM, SEM, SPM, nano ilaç uygulamaları, nanosensörler.

PHYS 521 Düşük Sıcaklıklar Fiziği**(3-0)3 AKTS 7**

Düşük sıcaklıklarda katı malzemeler, kroyosivilerin özellikleri. Düşük sıcaklıklarda sıcaklık okuma, ısılı kontak ve yalıtım, 1 K kadar sıcaklık elde etme. Dilution soğutucuları. Adiabatik nükleer demagnetizasyon. Üstüniletken miknatıslar. Kuantum sıvıları, Üstüniletkenlik. Bose-Einstein yoğunlaşması.

PHYS 522 İleri Deneysel Yöntemler**(3-0)3 AKTS 7**

Katı malzemelerin yüzey ve yığın karakterizasyon teknikleri, alttaki analiz yöntemleri tartışılacaktır: X-ray fotoelektron spektroskopisi (XPS), taramalı ve geçirmeli elektron mikroskopisi (SEM, TEM), enerji ve dalgaboyu çözünümlü X-ray analizi. Fotolitografi, SPM taramalı uç probe mikroskopisi, ölçüm ve örnek hazırlama.

PHYS 525 Atomik ve Moleküler Spektrumlar**(3-0)3 AKTS 7**

Bohr teorisinin ve Schrödinger denkleminin gözden geçirilmesi, ince yapı ve çok ince yapı, Zeeman etkisi, yoğunluklar ve multipler analizi, katı rotatör, harmonik osilatör, kızıl ötesi ve Raman spektrumu, band yapısı analizinin incelenmesi gibi moleküler yapıdan seçilmiş konular.

PHYS 530 Kuantum Optiği**(3-0)3 AKTS 7**

Kuantum mekaniği, harmonik osilatör kuantizasyonu, örgü titreşimleri kuantizasyonu, elektromanyetik alan kuantizasyonu. Sayı durumları, uyumlu durumlar, sıkıştırılmış durumlar. Optik rezonatörler. Atomik sistemler ile ışığın etkileşimi. Lazer titreşimleri. Bazı lazer sistemleri. Çizgisel olmayan optik. Raman ve Brillouin saçılması.

PHYS 531 Fotonik Yapılar**(3-0)3 AKTS 7**

Maxwell denklemleri, temel kristalografi, ve Fourier serilerinin özeti. 1 boyutlu periyodik sistemler. 2 ve 3 boyutlu fotonik kristaller. Fotonik bant yapılarının hesaplanması. Düzlem dalga, güçlendirilmiş düzlem dalga ve KKR metotları. Fotonik kristallerde noktasal ve çizgisel bozukluklar. Fotonik kristal optik fiberler. Fermi altın kuralı. Fotonik kristaller içinde ışınım yayılması, ve kendiliğinden ışınımın bastırılması. Fotonik kristallerin çeşitli uygulamaları.

PHYS 532 Uygulamalı Kuantum Optiği**(3-0)3 AKTS 8**

Kuantum mekaniğinin gözden geçirilmesi, kuantum optiğine giriş, foton istatistiği, ışık-madde etkileşimi, kavite elektrodinamiği, tek-foton üretimi için doğrusal olmayan işlemler, kuantum ışık yayıcılar, önemli kuantum optiği deneyleri.

PHYS 540 Katıların Kuantum Alan Teorisi**(3-0)3 AKTS 8**

Bose operatörleri, alan kuantumlaştırması, ikinci kuantumlaştırma, kuantum mekaniğinin etkileşme resmi, eksiton, plazmon, mangon, elektron-fonon etkileşmesi, polaron, Gren fonksiyonları, BCS süperiletkenliği, polariton.

PHYS 541 Çok-Tanecikli Sistemlerin Kuantum Teorisi I**(3-0)3 AKTS 8**

İkinci nicemleme. Kubo doğrusal tepki. Sıfır-sıcaklık Green fonksiyonları, S -matrisi açılımı, Wick kuramı, Feynman diagramları, Feynman kuralları, çeşitli tek- ve iki-tanecik Green fonksiyonları. Anderson safsızlık modeli, Coulomb gazı, Hubbard modeli ve elektron-fonon etkileşmesi konularında uygulamalar.

Ö.K. PHYS 504 İstatistik Mekanik ve PHYS 508 Kuantum Mekaniği II**PHYS 542 Çok-Tanecikli Sistemlerin Kuantum Teorisi II****(3-0)3 AKTS 8**

Matsubara sonlu sıcaklık Green fonksiyonları. Sonlu sıcaklıklar için Wick kuramı, Feynman diagramları ve Feynman kuralları. Fonon kaynaklı süperiletkenlik, Cooper'ın iki-electron problemi, BCS etkin Hamiltonyeni, aralık denklemi, Bogoliubov tanecik-benzeri operatörler, çok-tanecik t -matrisi istikrarsızlığı, tünelleme, süperiletken fazda spin ve yük tepkisi. Spin-dalgaların kaynaklanan süperiletkenlik, süperakışkan He^3 'de p -simetrik eşleşme, yüksek-sıcaklık süperiletkenlerinde d -simetrik eşleşme

Ö.K. PHYS Çok-Tanecikli Sistemlerin Kuantum Teorisi I

PHYS 551 Parçacık Fiziği I**(3-0)3 AKTS 8**

Deneysel verilerin önemli yönlerini kapsayacak bir şekilde temel parçacıklar ve bunların etkileşimleri. Kuvvetli, zayıf ve elektromanyetik etkileşimler. V-A akımlar, ara vektör bozonlar. Derin-elastik olmayan saçılma. CKM matrisi. CP ihlali. Nötrinö salınımları.

PHYS 552 Parçacık Fiziği II**(3-0)3 AKTS 8**

Ayar teorileri. Kendiliğinden simetri bozulması. Kuantum alan teorisinin ve Feynman diyagramlarının kısa bir şekilde gözden geçirilmesi. Kuvvetli ve elektrozayıf modeller. Birleşik teorileri ve teorik, deneysel, kozmolojik sonuçları.

Ö.K. PHYS 551 Parçacık Fiziği I veya öğretim üyesinin onayı.

PHYS 555 Kuantum Alan Teorisi I**(3-0)3 AKTS 8**

Poincare grubu, Dirac denklemi, Noether teoremi ile kanonik kuvantizasyon metoduna kısa bir bakış. Skalarlar ve KEDI için Feynman kuralları. CPT ve spin-istatistik. Bir halka seviyesinde etkiler.

Ö.K. PHYS 505 Elektromanyetik Teori I ve PHYS 507 Kuantum Mekanığı I veya öğretim üyesinin onayı.

PHYS 556 Kuantum Alan Teorisi II**(3-0)3 AKTS 8**

KAT'nin yol integral formülasyonu, renormalizasyon ve renormalizasyon grubu., Patron modeli, Abelian olmayan ayar teorileri, ayar teorileri için Feynman kuralları ve Fadeev-Popov hayaletleri. KRD'de asimptotik serbestlik.

Ö.K. PHYS 555 Kuantum Alan Teorisi I

PHYS 557 Kuantum Alan Teorisi III**(3-0)3 AKTS 8**

Operatör çarpan açılımı, pertürbasyon teorisi anomalileri, kendiliğinden simetri kırınımı, electrozayıf teori, pertürbatif KRD.

Ö.K. PHYS 556 Kuantum Alan Teorisi II

PHYS 559 Parçacık Fiziğinde Simetriler**(3-0)3 AKTS 8**

Devamlı ve kesikli simetriler. İçsel simetriler. Parçacık fiziğinde global ve lokal simetriler. Açık ve gizli simetriler ve yüksek enerji fiziğine uygulamaları.

PHYS 560 Yüksek Enerji Fiziği için Grup Teorisi**(3-0)3 AKTS 8**

Gruplar, cebirler, gösterimleri, ve yüksek enerji fiziğindeki uygulamaları. Permütasyon, ortogonal, üniter, simplektik gruplar. Lie cebirleri ve grupları, kökler ve ağırlıklar. Wigner-Eckart teoremi ve tensör metodları. Clifford cebirleri ve grupları.

PHYS 561 Parçacık Fiziği Standart Modelinin Temelleri**(3-0)3 AKTS 8**

Gözlenmiş olan parçacık ve kuvvetler ile uzayzaman, 4-vektörler ve relativistik kinematiğin özeti. Lagrange formalismine kısa bir giriş, elektromanyetizma, ayar degisimsizligi. Feynman kurallari ve diyagramlari, tesir kesitleri ve bozulma genlikleri. Temel simetrilerin ozeti, SU(2) izospin, carpim temsilleri, SU(3), C, P ve T. Hadronlar ve partonlar, kuvantum renk dinamiği, elektrozayıf teori.

PHYS 562 Süpersimetri I**(3-0)3 AKTS 7**

Lorentz grubunun temsilleri. Dirac ve Weyl spinorleri. Süpersimetri cebri. R-simetri ve merkezi yükler. Kiral süperalanlar. Vektörel süperalanlar.

Ö.K. PHYS 555 Kuantum Alan Teorisi I

- PHYS 563 Süpersimetri II** (3-0)3 AKTS 7
Supersimetri ve renormalizasyon. Minimal süpersimetrik model. Süpersimetri kırınımı. Lokal süpersimetri. Süper Higgs makenizması.
- Ö.K. PHYS 562 Süpersimetri I**
- PHYS 570 Genel Görelilik** (3-0)3 AKTS 8
Özel görelilik kuramının gözden geçirilmesi. Tensör analizi ve Riemann geometrisi. Genel göreliliğin temel ilkeleri. Einstein alan denklemleri. Yerçekimsel dalgalar, kara delikler, kozmoloji
- PHYS 575 Astrofizik I** (3-0)3 AKTS 8
Yıldızların genel özellikleri, yıldızların tayfları, yıldızlarda enerji üretimi ve taşınımı
- PHYS 576 Astrofizik II** (3-0)3 AKTS 7
Yıldız yapı ve evrimi, Öbek I- Öbek II yıldızları, yıldız kümeleri, yıldızlarda dönme, yıldız manyetik alanları, garip tayfa sahip yıldızlar, zonklayan yıldızlar, patlayan yıldızlar, aktif Güneş, yıldızlararası ortam, yıldızlararası soğurma.
- PHYS 577 Galaksiler ve Kozmoloji** (3-0)3 AKTS 8
Samanyolu Galaksisi, galaksilerin sınıflandırılması ve özellikleri, aktif galaksiler, kozmoloji, kozmolojik teoriler, gözlemsel kozmoloji .
- PHYS 578 Yıldız Yapı ve Evrimi** (3-0)3 AKTS 8
Gözlemsel özellikler: yıldız uzaklıkları, akıları, tayfsal enerji dağılımları, kütleleri, sıcaklıkları vb. Yıldız evrimi: Anakol öncesi evrim: Hayashi evrimi. Sıfır yaş anakolundan evrim. Anakol ve anakol sonrası evrim. Yıldız evriminin son aşamaları: beyaz cüceler, nötron yıldızları, karadelikler ve süpernovalar. Kümeler ve kümelerin HR diyagramları, değişen yıldızlar, zonklayan yıldızlar ve çift yıldızlar. Teorik modellerin gözlemsel verilerle kıyaslanması.
- PHYS 585 Atmosfer Fiziği** (3-0)3 AKTS 8
Kompozisyon, madde profilleri, sıcaklık, basınç ve yoğunluk. Atmosfer termodinamiği: Hidrostatik denklem, birinci ve ikinci kanunların uygulamaları, gizli ısı, adyabatik süreçler, statik kararlılık, denge, su buharı miktarı. Aerosol ve bulut mikrofiziği: Aerosol çekirdeklenmesi ve bulut damlacığı oluşumu. Bulut tipleri. Işıma aktarımı. . Atmosfer dinamiği: Dönen koordinat sistemleri ve görünür kuvvetler, gerçek kuvvetler, süreklilik denklemi.
- PHYS 586 Atmosferik Işıma** (3-0)3 AKTS 8
Gezegenlerin atmosferik kompozisyonları ve atmosferik ışınım fiziklerinin tanıtımı. Elektromanyetik teori ve Quantum istatistiği açısından gaz ve siyah cisim ışınımı. Enerji aktarımı denklemlerinin ve ışınım integrallerinin çıkarımları; dünya ve diğer gezegenlere atmosferik uygulamaları. Bant modelleri. Akı, atmosferik soğuma ve ısınma hızları. Bulut ışınım modelleri.
- PHYS 587 İklimin Modellenmesi** (3-0)3 AKTS 8
İklim, iklim değişikliği ve modelleme temelleri. Parametrizasyonlar. Biosfer, litosfer, hidrosfer, atmosfer etkileşimleri, ve gridlere parametrizasyonları. İklim değişimi tahminleri.
- PHYS 588 Bulut Fiziği** (3-0)3 AKTS 8
Kuru havanın termodinamiği, su buharı ve termodinamik etkileri, parsel buoyansı ve atmosferik kararlılık, karışma ve konveksiyon, bulutların gözlenen özellikleri, bulut damlacığı oluşumu, yoğunlaşma, donmamış bulutlarda yağmur başlaması, buz kristallerinin oluşumu ve büyümesi, yağmur ve kar, fırtınalar, hava durumu modifikasyonu, nümerik hava durumu modelleri.

PHYS 590 Özel Fizik Konuları**(3-0)3 AKTS 7**

Çok spesifik olan ve normal derslerin içeriğine uymayan yeni gelişmelerin ve ileri konuların çalışılması. Bölüm, öğrencileri seçilebilecek konular hakkında kayıtlardan önce bilgilendirir.

PHYS 592 Lisansüstü Seminer II**(0-2)Kredisiz AKTS 7**

Teknik literatür ve güncel araştırma ile ilgili sözlü sunumlar. Misafir öğretim üyeleri, öğretim üyeleri ve ileri düzeydeki öğrenciler tarafından son araştırma sonuçlarının sunulmasını kapsar.

PHYS 599 Bilimsel Araştırma Yöntemleri ve Etiği**(0-2)Kredisiz AKTS 8**

Bilimsel yöntemler, hipotez oluşturma, sınamaya ve yayına. Temel ilkeler, gerçeğe uygunluk, yazarlık hakları, kaynak ve alıntılar. Düzensiz araştırma, bilimsel yanıltma, korsanlık, uydurmacılık, çoklu yayına ve dilimleme.

PHYS 600 Doktora Tezi**(0-1)Kredisiz AKTS 26**

Tez danışmanlarının gözetimi altında doktora tezi hazırlanması. Tüm doktora derecesi adaylarının bu derse kayıt yaptırması zorunludur.

PHYS 8XX Uzmanlık Alanı Çalışmaları**(8-0) Kredisiz AKTS 4**

Yüksek Lisans öğrencileri belli bir konu seçip, genelde kendi tez danışmanları olan bir öğretim üyesinin yönlendirmesi ile o konuyu inceleyeceklerdir.