

Wydział Fizyki

kierunek studiów: fizyka

dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne

profil kształcenia: ogólnoakademicki

poziom kształcenia: drugi stopień

numer uchwały Senatu* 63/2025/2026 z dnia 26 maja 2026 r.

| Lp. | Zajęcia | Kierunkowe efekty uczenia się | Treści programowe | Sposoby weryfikacji efektów uczenia się |
|-----|--------------------------|---|---|---|
| 1 | Laboratorium fizyczne II | K_W07 K_W08 K_W09 K_W12 K_U02 K_U03 K_U05 K_U06 K_K01 K_K02 K_K04 K_K05 K_K06 | 1. Badanie drgań - wahadła sprężone. 2. Elektroluminescencja. 3. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji metodą optyczną. 4. Badanie interferencji i dyfrakcji światła. Pomiar gęstości zapisu informacji na płycie CD i DVD. 5. Wyznaczanie stosunku e/k oraz szerokości przerwy energetycznej w półprzewodnikach. 6. Badanie modelu ciała doskonale czarnego. Wyznaczenie stałej Stefana - Boltzmanna. 7. Wyznaczanie współczynnika załamania cienkich warstw dielektrycznych metodą spektrofotometryczną. 8. Badanie widm absorpcji roztworów barwników. 9. Wyznaczanie czasu życia nośników większościowych 10. Badanie transmisji filtrów optycznych. 11. Termoemisja. 12. Wyznaczanie charakterystyk widmowych (czułości) wybranych fotodetektorów. 13. Zjawisko Ramsauera – Townsenda. 14. Interferometr Michelsona. Wyznaczenie współczynnika załamania powietrza. 15. Ultradźwiękowa siatka dyfrakcyjna. 16. Wyznaczanie napięcia powierzchniowego cieczy metodą optyczną. 17. Badanie zależności temperaturowej przewodnictwa elektrycznego metali i półprzewodników. | Laboratorium: kolokwium |

| | | | | |
|---|-----------------------|--|--|--|
| 2 | Mechanika teoretyczna | <p>K_W01 K_W03 K_W04 K_W05 K_U01 K_K01</p> | <p>1. Mechanika układu punktów materialnych. Więzy. Zasada d'Alemberta. Równania Lagrange'a 1-ego rodzaju. Zasady zachowania dla układu nieswobodnych punktów materialnych. Równania Lagrange'a 2-ego rodzaju. Zasady wariacyjne i prawa zachowania. Twierdzenie Noether. Przestrzeń fazowa. Równania kanoniczne Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych, całki ruchu. Mechanika nieliniowa i chaos.</p> <p>2. Mechanika bryły sztywnej Kinematyka bryły sztywnej, kątą Eulera. Twierdzenie Eulera o obrotach. Moment pędu i energia bryły sztywnej, tensor bezwładności. Równania ruchu bryły sztywnej. Przykłady rozwiązywania równań ruchu.</p> <p>3. Mechanika ośrodków ciągłych Odształcenie elementu ciała sprężystego, tensor deformacji, tensor naprężeń. Prawo Hooke'a. Równanie ruchu dla ośrodka sprężystego. Fale podłużne i poprzeczne w ośrodku sprężystym. Ciecz idealna. Równania Eulera, Bernoulliego, ciągłości. Fale w cieczy.</p> <p>4. Szczególna teoria względności Czasoprzestrzeń Galileusza. Postulaty szczególnej teorii względności. Czasoprzestrzeń Minkowskiego, transformacja Lorentza i jej konsekwencje, geometria czasoprzestrzeni, stożek świetlny. Mechanika relatywistyczna, czas własny, prędkość własna, relatywistyczny pęd i energia. Równanie ruchu. Teoria względności i elektrodynamika, tensor pola elektromagnetycznego, równania Maxwella w notacji tensorowej.</p> | <p>Wykład: egzamin pisemny lub ustny Konwersatorium: kolokwium</p> |
| 3 | Fizyka ciała stałego | <p>K_W01 K_W02 K_W07 K_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K05</p> | <p>1. Atomowa budowa ciała stałego: kryształy periodyczne, quasikryształy i ciała amorficzne.</p> <p>2. Sieć krystaliczna. Sieć odwrotna i dyfrakcja na kryształach (wzory Lauego i Bragga). Strefy Brillouina. Kryształy z bazą.</p> <p>3. Dynamika sieci krystalicznej: fale sprężyste i fonony, efekty anharmoniczne i rozszerzalność cieplna,</p> <p>4. Przewodnictwo cieplne. Prawo Dulonga-Petita. Ciepło właściwe kryształów. Model ciepła właściwego Einsteina i Debye'a. Procesy N i U.</p> <p>5. Wiązanie chemiczne i podział kryształów ze względu na wiązanie chemiczne: typy wiązań chemicznych i podstawowe właściwości kryształów jonowych i kowalencyjnych, struktura pasmowa kryształów jonowych i kowalencyjnych, kohezja kryształów.</p> <p>6. Struktura elektronowa kryształów: gaz Fermiego elektronów swobodnych w przestrzeni 1D i 3D, prawo Ohma i przewodność elektryczna, pojemność cieplna gazu elektronowego, rozkład Fermiego-Diraca, gęstość stanów, gaz elektronów prawie swobodnych, funkcje Blocha i obraz struktury pasmowej w pierwszej strefie Brillouina.</p> <p>7. Pasma energetyczne. Model Model Kroniga – Penney'a. Strefy Brillouina. Kryształy półprzewodnikowe. Przerwa energetyczna. Ruchliwość nośników prądu.</p> <p>8. Półprzewodniki: elektrony i dziury, półprzewodniki samoistne i domieszkowane. Dioda półprzewodnikowa.</p> <p>9. Diamagnetyzm i paramagnetyzm: podatność magnetyczna, uporządkowanie magnetyczne, ferromagnetyzm, magnetyczne przemiany fazowe, efekt Halla.</p> | <p>Wykład: egzamin pisemny lub ustny Konwersatorium: kolokwium</p> |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| 4 | Fizyka kwantowa II | K_W02 K_W04 K_W05 K_U01 K_U05 K_K01 K_K02 | 1. Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera - metoda wariacyjna - rachunek zaburzeń Rayleigha- Schrödingera - rachunek zaburzeń zależny od czasu; obliczanie prawdopodobieństw przejść 2. Elementarna teoria przedstawień (reprezentacji) 3. Atomowe układy wieloelektronowe: - przybliżenie jednoelektronowe - konfiguracje elektronowe atomów - energia średnia w przybliżeniu jednoelektronowym - termy atomowe i reguły Hunda - metoda Hartree-Focka 4. Korelacja elektronowa 5. Częsteczkowe układy wieloelektronowe: - rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczkach - teoria orbitali molekularnych: - klasyfikacja orbitali molekularnych - konfiguracje elektronowe i termy molekularne cząsteczek dwuatomowych | Wykład: egzamin pisemny lub ustny Konwersatorium: kolokwium |
| 5 | Miernictwo komputerowe | K_W06 K_W07 K_W08 K_W09 K_U02 K_U04 K_U06 K_U10 K_K01 K_K03 | 1. Budowa i działanie przetworników A/C i C/A - Omówienie podstawowych parametrów urządzeń - Pomiar przyspieszenia ziemskiego z wykorzystaniem przetwornika A/C 2. Stabilizacja temperatury z wykorzystaniem przetworników A/C i termorezystorów - Konstrukcja i wykonanie systemu kontroli temperatury w reaktorze HFCVD, 3. Czujniki tensometryczne stosowane w nauce, technice i życiu codziennym - Budowa prostej wagi cyfrowej 4. Wykorzystanie przetworników A/C i C/A w pomiarach napięcia i prądu stałego - Porównanie układów pomiaru charakterystyk I-V diody półprzewodnikowej - Zalety i wady technik cyfrowych | Laboratorium: kolokwium |
| 6 | Klasyczna i kwantowa fizyka statystyczna | K_W01 K_W03 K_U01 K_U10 K_K01 | 1. Obraz makroskopowy - Podstawowe parametry termodynamiczne. 2. Obraz mikroskopowy: teoria kinetyczna gazów - Zjawiska transportu: przewodnictwo cieplne, dyfuzja. 3. Ciepło, ciepło właściwe i entropia. Procesy nieodwracalne. 4. Podejście statystyczne - Obraz atomowy. Przestrzeń fazowa, zespół statystyczny 5. Rozkład Maxwella-Boltzmanna - Ekwipartycja energii. Strzałka czasu. Dopplerowskie poszerzenie linii widmowych. 6. Gaz Fermiego - Fermiony, statystyka Fermiego. Energia Fermiego. Elektrony w ciałach stałych. 7. Gaz Bosego - Przykłady bozonów: fotony, fonony. Statystyka Bosego. Kondensacja Bosego-Einsteina. | Wykład: egzamin pisemny lub ustny Konwersatorium: kolokwium |

| | | | | |
|---|-------------------------|---|--|-----------------------------------|
| 7 | Mechanika kwantowa | K_W02 K_W05 K_U01 K_U04 K_K05 | 1. Elementarna teoria przedstawień (reprezentacji) 2. Ogólna teoria transformacji unitarnych 3. Elementy teorii grup ciągłych 4. Symetrie i zasady zachowania 5. Wartości własne operatorów J_2 i J_z 6. Składanie momentów pędu 7. Równanie Kleina-Gordona 8. Stany stacjonarne cząstki w polu elektromagnetycznym 9. Równanie Diraca 10. Swobodny ruch cząstek opisywanych równaniem Diraca 11. Moment pędu elektronu w teorii Diraca 12. Równanie Pauliego 13. Atom wodoru w teorii Diraca 14. Atom w zewnętrznych polach | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 8 | Programowanie w LabView | K_W04 K_W06 K_W08 K_U02 K_U04 K_U10 K_K02 | 1. Wprowadzenie do platformy LabView 2. Nawigacja w programie LabView - okna, menu, front panel, block diagram, tworzenie projektów, funkcje 3. Implementacja VI - interfejs użytkownika, typy danych, wykresy 4. Implementacja VI - pętle while i for, sekwencje 5. Implementacja VI - timing oraz funkcje wyboru, dokumentacja VI 6. Relacje Danych - użycie łańcuchów, wskaźników, typów 7. Zasoby - formaty danych, pobieranie i zapisywanie danych 8. Relacje danych - zmienne lokalne i globalne 9. Techniki testowania i debugowania aplikacji 10. Kompilowanie aplikacji i aplikacje przenośne 11. Akwizycja danych - karty pomiarowe, hardware, pobieranie danych analogowych i cyfrowych, generacja danych 12. Techniki programowania | Laboratorium: kolokwium |

| | | | | |
|----|---|--|---|--|
| 9 | Metody opracowywania danych eksperymentalnych | K_W05 K_W06 K_W07 K_W08 K_U02 K_U04 K_U06 K_U10 K_K02 K_K03 | 1. Problemy precyzyjnego określenia przedmiotu badań 1.1. Właściwe rozumienie problemu; określenie warunków brzegowych i potencjalnych zagrożeń, niejasności 1.2. Prezentacja rozwiązania, czym jest i do czego służy 2. Przykłady pomiarów nietypowych, trudno definiowalnych 2.1. Pomiary odległości małych, dużych i bardzo dużych 2.2. Elektryczne pomiary wielkości nieelektrycznych 2.3. Graficzne rozwiązania równań 3. Gromadzenie danych i ich przetwarzanie 3.1. Metody zapisu danych, wybór i ograniczenia 3.2. Przetwarzanie danych, skrypty w programach Excel i Diadem NI 4. Właściwa prezentacja wyników 4.1. Sztuka rysowania wykresów i tabel 4.2. Podstawy prawidłowej edycji tekstu Sporządzanie kwerendy literatury w zadanym temacie. | Laboratorium: kolokwium |
| 10 | Spektroskopia atomowa i molekularna | K_W01 K_W02 K_W04 K_W07 K_U01 K_U04 K_U08 K_K01 K_K05 | 1. Wstęp 1.1. Spektroskopia atomowa i molekularna 1.2. Rodzaje widm 1.3. Wzór Balmera; wzór Rydberga 1.4. Teoria Bohra atomu wodoru 1.5. Jony wodoropodobne 1.6. Zależność od masy jądra 2. Atom wodoru 3. Atom o dwu elektronach 4. Atomy wieloelektronowe 5. Teoria promieniowania 6. Widma atomowe 7. Atom w polu magnetycznym 8. Atom w polu elektrycznym 9. Nadsubtelna struktura widm i przesunięcie izotopowe 10. Ruch rotacyjny i oscylacyjny 11. Struktura elektronowa cząsteczki | Wykład: egzamin pisemny lub ustny Konwersatorium: kolokwium |

| | | | | |
|----|--|--|--|-----------------------------------|
| 11 | Oddziaływanie promieniowania z materią | K_W01 K_W02 K_W07 K_W08 K_U01 K_U04 K_K01 K_K05 | <p>1. Naturalne źródła promieniowania, przemiany promieniotwórcze i ich łańcuchy, równowaga promieniotwórcza, statystyczny charakter rozpadów jądrowych.</p> <p>2. Sztuczne źródła promieniowania: sztuczne izotopy promieniotwórcze - metody wytwarzania, akceleratory kołowe i liniowe, źródła neutronów.</p> <p>3. Oddziaływanie ciężkich cząstek naładowanych z materią – przekroje czynne na poszczególne rodzaje reakcji.</p> <p>4. Oddziaływanie lekkich cząstek naładowanych z materią – przekroje czynne na poszczególne rodzaje reakcji.</p> <p>5. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią – przekroje czynne na poszczególne rodzaje reakcji.</p> <p>6. Oddziaływanie neutronów z materią – przekroje czynne na poszczególne rodzaje reakcji</p> <p>7. Sposoby detekcji poszczególnych rodzajów promieniowania – zasady działania i budowa różnych rodzajów komór i liczników; promieniowanie Czerenkowa.</p> <p>8. Oddziaływanie promieniowania na organizmy żywe.</p> | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 12 | Język obcy | K_U09 K_U10 K_K03 K_K05 | <p>Treści ogólne:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CV and cover letter. 2. Job interviews 3. English for presentations 4. Grammar revision <p>Treści związane z kierunkiem studiów:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gravity 2. Waves 3. Electricity 4. Magnetism <p>Prezentacje multimedialne studentów</p> | Konwersatorium: kolokwium |
| 13 | Język obcy specjalistyczny | K_U09 K_U10 K_K03 | <p>Celem zajęć jest uporządkowanie oraz rozszerzenie specjalistycznego słownictwa z zakresu nauk fizycznych w języku angielskim.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Specjalistyczne słownictwo z wybranych działów fizyki 2. Opisywanie zjawisk, procesów, doświadczeń, procedur 3. Analiza wybranych tekstów akademickich 4. Tworzenie i referowanie streszczenia artykułu naukowego | Konwersatorium: kolokwium |

| | | | | |
|----|--|--|---|--|
| 14 | Seminarium magisterskie | K_W01 K_W02 K_W10 K_W11 K_W12 K_U02 K_U05 K_U06 K_U07 K_U10 K_K04 K_K06 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Utrwalenie wiedzy z zakresu podstawowych działów fizyki na poziomie studiów II-go stopnia oraz rozszerzenie wiedzy o zagadnienia nawiązujące do fizyki współczesnej. 2. Zasady pisania prac dyplomowych. 3. Konsultacje dotyczące bieżących trudności wynikających z realizacji treści programowych modułu. 4. Omówienie sposobów opracowywania i analizy wyników badań. 5. Prezentacje multimedialne przygotowane przez studentów (w języku polskim i angielskim). 6. Analiza literatury dotyczącej tematyki prac magisterskich. 7. Ugruntowanie wiedzy w zakresie zagadnień związanych z pracą magisterską na podstawie literatury przedmiotu. 8. Wyszukiwanie i krytyczna analiza materiałów pokazowych z Internetu. 9. Wybrane aspekty prawa autorskiego. 10. Możliwości praktycznych zastosowań wyników otrzymanych w ramach pracy magisterskiej; rozpoznanie potrzeb rynku z zakresu zagadnień poruszanych w pracy magisterskiej. | Seminarium: przygotowanie konspektu pracy dyplomowej / przygotowanie pracy dyplomowej |
| 15 | Optymalizacja radioterapii i nowoczesne metody planowania radioterapii | K_W02 K_W03 K_W08 K_U02 K_K03 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Współczesne techniki stosowane w radioterapii zewnętrznymi wiązkami promieniowania X: 3D-CRT, IMRT, VMAT, Respiratory Gating, Deep Inspiration Breath Hold (DIBH). 2. Optymalizacja radioterapii zewnętrznymi wiązkami promieniowania X. 3. Radioterapia stereotaktyczna. 4. Radioterapia heikalna. 5. Techniki specjalne w radioetrapii. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 16 | Anatomia radiologiczna | K_W02 K_U08 K_K02 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy anatomii prawidłowej człowieka w kontekście konturowania struktur krytycznych (organów ryzyka) - CT i MRI. 2. Interpretacja artefaktów i dystorsji. 3. Metody kontrastowania obrazów tomograficznych. | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 17 | Elementy patofizjologii komórki w diagnostyce chorób onkologicznych | K_W02 K_U08 K_K02 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Zaburzenia cyklu życiowego, mechanizmów naprawczych i metabolizmu, które prowadzą do niekontrolowanej proliferacji. 2. Ocena stopnia zróżnicowania (grading) komórek. 3. Zmiany metaboliczne - zwiększony wychwyty glukozy (efekt Warburga), angiogeneza i zdolność do przerzutów. 4. Immunofenotyp - wykrywanie białek specyficznych. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |

| | | | | |
|----|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 18 | Kontrola jakości w medycynie nuklearnej i radiofarmacji | K_W02 K_W07 K_U04 K_K02 | <p>1. Podstawy jakości w medycynie nuklearnej i radiofarmacji – wymagania prawne (prawo atomowe, farmaceutyczne, rozporządzenia MZ, farmakopea, wytyczne, przewodniki), rola systemu jakości w zakładzie medycyny nuklearnej i pracowni radiofarmacji.</p> <p>2. Kontrola jakości radiofarmaceutyków – rodzaje zanieczyszczeń, metody farmakopealne (HPLC, TLC, GC, pomiar pH, jałowość, endotoksyny, badania stabilności), kryteria akceptacji i dokumentowanie wyników.</p> <p>3. Przygotowanie i QC radiofarmaceutyków w placówkach ochrony zdrowia – organizacja „hot labu”, kontrola środowiska, materiały wyjściowe, generatory radionuklidów, przygotowanie zestawów znakowanych oraz podstawy kontroli jakości w warunkach szpitalnych.</p> <p>4. Kontrola jakości aparatury w medycynie nuklearnej – wymagania norm i zaleceń, testy akceptacyjne, okresowe i codzienne w pracowni radiofarmacji.</p> | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 19 | Podstawy radiobiologii | K_W02 K_W10 K_U08 K_K04 | <p>1. Wprowadzenie. - Radiobiologia jako zaplecze naukowe dla radioterapii. Podstawowe cele radioterapii. Struktura i funkcja komórki jako układu docelowego promieniowania. Radiosensytywność komórek (prawo Bergoniego-Tribondeau).</p> <p>2. Mechanizmy molekularne uszkodzeń. - Wpływ promieniowania jonizującego na DNA. Oksydacyjne uszkodzenia DNA (mechanizmy naprawy oksydacyjnych uszkodzeń DNA, kliniczne znaczenie analizy oksydacyjnych uszkodzeń DNA). Uszkodzenia DNA: pęknięcia pojedynczej nici (SSB), pęknięcia dwuniciowe (DSB), uszkodzenia zasad. Mechanizmy pośrednie – radioliza wody i wolne rodniki. Stres oksydacyjny i jego znaczenie biologiczne.</p> <p>3. Systemy naprawy DNA. - Naprawa przez wycinanie zasad (BER), naprawa przez wycinanie nukleotydów (NER). Naprawa pęknięć dwuniciowych (NHEJ, HR). Błędy naprawy jako źródło mutacji i transformacji nowotworowej.</p> <p>4. Krzywe przeżycia komórek.</p> <p>5. Promieniowanie frakcjonowane i efekt mocy dawki. - Wpływ tlenu i reoksygenacja.</p> <p>6. Radiobiologia tkanek. - Radiowrażliwość i wiek komórki w cyklu mitotycznym. Organizacja tkankowa a wrażliwość na promieniowanie. Komórki macierzyste i regeneracja tkanek. Wpływ promieniowania na układ krwiotwórczy, nabłonki, układ nerwowy.</p> <p>7. Efekty organizmowe. - Ostra choroba popromienna (mechanizmy biologiczne). Uszkodzenia przewlekle (zwłóknienia, degeneracja tkanek). Starzenie popromienne. Dziedziczne skutki promieniowania. Wpływ promieniowania na zarodek i płód. Zaćma popromienna.</p> <p>8. Nowoczesne kierunki radiobiologii. Radiogenomika. Terapie skojarzone (radioterapia + immunoterapia). Nanotechnologia w radiobiologii.</p> | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |

| | | | | |
|----|---|---|--|--|
| 20 | Rezonanse magnetyczne | K_W01 K_W05 K_U01 K_K01 K_K04 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego z materią – podstawowe pojęcia, jednostki. 2. Precesja Larmora. Zjawisko rezonansu magnetycznego. Fenomenologiczny opis relaksacji, równania Blocha. Relaksacja podłużna spin-sieć (T1) oraz poprzeczna spin-spin (T2) w rezonansie magnetycznym. 3. Efekt Zeemana. Elektronowy rezonans spinowy (ESR). Budowa spektrometru ESR pracującego w reżimie fali ciągłej. Parametry linii rezonansowych. Zastosowanie spektroskopii ESR w medycynie i dozymetrii. 4. Transformata Fouriera. Techniki impulsowe w pomiarach ESR. 5. Magnetyczny rezonans jądrowy (NMR). Spektroskopia rezonansu magnetycznego (NMRS). Przesunięcie chemiczne i jego rola w obserwacji widm NMRS. Badania tkanek metodą NMRS. 6. Metody obserwacji NMR. Metoda impulsowa Hahna. Sygnał zaniku swobodnej precesji spinów jądrowych (Free Induction Decay FID). 7. Czas relaksacji podłużnej T1 oraz poprzecznej T2 w magnetycznym rezonansie jądrowym. Czas repetycji (TR), czas echa (TE). 8. Obrazowanie metodą rezonansu jądrowego (NMRI). Metoda skaningu liniowego i projekcji wstecznej. Kodowanie częstotliwości i fazy. 9. Budowa tomografu NMRI – magnesy stałe, cewki gradientowe, cewki RF. Metody skracania czasu obrazowania. 10. Parametry sekwencji pomiarowej a charakter obrazu zapewniający kontrast międzytkankowy. Obrazy zależne od czasu relaksacji T1, T2, gęstości protonów (PD). | Laboratorium: zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych |
| 21 | Pozytonowa tomografia emisyjna | K_W02 K_W07 K_U04 K_K02 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy fizyczne i teoretyczne: zjawisko anihilacji, charakterystyka emiterów pozytonów oraz ich parametry fizyczne (czas połowicznego rozpadu). 2. Produkcja izotopów: rola cyklotronów w wytwarzaniu krótkożyjących radionuklidów. 3. Aparatura i technologia obrazowania (budowa skanera PET: system detektorów scyntylacyjnych, układ koincydencji i elektronika przetwarzająca sygnał, systemy hybrydowe (PET/CT i PET/MR). 4. Korzyści z łączenia obrazowania czynnościowego (metabolicznego) z anatomicznym (precyzyjna lokalizacja zmian). | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 22 | Zastosowanie promieniowania w diagnostyce i terapii | K_W01 K_W02 K_W07 K_U04 K_K03 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Rodzaje promieniowania (jonizujące, niejonizujące, oddziaływania z materią). 2. Detekcja i dozymetria - sposoby rejestracji promieniowania (detektory, liczniki Geigera-Mullera, pomiar dawek pochłoniętych). 3. Ochrona radiologiczna. 4. Zastosowania kliniczne: <ul style="list-style-type: none"> - zastosowanie w diagnostyce medycznej (obrazowanie i diagnostyka izotopowa - radiografia, tomografia komputerowa, medycyna nuklearna); - zastosowanie w terapii (radioiterapia i medycyna nuklearna) - tleradioterapia, brachyterapia, terapia radioizotopowa, teranostyka. | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |

| | | | | |
|----|---|--|--|---|
| 23 | Elementy genetyki w diagnostyce onkologicznej i immunoterapii | K_W02 K_W03 K_U03 K_U08 K_K04 | <p>1. Podstawy genetyki nowotworów (Onkogenetyka):</p> <ul style="list-style-type: none"> - kancerogeneza jako proces genetyczny (mechanizmy somatyczne (nabyte) vs. germinalne (dziedziczne); - genetyczne podłoże nowotworów: Rola onkogenów (dominujące) i genów supresorowych (recesywne); - niestabilność genomowa i naprawa DNA: Geny naprawy (np. BRCA1/2, zespół Lyncha). <p>2. Diagnostyka molekularna w onkologii:</p> <ul style="list-style-type: none"> - techniki laboratoryjne: Sekwencjonowanie Sangera, RT-qPCR, FISH; - sekwencjonowanie Nowej Generacji (NGS): kompleksowe profilowanie genomowe (CGP) w guzach litych i hematologii; - płynna biopsja (Liquid Biopsy): wykrywanie krążącego DNA nowotworowego (ctDNA) we krwi. <p>3. Genetyczne podstawy immunoterapii.</p> | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 24 | Podstawy brachyterapii | K_W02 K_W04 K_U03 K_U10 K_K05 | <p>1. Źródła wykorzystywane w brachyterapii.</p> <p>2. Techniki aplikacji.</p> <p>3. Aspekty radiobiologiczne - oddziaływanie na tkanki w bliskim kontakcie.</p> <p>4. Dozymetria i planowanie.</p> <p>5. Ochrona radiologiczna.</p> | Wykład: egzamin pisemny lub ustny Laboratorium: zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych |
| 25 | Chemia medyczna | K_W01 K_W05 K_U04 K_U07 K_K01 K_K02 | <p>1. Definicja leku.</p> <p>2. Oddziaływania międzycząsteczkowe.</p> <p>3. Wybrane właściwości fizykochemiczne leków.</p> <p>4. Zależność pomiędzy budową a aktywnością leków.</p> <p>5. Wybrane cele działania leków.</p> <p>6. Projektowanie leków.</p> <p>7. Mechanika kwantowa w chemii medycznej.</p> | Wykład: zaliczenie pisemne Konwersatorium: przygotowanie i wygłoszenie prezentacji ustnej na temat zadany przez prowadzącego |
| 26 | Analiza i przetwarzanie obrazów oraz formaty przechowywania danych medycznych (dr Paweł Popielarski, mgr Paweł Trafara) | K_W05 K_W07 K_U01 K_K06 | <p>1. Wprowadzenie do cyfrowych danych medycznych.</p> <p>2. Standard DICOM – architektura i zastosowania.</p> <p>3. Podstawy cyfrowego przetwarzania obrazów.</p> <p>4. Segmentacja i analiza morfologiczna.</p> <p>5. Rekonstrukcja i wizualizacja 3D / 4D.</p> <p>6. Rejestracja i fuzja obrazów multimodalnych.</p> <p>7. Uczenie maszynowe i sieci neuronowe w obrazowaniu medycznym.</p> <p>8. Systemy PACS/RIS/HIS i jakość obrazów diagnostycznych.</p> | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 27 | Zaawansowane metody w diagnostyce medycznej i terapii (dr Janusz Winiecki) | K_W02 K_W04 K_W06 K_U02 K_U05 K-K05 | <p>1. Spektroskopia rezonansu magnetycznego.</p> <p>2. Tomografia pozytronowa.</p> <p>3. Radioterapia adaptacyjna.</p> <p>4. Teranostyka w leczeniu onkologicznym - terapie celowane (np. Targeted Alpha Therapy TAT oraz Boron Neutron Capture Therapy - BNCT).</p> <p>5. Terapie indukcyjne.</p> <p>6. TFields: Terapia polami elektrycznymi.</p> | Laboratorium: zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych |

| | | | | |
|----|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 28 | Wykład monograficzny (w j. ang.) (prof. Y. Zorenko) | K_W02 K_W08 K_U04 K_K02 | <p>Spektroskopia i optyczne właściwości materiałów. Podstawy spektroskopii – widmo promieniowania elektromagnetycznego, zjawiska absorpcji, luminescencji i rozpraszania (efekt Ramana), spektrometria Fourierowska.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Źródła światła – promieniowanie ciała doskonale czarnego, lampy i lasery (różne typy, w tym lasery strojone), spektroskopia czasowo-rozdzielcza oraz absorpcja w stanach wzbudzonych. 2. Aparatura pomiarowa – monochromatory, detektory (w tym fotopowielacze), metody poprawy stosunku sygnału do szumu, detekcja impulsowa i techniki ultraszybkie. 3. Podstawy fizyki ciała stałego – budowa krystaliczna, własności optyczne materiałów, model oscylatora Lorentza, właściwości metali, półprzewodników i izolatorów, ekscytony. 4. Defekty w materiałach – rodzaje defektów punktowych, ich powstawanie i rola w materiałach optycznych (monokrystalły, nanomateriały). 5. Centra aktywne optycznie – mechanizmy przejść optycznych, oddziaływania elektron–fonon, diagramy konfiguracyjne, procesy radiacyjne i nieradiacyjne. 6. Luminescencja i modele energetyczne – pasma energetyczne, pułapki, mechanizmy emisji, przesunięcie Stokesa, termoluminescencja i luminescencja stymulowana optycznie. 7. Metody spektroskopowe badania defektów – absorpcja, centra barwne, ekscytony, spektroskopia IR i Ramana. 8. Domieszki w materiałach optycznych – domieszki ziem rzadkich, metali przejściowych i izoelektronowe, ich właściwości spektroskopowe oraz przejścia optyczne (d–f, f–f). 9. Zaawansowane zagadnienia – centra barwne, wpływ pola krystalicznego. 10. Procesy przekazu energii – mechanizmy transferu energii, up- i down-konwersja. 11. Metody radioskopowe – EPR i NMR w badaniu defektów i domieszek. | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 29 | Energoelektronika i sterowanie | K_W02 K_U04 K_U08 K_K01 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Budowa atomu, elektrony, ruch elektronów. 2. Przewodnictwo elektryczne. 3. Zjawiska zachodzące podczas przepływu prądu elektrycznego. 4. Pole elektryczne, pole magnetyczne fala elektromagnetyczna. 5. Generowanie prądu elektrycznego. 6. Fotowoltaika. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 30 | Wstęp do geotermii | K_W02 K_W12 K_U04 K_K02 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawowe pojęcia związane z geotermią: strumień cieplny Ziemi, gradient i stopień geotermiczny, złoża wód i par geotermalnych. 2. Źródła ciepła w skorupie ziemskiej i procesy odpowiedzialne za przemieszczanie się energii cieplnej. Ciepło gruntu i wód podziemnych jako dolne źródło dla pomp ciepła. 3. Technologie wykonywania otworów wiertniczych. Poziomie, pionowe wymienniki gruntowe. 4. Zasada działania sprężarkowych i absorpcyjnych pomp ciepła. Współczynnik wydajności. Aspekty ekologiczne stosowania pomp ciepła. 5. Historia rozwoju wykorzystania energii geotermalnej Ziemi na świecie i w Polsce. Przegląd wybranych przykładów instalacji geotermalnych. 6. Uwarunkowania ekonomiczne i prawne wykorzystania energii geotermalnej. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |

| | | | | |
|----|---|--|---|--------------------------------------|
| 31 | Elektrochemia | K_W01 K_W04 K_U04 K_U08 K_K01 | 1. Termodynamika roztworów elektrolitów. 2. Procesy transportu w roztworach elektrolitów. Przewodność elektrolityczna, migracja, dyfuzja. 3. Potencjały elektrodowe i SEM ogniw. 4. Wyznaczanie wielkości fizykochemicznych metodą joniki. Pomiar pH. 5. Elektrochemiczne źródła energii. Akumulatory, ogniwa suche, ogniwa paliwowe. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 32 | Fizyka międzypowierzchni | K_W02 K_W04 K_W07 K_U04 K_U08 K_K01 | Granica faz elektroda – roztwór elektrolitu. Kinetyka procesów elektrodowych. Teorie przeniesienia elektronu. Transport masy. Procesy elektrodowe. Stałe szybkości procesu elektrodowego. Czynniki wpływające na kinetykę i mechanizm procesu elektrodowego. Metody badań procesów na granicy faz. Polarografia. Chronoamperometria. Voltamperometria cykliczna, spektroskopia impedancji elektrochemicznej Czujniki elektrochemiczne, kondensatory elektrochemiczne, ogniwa paliwowe Termodynamika powierzchni, napięcie i energia powierzchniowa, równowagowy kształt kryształów Procesy adsorpcji, adsorpcja fizyczna i chemiczna, izoterma Langmuira | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 33 | Fotowoltaika krzemowa i cienkowarstwowa | K_W01 K_W02 K_U01 K_U02 K_K01 K_U10 | Fizyczne podstawy przetwarzania światła słonecznego na energię elektryczną. Zasada działania ogniwa fotowoltaicznego. Rodzaje i wymiary ogniwa fotowoltaicznych. Rodzaje fotowoltaiki. Fotowoltaika monokrystaliczna (krzemowa). Fotowoltaika cienko-warstwowa. Ogniwa amorficzne. Projektowanie autonomicznych systemów fotowoltaicznych. Budowa elementów cienkowarstwowych do paneli fotowoltaicznych. Podłoża elementów fotowoltaicznych. Elektrody: przewodzące, pasywacyjne czy antyrefleksyjne. Efektywność i wydajność panelu ogniwa fotowoltaicznego. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
| 34 | Baterie i ogniwa paliwowe | K_W02 K_W07 K_U04 K_K05 | Podział paliw, ich podstawowe właściwości oraz inne źródła energii wykorzystywane w napędach. Klasyczne paliwa silnikowe skład chemiczny, podstawowe właściwości oraz parametry wykorzystywane w ocenie ich jakości. Podstawowe procesy wykorzystywane w produkcji paliw. Paliwa gazowe: LPG, CNG oraz biogaz: otrzymywanie, skład i właściwości. Biopaliwa- podział i podstawowe procesy produkcyjne. Praktyczne wykorzystanie biopaliw opartych na biostrach i paliwa opartego na biogazie. Problemy eksploatacyjne związane ze stosowaniem biopaliw. Ogniwa paliwowe: budowa, zasada działania, podział (nisko i wysokotemperaturowe). Problemy eksploatacyjne związane z wykorzystaniem ogniwa paliwowych. Ogniwa fotoelektryczne. Paliwa stałe i silniki zewnętrznego spalania wykorzystywane z napędami maszyn i pojazdów. Wykorzystanie energii wiatru w napędach pojazdów i maszyn. Przykłady praktycznego wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł napędu | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |

| | | | | |
|----|--|---|---|--|
| 35 | Technologie produkcyjne przemysłu fotowoltaicznego | K_W07 K_W08 K_U04 K_U05 K_K05 | Technologie produkcji ogniw słonecznych opartych na krzem krystaliczny/polikrystaliczny. Zmiany, jakie zachodzą w przemyśle fotowoltaicznym. Przejście z produkcji ogniw z krzemu na ogniwa cienko-warstwowe. Powstanie ogniw słonecznych II, III i IV generacji. Technologie ogniw słonecznych: próżniowe; nanotechnologie; pyroliza i sitodruk. Nowoczesne osiągnięcia w produkcji cienkich warstw i giętkich podłoży. Nowe materiały. Materiały polimerowe o sprawności rzędu 10%. | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 36 | Laboratorium spektroskopii ciała stałego | K_W07 K_W08 K_U04 K_U10 K_W09 K_U02 K_K04 | 1. Właściwości powierzchni ciała stałego: chropowatość powierzchni rezystancja powierzchniowa Skaningowa Mikroskopia Elektronowa. 2. Spektroskopia ramanowska: podstawowe pojęcia, zasada pomiaru, reguły wyboru dla ciał stałych, rodzaje drgań, drgania sieciowe: analiza naprężeń w warstwach, analiza zawartości faz sp2 i sp3 w warstwach diamentowych: analiza zawartości atomów wodoru w fazie sp2 polikrystalicznych warstw diamentowych. 3. Spektroskopia z wykorzystaniem energii rozproszonej: zasada działania EDS, określanie składu pierwiastkowego minerałów, wyznaczanie składu pierwiastkowego stopów metali: Spektroskopia rezonansu paramagnetycznego, istota pomiaru EPR, badania struktury krystalicznej minerałów, badania defektów w warstwach diamentowych: dyfrakcja rentgenowska, budowa i działanie dyfraktometru: badania preferencyjnego uporządkowania warstw diamentowych: katodoluminescencja ciał stałych: zjawisko katodoluminescencji, badania defektów i domieszek w polikrystalicznych warstwach diamentowych, katodoluminescencja kryształów i warstw domieszkowanych jonami ceru. | Laboratorium: zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych |
| 37 | Laboratorium technologii energii odwracalnej | K_W07 K_U02 K_K06 K_W09 | 1. Ogniwo słoneczne. 2. Komórka Grätzela. 3. Kolektor słoneczny. 4. Silnik na gorące powietrze. 5. Akumulator kwasowo-ołowiowy. | Laboratorium: zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych |

| | | | | |
|----|----------------------------------|--|--|--------------------------------------|
| 38 | Wykład monograficzny (w j. ang.) | <p>K_W02 K_W03 K_W05 K_W09 K_U04 K_U09 K_K06</p> | <p>1. Basic of Solar Energy. Basics of solar energy: passage of solar radiation through the atmosphere, solar radiation energy, equation of time, solar constant. Basics of solar collector theory.</p> <p>2. Introduction to the theory of solar collectors. Basic parameters of collectors, discussion of concepts related to collector elements. Basic principles of construction, types and elements of collectors. Solar radiation concentration. Introduction to photovoltaic farms.</p> <p>3. Introduction to photovoltaics. Basics of the band structure of materials used in photovoltaics. Photovoltaic phenomenon. Characteristics of photovoltaic cells. Solar cell efficiency. Basics of photovoltaic systems.</p> <p>4. Basics of wind energy. Wind energy, wind mechanisms. Wind characteristics, wind force, Betz boundary condition, basic wind parameters. Wind measurement methodology for wind energy purposes. Basics of wind energy devices of various scales.</p> <p>5. Basic of water energy. Introduction to hydropower. Types of hydroelectric power plants. Turbine types. Various forms of marine and ocean energy.</p> <p>6. Basics of geothermal energy. Origin of geothermal energy, systems using geothermal energy: ground heat exchangers, geothermal power plants, heat pumps and others.</p> <p>7. Basic od biomaterial energy. Biomass use. Introduction to the issues of using biomass in renewable energy, biomass dispersions, pre-processing, basics of devices for the energetic use of biomass.</p> | Wykład: egzamin pisemny lub ustny |
| 39 | Ochrona własności intelektualnej | <p>K_W10 K_W11 K_U08 K_K04 K_K06</p> | <p>1. Wprowadzenie do zagadnienia. Geneza ochrony własności intelektualnej, wyjaśnienie pojęć. Struktura i funkcjonowanie Urzędu Patentowego. Współpraca międzynarodowa na rzecz ochrony własności intelektualnej.</p> <p>2. Wynalazek jako przedmiot patentu. Przesłanki zdolności patentowej. Prawo do patentu. Ustanie ochrony. Umowy o przeniesienie praw. Wynalazki biotechnologiczne.</p> <p>3. Prawo autorskie. Rodzaje utworów chronionych prawem autorskim. Prawa pokrewne prawom autorskim. Prawa twórcy. Utwory pracownicze. Współtwórcy. Ochrona wizerunku.</p> <p>4. Prawo ochronne na znak towarowy. Funkcje znaku towarowego. Ochrona znaku towarowego w Polsce i za granicą. Znak towarowy Wspólnotowy. Wartość znaków towarowych. Nabycie prawa ochronnego na znak towarowy. Umowy o przeniesienie praw. Unieważnienie i wygaśnięcie prawa ochronnego.</p> <p>5. Prawo ochronne na wzór przemysłowy, właściciel praw do wzoru przemysłowego, ochrona wzoru przemysłowego w Polsce i za granicą. Wzory użytkowe w Prawie własności przemysłowej.</p> <p>6. Oznaczenia geograficzne. Przedmiot ochrony. Wspólnotowy reżim ochrony oznaczeń geograficznych. Kolidzja oznaczenia geograficznego ze znakiem towarowym. Wygaśnięcie i unieważnienie prawa ochronnego.</p> <p>7. Opracowanie dokumentacji w celu uzyskania ochrony prawnej dóbr materialnych i postępowanie przed Urzędem Patentowym.</p> | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |

| | | | | |
|----|-----------------|---|--|--------------------------------------|
| 40 | Historia fizyki | K_W01 K_W02 K_U04 K_U05 K_U07 K_U10 K_U08 K_U08 K_K01 | 1. Rozwój nauki w okresie starożytności. 2. Nauki fizyczne w średniowieczu. 3. Przewrót kopernikański i początki nowożytnej nauki. 4. Fizyka okresu oświecenia. 5. Fizyka klasyczna. 6. Narodziny teorii kwantów. 7. Fizyka współczesna. 8. Rewolucje naukowe według Kuhna. | Wykład: zaliczenie pisemne lub ustne |
|----|-----------------|---|--|--------------------------------------|

* Wypełnia DJiOK

.....
data i podpis
Prodziekan ds. Kształcenia

.....
data i podpis
Dyrektora Kolegium