

PLAN RAMOWY
stacjonarnych studiów doktoranckich
„Fizyka Techniczna (Technical Physics)”
na Wydziale Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej

Sem.	Przedmiot	Ilość godz. zajęć	Pkt. ECTS
I	Matematyka i Informatyka (<u>ścieżka A</u> : Metody planowania eksperymentów – dr hab. M. Bogacki; <u>ścieżka B</u> : Metody numeryczne – dr A. Marlewski) ^{a)}	15	5
	Szkolenie pedagogiczne – dr T. Żuk, mgr R. Skotnicka ^{a)}	30	10
	Przedmiot kierunkowy WFT I – Zaawansowane materiały funkcjonalne – dr hab. T. Martyński, prof. nadzw. PP	15	5
	Pracownia naukowa ^{b)}		10
	Razem I semestr	Σ 60	Σ 30
II	Matematyka i Informatyka (<u>ścieżka A</u> : Statystyczne metody opracowania wyników doświadczeń – dr K. Andrzejczak; <u>ścieżka B</u> : Metody sztucznej inteligencji – prof. dr hab. K. Zawirski) ^{a)}	15	5
	Najnowsze osiągnięcia naukowe (Najnowsze osiągnięcia naukowe w zakresie fizyki – prof. dr hab. P. Pierański) ^{a)}	15	5
	Szkolenie pedagogiczne (c.d.) – dr T. Żuk, mgr R. Skotnicka ^{a)}	30	10
	Przedmiot kierunkowy WFT II – Techniki skaningowej mikroskopii próbnikowej – dr hab. R. Czajka, prof. nadzw. PP	15	5
	Pracownia naukowa ^{b)}		5
	Razem II semestr	Σ 75	Σ 30
III	Matematyka i Informatyka „Wielokryterialne wspomaganie decyzji w zagadnieniach inżynierskich” – dr hab. inż. J. Żak, prof. nadzw. PP ^{a)}	15	5
	Najnowsze osiągnięcia naukowe w zakresie chemii – prof. dr hab. E. Andrzejewska, prof. dr hab. A. Lewandowski, prof. dr hab. E. Frąckowiak ^{a)}	15	5
	Dyscyplina dodatkowe (ekonomia, filozofia lub etyka) ^{a)}	30	10
	Przedmiot kierunkowy WFT III – „Zaawansowane techniki laserowe” – dr hab. B. Arcimowicz, prof. nadzw. PP	15	5
	Pracownia naukowa ^{b)}		5
	Razem III semestr	Σ 75	Σ 30
IV	Najnowsze osiągnięcia naukowe (Najnowsze osiągnięcia naukowe w zakresie technologii – prof. dr hab. M. Jurczyk) ^{a)}	15	5
	J. angielski ^{a)}	30	10
	Przedmiot specjalnościowy I ^{c)}	15	5
	Seminarium doktoranckie	15	5
	Pracownia naukowa ^{b)}		5
	Razem IV semestr	Σ 75	Σ 30
V	Przedmiot specjalnościowy II ^{c)}	15	10
	Seminarium doktoranckie	15	5
	Pracownia naukowa		15
	Razem V semestr	Σ 30	Σ 30
VI	Przedmiot specjalnościowy III ^{c)}	15	10
	Seminarium doktoranckie	15	5
	Pracownia naukowa		15
	Razem VI semestr	Σ 30	Σ 30
VII	Seminarium doktoranckie	15	5
	Pracownia naukowa		25
	Razem VII semestr	Σ 15	Σ 30
VIII	Seminarium doktoranckie	15	5
	Redakcja pracy doktorskiej	75	25
	Razem VIII semestr	Σ 90	Σ 30
I-VIII	R A Z E M	450	240

a) przedmioty wspólne, z puli przeznaczonej dla wszystkich studiów doktoranckich PP

b) realizacja badań naukowych

c) przedmioty obieralne (wybór 3 z pon. ofert, lista przedmiotów obieralnych może zmieniać się w kolejnych latach):

1. Nanospintronika – elektronika przyszłości – prof. dr hab. Bronisław Susła.
2. Fizyczne metody osadzania cienkich warstw i metody analizy powierzchniowej – prof. dr hab. F. Stobiecki, IFM PAN.
3. Nanolitografia i nanomanipulacje – dr hab. Ryszard Czajka, prof. nadzw. PP.
4. Elementy biofizyki – dr hab. Grażyna Białek-Bylka, prof. nadzw. PP.
5. Fotowoltaika najnowszej generacji – prof. dr hab. Danuta Wróbel.
6. Techniki pomiarowe w warunkach ultra wysokiej próżni (UHV) – dr inż. W. Koczorowski.

Plan obejmuje:	godziny ogólnouczelniane	–	210 godz.
	godziny wydziałowe	–	240 godz.
	Razem	–	450 godz.

Opis obieralnych wykładów specjalnościowych (IV, V lub VI semestr)

1. Nanospintronika – elektronika przyszłości (Nano-spinelectronics) – prof. dr hab. Bronisław Susła

Opis przedmiotu:

Właściwości elektronowe ciał stałych. Przewodnictwo elektryczne w metalach i nadprzewodnikach. Transport nośników i przewodnictwo elektryczne w półprzewodnikach. Ograniczenia przestrzenne – studnie kwantowe, druty kwantowe i kropki kwantowe. Transport balistyczny możliwość obserwacji zjawisk kwantowych w temperaturze pokojowej. Wpływ spinu na przewodnictwo w materiałach magnetycznych. Magnetoopór i gigantyczny magnetoopór. Efekt magnetooporu tunelowego. Od elektronowego tranzystora polowego do spinowych tranzystorów polowych. Charakteryzacja materiałów stosowanych w nanospintronice za pomocą nowoczesnych technik pomiarowych.

Course description:

Electronic properties of metals and superconductors. Band theory of solids. Majority and minority carriers. Quantum nature of the nanoworld. Room-temperature electronic transport properties of magnetic and nonmagnetic metallic nanowires. Ballistic transport and quantum size effects observed at the room temperature. From spin dependent conduction in ferromagnetics to giant magnetoresistance. From electronics to nanoelectronics. Modern techniques for characterization of materials used in nanospintronics.

2. Technologia osadzania warstw i analizy powierzchniowej (Technology of thin film growth and surface analysis) – prof. dr hab. F. Stobiecki, IFM PAN

Opis przedmiotu:

Metody osadzania cienkich warstw: rozpylanie jonowe (*sputtering*), komórki efuzyjne, epitaksja z wiązki molekularnej. Wpływ warunków osadzania na strukturę. Wytwarzanie nanostruktur (obiektów 1- i 0-wymiarowych czyli nanodrutów i nanokropek) technikami *bottom-up* i *top-down*. Metody charakteryzacji właściwości powierzchni (analizy typu: XRF, AES, XPS, UPS, RHEED, LEED, mikroskopia: SEM, TEM, HRTEM, PEEM).

Course description:

Methods of thin film growth: ion sputtering, evaporation cells, molecular beam epitaxy. Influence of deposition parameters on thin films' structure. Creation of low dimensional structures (nanowires and quantum dots) by means of *bottom-up* i *top-down* techniques. Characterization methods of surfaces: XRF, AES, XPS, UPS, RHEED, LEED, microscopy techniques SEM, TEM, HRTEM, PEEM.

3. Nanolitografia i nanomanipulacje (Nanolithography and nano-manipulations) – dr hab. Ryszard Czajka, prof. nadzw. PP

Opis przedmiotu:

Podstawowe zagadnienia dot. nanotechnologii: nano-litografia i nano-manipulacje – opis podstawowych technik umożliwiających modyfikacje materiałów w skali nano i subnanometrowej, techniki manipulacji pojedynczymi atomami i cząsteczkami w celu wytwarzania funkcjonalnych nanostruktur stanowiących elementy układów pamięci masowych o bardzo wysokiej skali integracji, tranzystorów jedno-elektronowych, biosensorów, etc.

Course description:

nanotechnology – basic issues; nano-lithography and nano-manipulation - the basic techniques enabling the material modifications at the nano-scale, manipulations with individual atoms and molecules, with the aim of creation the functional nano-structures as memory elements, single electron transistors, biosensors, etc.

4. Elementy biofizyki (Elements of Biophysics) – dr hab. Grażyna Białek-Bylka, prof. nadzw. PP

Opis przedmiotu:

Najnowsze odkrycia naukowe w dziedzinie fotosyntezy opisujące procesy biologiczne i mechanizmy życiowe. Wpływ czynników fizycznych środowiska na organizmy żywe: katastrofa ultrafioletowa oraz wpływ antropogenicznych zmian na organizmy żywe; generowanie reaktywnych form tlenu w układach biologicznych; wpływ promieniowania elektromagnetycznego (UV-WIS), jonizacyjnego, ultradźwięków i infradźwięków na układy biologiczne. Elementy biospektroskopii materiałów biologicznych *in situ* oraz biomimetyków: metody dezaktywacji stanów wzbudzonych biomolekuł i biomimetyków; antyoksydanty – synergizm biomolekuł i ich rola w biologii, medycynie, farmacji i kosmetologii; konfiguracje elektronowe biomolekuł i ich związek z pełnionymi funkcjami w układach fotosyntetycznych.

Course description:

Novel scientific discoveries in the field of photosynthesis describing the biological processes and living mechanisms. Influence of physical agents on living organisms: ultraviolet catastrophe and influence of anthropogenic changes on living organisms; generation of reactive oxygenic forms in biological systems; influence of electromagnetic irradiation (UV-WIS), ionization, infra- and ultrasonication on biological systems. Elements of biospectroscopy of biological material *in situ* and biomimetics: methods of excited states deactivation of biomolecules and biomimetics; antioxidants-synergy effect of biomolecules and the role of this effect in biology, medicine, pharmacy and cosmetology; electronic configurations of biomolecules and the relationship to their functions in the photosynthetic systems.

5. Fotowoltaika najnowszej generacji (Photovoltaics of the newest generation)

– prof. dr hab. Danuta Wróbel

Opis przedmiotu:

Podstawy procesów fotowoltaicznych, fotowoltaika pierwszej generacji (półprzewodniki nieorganiczne, fotokomórki z monokryształami krzemu), fotowoltaika drugiej generacji (cienkowarstwowe układy krzemowe, układy hybrydowe, heterozłącza n-p, inne układy wielowarstwowe), fotowoltaika trzeciej generacji (półprzewodniki organiczne, wytwarzanie nanowarstw molekularnych, technologie z wykorzystaniem molekularnych układów donorowo-akceptorowych, polimerów, technologie z fullerenami i nanorurkami, technologie z wykorzystaniem kropek kwantowych, nanodrutów, studni kwantowych), plastyczne komórki fotowoltaiczne, fotowoltaika termiczna, metody zwiększania wydajności konwersji energii świetlnej na elektryczną, zwierciadła i soczewki dla fotowoltaiki, „recykling” fotonów, kolektory słoneczne. Wydajności słonecznych komórek fotowoltaicznych.

Course description:

Solar-cell basics, first-generation cells (inorganic semiconductors, single crystals of silicon, second-generation solar cells (thin films of silicon and other compounds, hybrid systems, n-p hetero-junction, multilayered systems), third-generation devices (organic semiconductors, molecular nanolayers, technologies with donor-acceptor molecular materials, with polymers, fullerenes and nanotubes, quantum dots, nanowires, quantum-well solar cells), plastic solar cells), thermal photovoltaics, methods of photovoltaic improvement, mirrors and lenses, solar collectors, photon recycling. Solar cell efficiency.

6. Techniki pomiarowe w warunkach ultra wysokiej próżni (UHV) (Measurement techniques in ultra high vacuum (UHV)) – dr inż. Wojciech Koczorowski

Opis przedmiotu:

Podstawowe wiadomości o technikach próżniowych (metody uzyskiwania i pomiaru), spektrometria masowa, helowe i inne techniki wykrywania nieszczelności, uzyskiwanie, kształtowanie i wykorzystanie wiązek jonowych o różnych energiach, przygotowanie próbek do warunków UHV i ich modyfikacja w warunkach próżniowych, spektroskopia laserowa swobodnych atomów i jonów w warunkach próżniowych, typowe zastosowania przemysłowe techniki próżniowej. Zasady budowy i pracy w pomieszczeniach o wysokiej klasie czystości („Clean Room”).

Course description:

Basic knowledge on vacuum techniques (methods of creation and characterization), mass spectrometry, helium and other methods of leak detection, creation, shaping and application of ion beam of different energy, preparation techniques of samples to be used in UHV conditions, modifications of samples in UHV, laser spectroscopy on free atoms and ions, industry application of vacuum technology, Principles of construction and methodology of work at laboratories of highest cleanness (Clean Rooms).