

Wydział/Instytut: Instytut Fizyki

kierunek studiów: fizyczne podstawy radioterapii i diagnostyki obrazowej

dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne

profil kształcenia: praktyczny

poziom kształcenia: pierwszego stopnia - studia dualne

numer uchwały Senatu 21/2019/2020

Lp.	Zajęcia	Kierunkowe efekty uczenia się	Treści programowe
1.	Algebra liniowa z geometrią Wykład	K_W03, K_U01, K_U09, K_K01, K_K02	<p>1. Liczby zespolone – podstawowe definicje, własności i interpretacje geometryczne, – postać algebraiczna, trygonometryczna i wykładnicza – działania na liczbach zespolonych w tych postaciach, – pierwiastkowanie liczb zespolonych.</p> <p>2. Macierze i wyznaczniki: – macierze - podstawowe określenia, – działania algebraiczne na macierzach, – macierz transponowana, – definicja i własności wyznacznika, – reguły obliczania wyznaczników 2-go i 3-go stopnia, – rozwinięcie Laplace’a wyznacznika, – macierz odwrotna, – rząd macierzy.</p> <p>3. Układy równań liniowych: – podstawowe określenia, – zapis macierzowy, – układy i twierdzenie Cramera, – twierdzenie Kroneckera – Capellego, – metody rozwiązywania układów równań, – układy równań liniowych jednorodnych.</p> <p>4. Geometria analityczna w przestrzeni: – wektory, – iloczyn skalarny, wektorowy, mieszany – równania płaszczyzny i prostej. – krzywe stożkowe.</p> <p>5. Proste struktury algebraiczne. Przestrzenie i przekształcenia liniowe.</p>
2.	Algebra liniowa z geometrią Konwersatorium	K_W03, K_U01, K_U09, K_K01, K_K02	<p>1. Liczby zespolone - przedstawianie liczby zespolonej w postaci algebraicznej, trygonometrycznej i wykładniczej - działania na liczbach zespolonych, - rozwiązywanie równań w zbiorze liczb zespolonych.</p> <p>2. Macierze i wyznaczniki: - działania na macierzach, - obliczanie wyznaczników, - wyznaczanie macierzy odwrotnej, - rozwiązywanie równań macierzowych, - wyznaczanie rzędów macierzy.</p> <p>3. Rozwiązywanie układów równań liniowych:</p> <p>4. Geometria analityczna w przestrzeni: - wektory, - iloczyn skalarny, wektorowy, mieszany - równania płaszczyzny i prostej. - krzywe stożkowe.</p> <p>5. Proste struktury algebraiczne (grupy, ciała, przestrzenie liniowe). Przekształcenia liniowe</p>
3.	Metody matematyczne fizyki Wykład	K_W03, K_U01, K_U09, K_K06	<p>1. Analiza wektorowa. - Twierdzenia Gaussa i Stokesa. - Delta Diraca.</p> <p>2. Współrzędne krzywoliniowe. - Różniczkowe operatory wektorowe.</p> <p>3. Macierze i wyznaczniki. - Macierze hermitowskie, unitarne. - Diagonalizacja macierzy.</p> <p>4. Podstawy teorii grup. - Orbitalny i spinowy moment pędu oraz ich sprzężenie.</p> <p>5. Szeregi nieskończone. - Kryteria zbieżności.</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Szeregi funkcyjne. - Rozwinięcie Taylora. 6. Funkcje zespolone. - Osobliwości. - Całkowanie po residuach. 7. Równania różniczkowe pierwszego rzędu. 8. Funkcje specjalne. - Funkcje Bessela, Legendre'a, Hermite'a i Laguerra. 9. Szereg Fouriera. - Transformaty całkowite Fouriera i Laplace'a. 10. Rachunek wariacyjny. - Pochodna funkcjonalna. - Równanie Eulera-Lagrange'a. - Mnożniki Lagrange'a.
4.	Metody matematyczne fizyki Konwersatorium	K_W01, K_W03, K_U01, K_U09, K_K06	<p>Zadania praktyczne ilustrujące zastosowanie metod matematycznych w różnych dziedzinach fizyki.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza wektorowa. <ul style="list-style-type: none"> - Twierdzenia Gaussa i Stokesa. Delta Diraca. 2. Współrzędne krzywoliniowe. <ul style="list-style-type: none"> - Różniczkowe operatory wektorowe. 3. Macierze i wyznaczniki. <ul style="list-style-type: none"> - Macierze hermitowskie, unitarne. - Diagonalizacja macierzy. 4. Podstawy teorii grup. <ul style="list-style-type: none"> - Orbitalny i spinowy moment pędu oraz ich sprzężenie. 5. Szeregi nieskończone. <ul style="list-style-type: none"> - Kryteria zbieżności. - Szeregi funkcyjne. - Rozwinięcie Taylora 6. Funkcje zespolone. <ul style="list-style-type: none"> - Osobliwości. - Całkowanie po residuach. 7. Równania różniczkowe pierwszego rzędu. 8. Funkcje specjalne. <ul style="list-style-type: none"> - Funkcje Bessela, Legendre'a, Hermite'a i Laguerra. 9. Szereg Fouriera. <ul style="list-style-type: none"> - Transformaty całkowite Fouriera i Laplace'a. 10. Rachunek wariacyjny. <ul style="list-style-type: none"> - Pochodna funkcjonalna. - Równanie Eulera-Lagrange'a. - Mnożniki Lagrange'a.
5.	Analiza matematyczna Wykład	K_W03, K_U01	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elementy logiki. <ul style="list-style-type: none"> - zdanie w sensie logiki; spójniki logiczne i kwantyfikatory, - tautologie klasycznego rachunku zdań i kwantyfikatorów. 2. Funkcje jednej zmiennej. <ul style="list-style-type: none"> - ciąg liczbowy i jego granica.; własności ciągów zbieżnych. - szeregi liczbowe i kryteria ich zbieżności; zbieżność bezwzględna. - klasyfikacja i własności funkcji; funkcje elementarne - definicje i wykresy; granica funkcji; funkcje ciągłe. - pochodna funkcji jednej zmiennej - definicja, interpretacja geometryczna, podstawowe wzory. - podstawowe twierdzenia rachunku różniczkowego; reguła de l' Hospitala. - pochodne wyższych rzędów. - wzór Taylora. - ekstrema lokalne funkcji, wartości największe i najmniejsze. - rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej - całka nieoznaczona, - podstawowe metody całkowania, całka Riemanna, - związek między całką oznaczoną i całką nieoznaczoną, - zastosowanie geometryczne całek oznaczonych, - całki niewłaściwe. - ciągi i szeregi funkcyjne. 3. Funkcje wielu zmiennych.

			<ul style="list-style-type: none"> - granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. - pochodne cząstkowe i pochodna kierunkowa. - ekstrema lokalne, wartości największa i najmniejsza. - całka podwójna i całka potrójna oraz ich zastosowania. - całka krzywoliniowa nieskierowana i skierowana. - całka powierzchniowa niezorientowana i zorientowana. <p>4. Równania różniczkowe zwyczajne pierwszego rzędu i liniowe drugiego rzędu.</p>
6.	Analiza matematyczna Konwersatorium	K_W03, K_U01, K_U09, K_K01, K_K02	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sprawdzanie czy dana formuła jest tautologią klasycznego rachunku zdań. 2. Obliczanie granicy i badanie monotoniczności ciągu liczbowego. 3. Znajdowanie sum i badanie zbieżności szeregu. 4. Obliczanie granic i badanie ciągłości funkcji jednej zmiennej. 5. Obliczanie pochodnych funkcji jednej zmiennej z definicji i ze wzorów. 6. Obliczanie granic funkcji z zastosowaniem reguły de l' Hospitala. 7. Wyznaczanie ekstremów lokalnych i znajdowanie największych i najmniejszych wartości funkcji. 8. Badanie przebiegu zmienności funkcji. 9. Obliczanie całek nieoznaczonych i oznaczonych funkcji jednej zmiennej. 10. Zastosowania całek oznaczonych w geometrii. 11. Obliczanie całek niewłaściwych i ich zastosowanie do obliczanie pól figur nieograniczonych. 12. Wyznaczanie dziedziny funkcji dwóch zmiennych. 13. Obliczanie granic funkcji dwóch zmiennych. 14. Badanie ciągłości funkcji dwóch zmiennych. 15. Obliczanie pochodnych cząstkowych i kierunkowych funkcji wielu zmiennych. 16. Wyznaczanie ekstremów lokalnych i warunkowych funkcji dwóch zmiennych. 17. Obliczanie całek podwójnych i potrójnych. 18. Zastosowania całek wielokrotnych w geometrii. 19. Obliczanie całek krzywoliniowych i powierzchniowych I i II rodzaju. 20. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu i liniowych drugiego rzędu.
7.	Fizyka ogólna Wykład	K_W03, K_W01, K_U01, K_U09, K_K01, K_K02	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wstęp <ol style="list-style-type: none"> 1.1 metody badawcze fizyki i 1.2 wielkości fizyczne 1.3 Międzynarodowy Układ Jednostek 1.4 wzorce 1.5 rola laboratoryjnych badań w fizyce 2. Mechanika <ol style="list-style-type: none"> 2.1 wektory i operacje na wektorach, wektory a prawa fizyki 2.2 ruch prostoliniowy, ruch przyspieszony i opóźniony 2.3 ruch jednostajny krzywoliniowy po okręgu, ruch krzywoliniowy opóźniony i przyspieszony 2.4 siła, masa i ciężar ciał, I, II, III prawo Newtona, moment bezwładności, siła i moment siły, pęd i moment pędu 2.5 siły tarcia, siły bezwładności 2.6 praca, moc, energia 2.7 zasady zachowania energii i momentu pędu 2.8 dynamika ruchu obrotowego 2.9 równowaga ciała sztywnego, moment bezwładności 2.10 ruch obrotowy Ziemi – siła Coriolisa i efekty jej działania w przyrodzie 2.11 siła grawitacji, pole grawitacyjne, pomiar g i G 2.12 ruch w polu grawitacyjnym, prawa Keplera 3. Mechanika ciał stałych, cieczy i gazów <ol style="list-style-type: none"> 3.1 własności sprężyste ciał stałych cieczy i gazów 3.2 ciśnienie i gęstość 3.3 pomiar ciśnienia

			<ul style="list-style-type: none">3.4 przemiany gazowe3.5 ruch gazów i cieczy3.6 wzór barometryczny3.7 prawo Archimedesesa3.8 warunki pływania ciał3.9 prawo Pascala3.10 prawo Bernoulliego3.11 przepływ stacjonarny i turbulentny3.12 .zastosowania prawa Bernoulliego4. Ciepło4.1 ciepło jako forma energii, temperatura, pomiary temperatury4.2 podstawy teorii kinetyczno-molekularnej gazów, gaz doskonały, ruchy Browna4.3 zmiany stanu skupienia4.4 rozchodzenie się ciepła, ciepło molowe ciał stałych, przewodnictwo cieplne4.5 zasady termodynamiki4.6 rozkład Boltzmanna, rozkład Maxwella4.7 zjawiska transportu w gazach4.8 ciepło i praca4.9 I zasada termodynamiki, zastosowania4.10 II zasada termodynamiki, entropia5. Elektryczność i magnetyzm5.1 prąd elektryczny, pomiar ładunku elektrycznego, przewodniki i izolatory, pomiar prądu5.2 pole elektryczne5.3 prąd i ciepło5.4 prąd elektryczny w cieczach i gazach5.5 prąd elektryczny w przyrodzie5.6 potencjał elektryczny5.7 prawo Coulomba5.8 prawo Gaussa5.9 prawa Kirchoffa5.10 obwody prądu, SEM5.11 magnetyzm i siła Lorentza5.12 zjawisko indukcji Faradaya5.13 prawo Ampere'a5.14 prawo Biota-Savarta5.15 magnetyczne właściwości materii, magnetyzm Ziemi5.16 prąd zmienny5.17 obwód RLC5.18 transformator6. Drgania i fale, akustyka6.1 fale i ich powstawanie i opisywanie6.2 fale w przyrodzie6.3 drgania harmoniczne proste i tłumione6.4 rezonans6.5 elementy akustyki, hałas i wibracje6.6 nakładanie się fal, fale stojące6.7 odbicie fal na granicy dwóch ośrodków6.8 zasada Fermata i Huygensa6.9 interferencja i dyfrakcja fal elektromagnetycznych, siatki dyfrakcyjne6.10 równania Maxwella7. Optyka i fizyka atomowa7.1 okna atmosferyczne7.2 energia kwantów7.3 promieniowanie a wielkości świetlne; pomiary wielkości świetlnych7.4 promień świetlny, zasada Fermata, prawo odbicia i załamania światła; współczynnik załamania7.5 całkowite odbicie wewnętrzne, złudzenia optyczne
--	--	--	---

			<p>7.6 elementy optyczne rodzaje obrazów; rodzaje zwierciadeł, równanie zwierciadła, powiększenie, aberracje</p> <p>7.7 pryzmat, kąt najmniejszego odchylenia; rodzaje soczewek, równanie soczewki, obrazy powstawanie</p> <p>7.8 przyrządy optyczne oko, lupa, lornetka, mikroskop optyczny, teleskop soczewkowy i zwierciadlany rodzaje</p> <p>7.9 refrakcja, ekstynkcja, rozpraszanie w wodzie i innych ośrodkach</p> <p>7.10 polaryzacja</p> <p>7.11 prawo Plancka</p> <p>7.12 prawo Wiena</p> <p>7.13 prawo Stefana i Boltzmanna</p> <p>7.14 równanie falowe Schrödingera</p> <p>7.15 zasada nieoznaczoności Heisenberga</p> <p>8. Elementy fizyki jądrowej</p> <p>8.1 własności jąder atomowych</p> <p>8.2 defekt masy i jego rola</p> <p>8.3 siły jądrowe</p> <p>8.4 przemiany jądrowe</p> <p>8.5 reakcje jądrowe</p> <p>8.6 oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią</p> <p>8.7 promieniowanie jonizujące i dawki w warunkach normalnych</p> <p>8.8 detektory promieniowania jądrowego</p> <p>8.9 dozymetria</p> <p>8.10 akceleratory</p>
8.	Fizyka ogólna Konwersatorium	K_W03, K_W01, K_U01, K_U09, K_K01, K_K02	<p>1. Wstęp</p> <p>1.1 wektory i operacje na wektorach</p> <p>1.2 pochodna, całka, równanie różniczkowe</p> <p>2. Mechanika</p> <p>2.1 iloczyn skalarny i wektorowy</p> <p>2.2 ruch prostoliniowy, ruch przyspieszony i opóźniony</p> <p>2.3 ruch jednostajny krzywoliniowy po okręgu, ruch krzywoliniowy opóźniony i przyspieszony</p> <p>2.4 siła, masa i ciężar ciał, I, II, III prawo Newtona, moment bezwładności, siła i moment siły, pęd i moment pędu</p> <p>2.5 siły tarcia, siły bezwładności</p> <p>2.6 praca, moc, energia</p> <p>2.7 zasady zachowania energii i momentu pędu</p> <p>2.8 dynamika ruchu obrotowego</p> <p>2.9 równowaga ciała sztywnego, moment bezwładności</p> <p>2.10 ruch obrotowy Ziemi – siła Coriolisa i efekty jej działania w przyrodzie</p> <p>2.11 siła grawitacji, pole grawitacyjne, pomiar g i G</p> <p>2.12 ruch w polu grawitacyjnym, prawa Keplera</p> <p>3. Mechanika ciał stałych, cieczy i gazów</p> <p>3.1 własności sprężyste ciał stałych cieczy i gazów</p> <p>3.2 ciśnienie i gęstość</p> <p>3.3 pomiar ciśnienia</p> <p>3.4 przemiany gazowe</p> <p>3.5 ruch gazów i cieczy</p> <p>3.6 wzór barometryczny</p> <p>3.7 prawo Archimedesesa</p> <p>3.8 warunki pływania ciał</p> <p>3.9 prawo Pascala</p> <p>3.10 prawo Bernoulliego</p> <p>3.11 przepływ stacjonarny i turbulentny</p> <p>3.12 zastosowania prawa Bernoulliego</p> <p>4. Ciepło</p> <p>4.1 ciepło jako forma energii, temperatura, pomiary temperatury</p> <p>4.2 podstawy teorii kinetyczno-molekularnej gazów, gaz doskonały, ruchy Browna</p> <p>4.3 zmiany stanu skupienia</p> <p>4.4 rozchodzenie się ciepła, ciepło molowe ciał stałych, przewodnictwo cieplne</p>

			<p>4.5 zasady termodynamiki</p> <p>4.6 rozkład Boltzmana, rozkład Maxwella</p> <p>4.7 zjawiska transportu w gazach</p> <p>4.8 ciepło i praca</p> <p>4.9 I zasada termodynamiki, zastosowania</p> <p>4.10 II zasada termodynamiki, entropia</p> <p>5. Elektryczność i magnetyzm</p> <p>5.1 prąd elektryczny, pomiar ładunku elektrycznego, przewodniki i izolatory, pomiar prądu</p> <p>5.2 pole elektryczne</p> <p>5.3 prąd i ciepło</p> <p>5.4 prąd elektryczny w cieczech i gazach</p> <p>5.5 prąd elektryczny w przyrodzie</p> <p>5.6 potencjał elektryczny</p> <p>5.7 prawo Coulomba</p> <p>5.8 prawo Gaussa</p> <p>5.9 prawa Kirchoffa</p> <p>5.10 obwody prądu, SEM</p> <p>5.11 magnetyzm i siła Lorentza</p> <p>5.12 zjawisko indukcji Faradaya</p> <p>5.13 prawo Ampere'a</p> <p>5.14 prawo Biota Savarta</p> <p>5.15 magnetyczne właściwości materii, magnetyzm Ziemi</p> <p>5.16 prąd zmienny</p> <p>5.17 obwód RLC</p> <p>5.18 transformator</p> <p>6. Drgania i fale, akustyka</p> <p>6.1 fale i ich powstawanie i opisywanie</p> <p>6.2 fale w przyrodzie</p> <p>6.3 drgania harmoniczne proste i tłumione</p> <p>6.4 rezonans</p> <p>6.5 elementy akustyki, hałas i wibracje</p> <p>6.6 nakładanie się fal, fale stojące</p> <p>6.7 odbicie fal na granicy dwóch ośrodków</p> <p>6.8 zasada Fermata i Huygensa</p> <p>6.9 interferencja i dyfrakcja fal elektromagnetycznych, siatki dyfrakcyjne</p> <p>6.10 równania Maxwella</p> <p>7. Optyka i fizyka atomowa</p> <p>7.1 okna atmosferyczne</p> <p>7.2 energia kwantów</p> <p>7.3 promieniowanie a wielkości świetlne,</p> <p>7.4 pomiary wielkości świetlnych, pomiar prędkości światła</p> <p>7.5 promień świetlny, zasada Fermata, prawo odbicia i załamania światła; współczynnik załamania</p> <p>7.6 całkowite odbicie wewnętrzne, złudzenia optyczne</p> <p>7.7 elementy optyczne rodzaje obrazów; rodzaje zwierciadeł, równanie zwierciadła, powiększenie, aberracje</p> <p>7.8 pryzmat, kąt najmniejszego odchylenia; rodzaje soczewek, równanie soczewki, obrazy powstawanie</p> <p>7.9 przyrządy optyczne oko, lupa, lornetka, mikroskop optyczny, teleskop soczewkowy i zwierciadlany rodzaje</p> <p>7.10 refrakcja, ekstynkcja, rozpraszanie w wodzie i innych ośrodkach</p> <p>7.11 polaryzacja</p> <p>7.12 prawo Plancka</p> <p>7.13 prawo Wiena</p> <p>7.14 prawo Stefana i Boltzmana</p> <p>7.15 promieniowanie cieplne w przyrodzie, efekt cieplarniany</p> <p>7.16 równanie falowe Schrödingera</p> <p>7.17 zasada nieoznaczoności Heisenberga</p> <p>8. Elementy fizyki jądrowej</p> <p>8.1 własności jąder atomowych</p> <p>8.2 defekt masy i jego rola</p>
--	--	--	---

			8.3 siły jądrowe 8.4 przemiany jądrowe 8.5 reakcje jądrowe 8.6 oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią 8.7 promieniowanie jonizujące i dawki w warunkach normalnych 8.8 detektory promieniowania jądrowego 8.9 dozymetria 8.10 akceleratory
9.	Fizyka ogólna Laboratorium	K_W03, K_U01, K_U09, K_U03	1. Mechanika 1.1 Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego g za pomocą wahadła prostego 1.2 Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego g za pomocą spadkownicy Atwooda 1.3 Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego g za pomocą wahadła rewersyjnego 1.4 Badanie drgań wahadła sprężynowego 1.5 Wahadło torsyjne – wyznaczanie współczynnika sztywności τ metodą dynamiczną 1.6 Wahadło torsyjne – wyznaczanie momentu bezwładności bryły sztywnej 1.7 Badanie drgań tłumionych wahadła torsyjnego 1.8 Wyznaczanie gęstości ciał stałych i cieczy za pomocą piknometru 1.9 Wyznaczanie gęstości ciał stałych za pomocą wagi Jolly’ego 1.10 Wyznaczanie współczynnika tarcia tocznego f_t na równi pochyłej 1.11 Wyznaczanie modułu Younga metodą jednostronnego rozciągania 1.12 Wyznaczanie siły Coriolisa 2. Ciepło 2.1 Wyznaczanie ciepła topnienia q_{tl} lodu metodą kalorymetryczną 2.2 Wyznaczanie pojemności cieplnej ck (równoważnika wodnego) kalorymetru 2.3 Wyznaczanie ciepła właściwego cc ciał stałych 2.4 Pomiar ciepła właściwego cieczy metodą dwóch elektrokcalorimetrów 2.5 Wyznaczanie stosunku $cp/cv=c$ dla powietrza metodą Clementa i Desormes’a 2.6 Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności liniowej ciała stałych 3. Fizyka molekularna 3.1 Wyznaczanie współczynnika lepkości metodą Stokesa 3.2 Wyznaczanie współczynnika lepkości wody metodą przepływu na podstawie prawa Poiseuille’a 3.3 Wyznaczanie współczynnika lepkości powietrza 3.4 Pomiar napięcia powierzchniowego metodą pęcherzykową 3.5 Pomiar napięcia powierzchniowego za pomocą wagi torsyjnej i strzemiączka 3.6 Wyznaczanie granicznej wartości liczby Reynoldsa 3.7 Wyznaczanie współczynnika lepkości za pomocą wiskozymetru Hephlera 4. Optyka 4.1 Wyznaczanie długości fali świetlnej lub stałej siatki za pomocą siatki dyfrakcyjnej 4.2 Wyznaczanie ogniskowej soczewki na podstawie pomiaru odległości przedmiotu i obrazu od soczewki 4.3 Sprawdzanie praw odbicia i załamania światła 4.4 Wyznaczanie współczynnika załamania światła w płaskorównoległej warstwie cieczy 4.5 Wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą mikroskopu 4.6 Wyznaczanie powiększenia mikroskopu 4.7 Sprawdzenie prawa Malusa 5. Elektryczność i magnetyzm

			<p>5.1 Badanie zależności napięcia źródła od czerpanego prądu</p> <p>5.2 Pomiar rezystancji mostkiem Wheatstone'a</p> <p>5.3 Badanie charakterystyki diody</p> <p>5.4 Badanie tranzystora</p> <p>5.5 Badanie fotoopornika i charakterystyki żarówki</p> <p>6. Biofizyka</p> <p>6.1 Analiza widm emisyjnych różnych pierwiastków za pomocą spektroskopu i monochromatora.</p> <p>6.2 Pomiar stężenia roztworu koloidalnego metodą nefelometryczną.</p> <p>6.3 Badanie skręcalności optycznej roztworów i wyznaczanie ich stężeń za pomocą polarymetru.</p> <p>6.4 Fluorescencja barwników organicznych i jej zastosowanie w ilościowej analizie luminescencyjnej.</p> <p>6.5 Dipolowy model pracy serca.</p> <p>6.6 Wyznaczanie współczynnika pochłaniania promieniowania jonizującego.</p> <p>6.7 Ultradźwiękowe zjawisko Dopplera.</p> <p>6.8 Badanie proggu pobudliwości ucha ludzkiego.</p>
10.	Chemia ogólna Wykład	K_W01, K_K07	<p>1. Podstawowe pojęcia i prawa chemii. Ewolucja poglądów na budowę materii. Model atomu Bohra.</p> <p>2. Elementy chemii kwantowej: równanie Schrödingera, liczby kwantowe, orbitale.</p> <p>3. Konfiguracja elektronowa atomu. Układ okresowy a właściwości pierwiastków.</p> <p>4. Budowa cząsteczki, typy wiązań chemicznych.</p> <p>5. Stechiometria. Podstawy obliczeń chemicznych – część I.</p> <p>6. Podstawowe rodzaje reakcji chemicznych. Roztwory, dysocjacja, hydroliza.</p> <p>7. Stężenie procentowe i molowe. Podstawy obliczeń chemicznych – część II.</p> <p>8. Oznaczalność i wykrywalność pierwiastków oraz substancji chemicznych.</p> <p>9. Stany materii, równanie gazu doskonałego i rzeczywistego.</p> <p>10. Elementy termodynamiki chemicznej: funkcje stanu, zasady termodynamiki, warunki samorzutności reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna.</p> <p>11. Klasyfikacja, budowa, właściwości, reaktywność i zastosowania związków nieorganicznych.</p> <p>12. Budowa i właściwości związków kompleksowych. Podstawy obliczeń chemicznych – część III.</p> <p>13. Klasyfikacja, budowa, właściwości, reaktywność i zastosowania związków organicznych – część I.</p> <p>14. Stereochemia związków kowalencyjnych.</p> <p>15. Klasyfikacja, budowa, właściwości, reaktywność i zastosowania związków organicznych – część II.</p>
11.	Chemia ogólna Konwersatorium	K_W01, K_U01	<p>1. Stechiometria wzorów chemicznych.</p> <p>2. Stechiometria równań reakcji chemicznych.</p> <p>3. Bilans elektronowy w reakcjach utleniania-redukcji.</p> <p>4. Stężenie procentowe i molowe. Przeliczenie stężeń.</p> <p>5. Stała dysocjacji. Wykładnik stężenia jonów wodorowych.</p> <p>6. Iloczyn rozpuszczalności. Rozpuszczalność.</p> <p>7. Stała trwałości związku kompleksowego.</p> <p>8. Obliczenia termochemiczne.</p> <p>9. Szybkość reakcji. Równowaga chemiczna.</p> <p>10. Wydajność reakcji.</p>
12.	Fizyka kwantowa Wykład	K_W01, K_W03, K_U01	<p>1. Geneza mechaniki kwantowej: Doświadczalne podstawy mechaniki kwantowej Dualistyczny charakter promieniowania i materii</p> <p>2. Analiza pomiaru Zasada nieoznaczoności Heisenberga; zasada komplementarności</p> <p>3. Postulaty mechaniki kwantowej</p>

			<p>4. Zastosowania postulatów mechaniki kwantowej do prostych modeli Cząstka swobodna; cząstka w pudle potencjału; bariera potencjału; efekt tunelowy; liniowy oscylator harmoniczny; Sferycznie symetryczne potencjały w trzech wymiarach (model rotatora sztywnego); atom wodoru</p> <p>5. Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera Metoda wariacyjna; rachunek zaburzeń Rayleigha- Schrödingera; rachunek zaburzeń zależny od czasu; obliczanie prawdopodobieństw przejść</p> <p>6. Elementarna teoria przedstawień (reprezentacji) Funkcja falowa i operatory w reprezentacji położeniowej, pędowej i energetycznej</p> <p>7. Atomowe układy wieloelektronowe: Przybliżenie jednoelektronowe; konfiguracje elektronowe atomów; energia średnia w przybliżeniu jednoelektronowym; termy atomowe i reguły Hunda; metoda Hartree-Focka;</p> <p>8. Korelacja elektronowa</p> <p>9. Cząsteczkowe układy wieloelektronowe: Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczkach; teoria orbitali molekularnych; klasyfikacja orbitali molekularnych; konfiguracje elektronowe; termy molekularne cząsteczek</p>
13.	Fizyka kwantowa Konwersatorium	K_W01, K_W03, K_U01, K_U09, K_U02, K_U10, K_K02	<p>1. Postulat o funkcji falowej Funkcje "porządne" (klasy Q); zależność liniowa układu funkcji; ortonormalność, zupełność układu funkcji</p> <p>2. Postulat o operatorach Identyczność i liniowość operatorów; algebra operatorów: suma, iloczyn, potęga, odwrotność; relacja stowarzyszenia; operatory hermitowskie i antyhermitowskie; operatory normalne, unitarne, idempotentne, rzutowe</p> <p>3. Postulat o zagadnieniu własnym Zagadnienie własne dla operatora o widmie dyskretnym i ciągłym</p> <p>4. Postulat o wartości średniej Matematyczna nierówność Heisenberga</p> <p>5. Wykorzystanie postulatów mechaniki kwantowej dla cząstki w pudle Obliczanie gęstości prawdopodobieństwa i wartości średnich; sprawdzanie matematycznej nierówności Heisenberga; jakościowy opis struktury elektronowej polienów</p> <p>6. Bariera potencjału. Efekt tunelowy Obliczanie prawdopodobieństwa przejścia nad i przez prostokątną barierę potencjału</p> <p>7. Wykorzystanie postulatów mechaniki kwantowej dla oscylatora harmonicznego Obliczanie gęstości prawdopodobieństwa i wartości średnich; model drgającej cząsteczki dwuatomowej</p> <p>8. Wykorzystanie postulatów mechaniki kwantowej dla atomu wodoru Obliczanie radialnej gęstości prawdopodobieństwa; orbitale rzeczywiste; kontury orbitali i gęstości prawdopodobieństwa</p> <p>9. Ogólna metoda wariacyjna Cząstka w pudle potencjału; oscylator harmoniczny; jon wodoropodobny</p> <p>10. Metoda Ritza (liniowa metoda wariacyjna) Cząstka w pudle potencjału; jon wodoropodobny</p> <p>11. Metoda zaburzeniowa Rayleigha-Schrödingera Wyznaczenie energii (z dokładnością do 2-go rzędu) stanu podstawowego dowolnego układu kwantowego; wyznaczenie energii (z dokładnością do 1-go rzędu) stanu podstawowego atomu helopodobnego</p> <p>12. Rachunek zaburzeń zależny od czasu Obliczanie prawdopodobieństw przejść dla zaburzenia stałego w czasie i zmieniającego się periodycznie w czasie</p>

			<p>13. Elementarna teoria reprezentacji Operator r^{-1} w reprezentacji pędowej; zagadnienie własne dla liniowego oscylatora harmonicznego w reprezentacji pędowej i energetycznej</p> <p>14. Atom wieloelektronowy Wyznaczanie konfiguracji elektronowej atomów; konstrukcja funkcji falowej o dobrych własnościach spinowych (na przykładzie atomu helu); wyznaczenie energii średniej; wyznaczenie funkcji falowej i energii dla stanu podstawowego atomu helu metodą wariacyjną; wyznaczenie termów atomowych dla konfiguracji p^3, d^2, s^1d^1; reguły Hunda; wyznaczenie metodą wariacyjną energii stanu podstawowego wybranych układów atomowych</p> <p>15. Metoda Hartree-Focka Wyznaczenie funkcji falowej i energii stanu podstawowego atomu helu metodą Hartree-Focka-Roothaana</p> <p>16. Potencjał elektronowy typu Morse'a w cząsteczkach dwuatomowych Wyznaczanie stałych siłowych wiązania; wyznaczenie częstości drgań atomów</p>
14.	Wstęp do fizyki jądrowej Wykład	K_W01, K_U01, K_K01, K_K02	<p>1. Wstęp.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krótka historia rozwoju fizyki jądrowej. - Przedmiot fizyki jądrowej. - Ważniejsze odkrycia w historii fizyki jądrowej. - Podstawowe pojęcia i definicje; rzędy wielkości. <p>2. Wielkości charakteryzujące jądra atomowe.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rozmiary, ładunek i masa jądra. - Spin i moment magnetyczny jądra. - Energia wiązania jąder. - Czas życia jąder. <p>3. Modele jądra atomowego.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Model kroplowy. - Ścieżka stabilności. - Model gazu Fermiego. - Model powłokowy. <p>4. Spontaniczne przemiany jądrowe.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rozpady alfa i beta; promieniowanie gamma. - Stany wzbudzone jąder. - Prawo promieniotwórczego rozpadu nuklidów. - Aktywność promieniotwórcza. - Rozpad sukcesywny. <p>5. Oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rodzaje oddziaływań. - Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią. - Oddziaływanie neutronów z materią. - Oddziaływanie promieniowania gamma z materią. <p>6. Reakcje jądrowe.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zasady zachowania. - Reakcje jądrowe wywołane neutronami. - Reakcja rozszczepienia jądra. - Reakcje syntezy jąder. <p>7. Technika jądrowa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktor jądrowy. - Akceleratory. - Detektory promieniowania jonizującego. - Pomiary w dozymetrii. <p>8. Zastosowanie metod fizyki jądrowej w medycynie.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Magnetyczny rezonans jądrowy. - Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego. - Pozytonowa tomografia emisyjna. <p>9. Promieniowanie jądrowe w środowisku i zastosowaniach praktycznych.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Izotopy promieniotwórcze w środowisku naturalnym. - Poziom promieniowania tła.

			-Zastosowanie izotopów w badaniach naukowych i medycynie.
15.	Wstęp do fizyki jądrowej Konwersatorium	K_W03, K_U02	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wielkości charakteryzujące jądro atomowe. <ul style="list-style-type: none"> - Rozmiary i ładunek jądra. - Spin i moment magnetyczny jądra. - Energia wiązania jąder. Defekt masy. 2. Modele jądrowe. <ul style="list-style-type: none"> - Model kropłowy. - Fenomenologiczny wzór Weizsäckera. - Model powłokowy. - Oddziaływanie spin-orbita a liczby magiczne. - Konstrukcja potencjału oddziaływania. 3. Spontaniczne przemiany jądrowe. <ul style="list-style-type: none"> - Rozpady alfa, beta i gamma. - Graficzne schematy rozpadów. - Prawo promieniotwórczego rozpadu nuklidów. Stała rozpadu i okres połowicznego zaniku. Rozpad sukcesywny. - Aktywność promieniotwórcza. - Zastosowanie rozkładów Poissona i Gaussa do oceny wyników pomiarów w fizyce jądrowej. - Optymalizacja dokładności pomiarów radiometrycznych. 4. Oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią. <ul style="list-style-type: none"> - Rodzaje oddziaływań. Przekrój czynny. - Oddziaływanie cząstek naładowanych, neutronów i promieniowania gamma z materią. - Dozymetria promieniowania jonizującego. 5. Reakcje jądrowe. <ul style="list-style-type: none"> - Zasady zachowania. - Reakcje jądrowe wywołane neutronami. - Reakcje rozszczepienia i syntezy jąder. - Obliczenie parametrów energetycznych produktów rozpadu i syntezy. Wydajność reakcji. 6. Wykorzystanie pól elektrycznych i magnetycznych w technice eksperymentu fizyki jądrowej. <ul style="list-style-type: none"> - Elektrostatyczne i magnetyczne elementy spektrometrów cząstek naładowanych. - Akceleratory.
16.	Elementy fizyki ciała stałego Wykład	K_W01, K_W03, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktura kryształu. Podstawowe typy sieci. Wskaźniki płaszczyzn krystalicznych. 2. Sieć odwrotna. Dyfrakcja na strukturach periodycznych. Strefy Brillouina. 3. Wiązania chemiczne w ciałach stałych. 4. Dynamika atomów w kryształach. Drgania sieci krystalicznej. Fonony. Własności termiczne. 5. Elektrony swobodne w ciele stałym. Gaz Fermiego. Pojemność cieplna gazu elektronowego. Przewodność elektryczna i prawo Ohma. 6. Model prawie swobodnych elektronów. Elektron w potencjale periodycznym. Pasma energetyczne. Gęstość stanów elektronowych. 7. Ruch elektronów w pasmach i masa efektywna. Elektrony i dziury. Ruchliwość nośników ładunku. 8. Półprzewodniki. Domieszkowanie półprzewodników. Złącze p-n. Heterostruktury i supersieci. 9. Zjawiska optyczne i ekscytyny. 10. Nadprzewodnictwo. 11. Dielektryki i ferroelektryki. 12. Magnetyzm. Diamagnetyzm i paramagnetyzm. Oddziaływanie wymiany. Ferromagnetyzm i antyferromagnetyzm. Fale spinowe. 13. Defekty i dyslokacje. 14. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni.
17.	Elementy fizyki ciała stałego Konwersatorium	K_W03, K_U01	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sieć krystaliczna. 2. Sieć odwrotna. Strefy Brillouina. 3. Dyfrakcja na kryształach - atomowy czynnik rozpraszania. 4. Dyfrakcja na kryształach - geometryczny czynnik strukturalny.

			<p>5. Zależność dyspersyjna dla elektronów. Struktura pasmowa kryształu.</p> <p>6. Gęstość stanów elektronowych.</p> <p>7. Masa efektywna nośników (elektronów, dziur).</p> <p>8. Funkcja rozkładu Fermiego-Diraca.</p> <p>9. Koncentracja elektronów/dziur w półprzewodniku.</p> <p>10. Wyznaczanie przerwy energetycznej na podstawie temperaturowych zależności przewodnictwa elektrycznego.</p> <p>11. Wyznaczanie parametrów przewodnictwa na podstawie zjawiska Halla.</p>
18.	Podstawy elektroniki Wykład	K_W01, K_U01, K_U03, K_U07, K_U10, K_K01, K_K02, K_K08	<p>1. Napięcie i prąd elektryczny: Pole elektryczne i ruch elektronu, prąd elektryczny, kierunek prądu, symbolika, pierwsze prawo Ohma, jednostki, drugie prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, łączenie oporów, obwody zastępcze.</p> <p>2. Definicje: masa, prąd stały, zmienny i przemienny, częstotliwość, amplituda, okres, pomiar napięcia i prądu, multimetr, dzielnik napięcia, oscyloskop analogowy i cyfrowy, elementy pasywne i aktywne.</p> <p>3. Elementy aktywne: diody półprzewodnikowa, zasada działania, rodzaje, zastosowania, prostownik.</p> <p>4. Przewodnictwo: przewodniki, półprzewodniki i dielektryki, wiązania sieci, sieci krystaliczne, wskaźniki Millera,</p> <p>5. Podstawy fizyki ciała stałego: układy cząstek, potencjał chemiczny, defekty sieci krystalicznej, domieszki, diament, sieć diamentu, poziomy energetyczne, metale, izolatory, półprzewodniki, poziom Fermiego, półprzewodniki typu n i p, złącze półprzewodnikowe, złącze rzeczywiste, układy pomiarowe charakterystyk diody.</p> <p>6. Tranzystory: podział, zasada działania, układy pracy tranzystorów, rodziny charakterystyk tranzystorów bipolarnych i polowych, schematy zastępcze, zastosowania</p> <p>7. Pojęcie wzmacniacza operacyjnego.</p>
19.	Podstawy elektroniki Laboratorium	K_U01, K_U03, K_U07, K_U10, K_K08	<p>1. Pomiar wielkości elektrycznych</p> <p>1.1 Pomiary napięcia i prądu stałego i zmiennego</p> <p>1.2 Pomiary oporności, rezystywności i impedancji</p> <p>1.3 Pomiary prostych obwodów elektrycznych</p> <p>2. Pomiary parametrów diody prostowniczej</p> <p>2.1 Pomiary charakterystyk IV diody</p> <p>2.2 Pomiary temperaturowe IV diody</p> <p>2.3 Pomiary rodzin charakterystyk wyjściowych tranzystora bipolarnego</p> <p>2.4 Obliczenia punktów pracy elementów aktywnych</p> <p>3. Pomiary analogowe i pomiary cyfrowe</p> <p>3.1 Praca na oscyloskopie analogowym i cyfrowym</p> <p>3.2 Pomiary charakterystyk IV metodą "punkt po punkcie", metodą sygnału trójkątnego i metodą cyfrową</p> <p>3.3 Nauka połączeń metodą lutowania</p> <p>3.4 Systemy sterowania temperaturą</p>
20.	Wstęp do onkologii Wykład	K_W02, K_U04, K_U06, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06, K_K07	<p>1. Podstawy onkologii klinicznej: epidemiologia, diagnostyka, objawy i leczenie najczęstszych chorób nowotworowych, ze szczególnym uwzględnieniem radioterapii jako elementu postępowania terapeutycznego.</p> <p>2. Podstawy biologii nowotworów. Nowotwory łagodne i złośliwe.</p> <p>3. Obrazowe metody diagnostyczne i ich przydatność do planowania radioterapii.</p> <p>4. Leczenie onkologiczne radykalne i paliatywne. Różnice w wysokości dawki całkowitej promieniowania i sposobie jej frakcjonowania.</p>

			<p>5. Zasadność stosowania teleradioterapii, z uwzględnieniem jej poszczególnych technik w leczeniu radykalnym i paliatywnym pacjentów chorych na najczęstsze nowotwory złośliwe.</p> <p>6. Zasadność stosowania brachyterapii, z uwzględnieniem jej poszczególnych technik w leczeniu radykalnym i paliatywnym pacjentów chorych na najczęstsze nowotwory złośliwe.</p> <p>7. Zasadność stosowania innych niż fotonowe rodzajów promieniowania w leczeniu onkologicznym.</p> <p>8. Wskazania i specyfika radioterapii dziecięcej. Zasady planowania i realizacji radioterapii u dzieci.</p> <p>9. Możliwości stosowania i ograniczenia radioterapii u kobiet w ciąży.</p> <p>10. Zasady oceny ryzyka popromiennego dla zarodka/płodu.</p> <p>11. Wskazania do napromieniania całego ciała.</p> <p>12. Wskazania do napromieniania osi mózgowo-rdzeniowej.</p> <p>13. Radioterapia w hematoonkologii (białaczki, chłoniaki).</p> <p>14. Współpraca fizyka medycznego z lekarzem w procesie planowania radioterapii</p>
21.	Materiały scyntylacyjne i dozymetryczne Wykład	K_W01, K_W05, K_U01, K_U01, K_U07, K_K04, K_K07	<p>1. Materiały dla scyntylatorów. Fizyczne zasady pracy scyntylatorów. Historia scyntylatorów. Etapy wzbudzenia scyntylatora. Główne parametry scyntylatorów.</p> <p>2. Materiały dla dozymetrii. Materiały z luminescencją stymulowaną termicznie (TSL) i optycznie (OSL) oraz fizyczne zasady ich działania. Przykłady materiałów TSL i OSL. Główne parametry materiałów TSL i OSL.</p> <p>3. Metody technologiczne wytwarzania scyntylatorów i materiałów dozymetrycznych.</p> <p>4. Metoda Czochralskiego. Fizyczne podstawy metody oraz aparatura do wzrostu kryształów. Forma interfejsu stop-kryształ. Kontrola średnicy kryształów.</p> <p>5. Metoda Bridgmana-Stokbargera. Fizyczne podstawy metody, stadia wzrostu i aparatura. Wybór tygla i kształt kryształów.</p> <p>6. Metoda mikro-wyciągania (MPD). Fizyczne podstawy metody oraz urządzenie, które stosuje się do tej metody. Kształt kryształów, otrzymanych metodą MPD.</p> <p>7. Sposoby technologiczne wytwarzania materiałów dla dozymetrii oraz optymalizacja ich właściwości. Metody ceramiczne. Termiczna obróbka materiałów. Kontrolowane wprowadzenie domieszek i defektów.</p> <p>8. Zaawansowane technologie ceramiczne. Technologia produkcji ceramiki metodą samo-propagującej syntezy spaleniowej (combustion synthesis).</p> <p>9. Zaawansowane technologie nanokrystaliczne. Nano-kryształy, wprowadzone do matryc dielektrycznych (na przykładzie CsBr:Br). Tworzenie i destrukcja nanokryształów (NK), wprowadzonych do matryc dielektrycznych. Wpływ tworzenia NK na właściwości materiałów.</p> <p>10. Nowoczesne technologie otrzymywania scyntylatorów i materiałów dozymetrycznych w postaci warstw.</p> <p>11. Metoda epitaksji z fazy ciekłej (metoda LPE). Krystalizacje quasi-homo-epitaksjalna oraz hetero-epitaksjalna metodą LPE. Warunki brzegowe dla epitaksji metodą LPE dotyczące niedopasowania stałych sieci warstwy i podłoża. Strefy przejściowe. Różnica w doskonałości strukturalnej i właściwościach optycznych warstw i kryształów tego samego materiału oraz powody takiej różnicy (na przykładzie warstw i kryształów granatów). Dwu- oraz trzywarstwowe struktury scyntylacyjne.</p> <p>12. Warstwowe technologie wytwarzania materiałów dozymetrycznych. Epitaksja z fazy ciekłej. Dwuwarstwowe struktury dozymetryczne.</p>

			<p>13. Metody optymalizacji właściwości scyntylatorów i materiałów dozymetrycznych (na przykładach wolframianów, halogenków, ortokrzemianów oraz prostych i złożonych granatów).</p> <p>14. Zastosowania materiałów scyntylacyjnych i dozymetrycznych. Zastosowania scyntylatorów. Scyntylatory w różnych rodzajach tomografii przemysłowej i medycznej oraz fizyczne podstawy tych metod. Mikrotomografia. Warstwy monokrystaliczne jako ekrany scyntylacyjne w mikrotomografii.</p> <p>15. Zastosowania materiałów TSL i OSL. Dozymetria kosmiczna. Dozymetria środowiska. Dozymetria przemysłowa i bezpieczeństwo pracy. Dozymetria medyczna</p>
22.	Materiały scyntylacyjne i dozymetryczne Laboratorium	K_W05, K_U01, K_U01, K_U07, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zajęcia wstępne: wprowadzenie do przedmiotu – 1 godzina; 2. Pomiar wydajności scyntylacyjnej materiałów - 2 godziny; 3. Pomiar rozdzielczości energetycznej scyntylatora - 2 godziny; 4. Pomiar zaniku scyntylacji materiałów przy wzbudzeniu cząstkami alfa - 2 godziny; 5. Pomiar termicznie stymulowanej luminescencji (TSL) - 2 godziny; 6. Pomiar widm spektralnie rozdzielczej termoluminescencji - 2 godziny; 7. Pomiar optycznie stymulowanej luminescencji (OSL) - 2 godziny; 8. Wyznaczenie głębokości pułapek z widma TL metodą frakcyjnego nagrzewania - 2 godziny; 9. Pomiar widm absorpcji materiałów – 2 godziny; 10. Pomiar widm oraz wydajności katodoluminescencji materiałów – 2 godziny; 11. Pomiar widm fotoluminescencji (emisyjnych i wzbudzenia) materiałów - 2 godziny; 12. Pomiar czasu zaniku fotoluminescencji materiałów – 2 godziny; 13. Badanie procesów przekazania energii wzbudzenia w materiałach luminescencyjnych - 2 godziny; 14. Kolokwium - 2 godziny; 15. Zajęcia poprawkowe i zaliczeniowe - 1 godzina.
23.	Podstawy dozymetrii promieniowania jonizującego Wykład	K_W05, K_W01, K_U02, K_U07, K_K01, K_K02, K_K06, K_K05, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wielkości opisujące oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią, jednostki używane w dozymetrii 2. Definicja CPE, CPE w pomiarach ekspozycji, związek dawki zaabsorbowanej z ekspozycją, równowaga przejściowa (TCPE) 3. Przekaz energii w oddziaływaniach promieniowania gamma i X z materią 4. Dozymetria cząstek naładowanych 5. Definicje dozymetrii radiacyjnej. 6. Komora jonizacyjna 7. Podstawy fizyczne działania dozymetrów, dozymetry termoluminescencyjna, dozymetry scyntylacyjne, dozymetry fotograficzne, dozymetry chemiczne, dozymetry kalorymetryczny, wady i zalety dozymetrów 8. Oddziaływanie neutronów z tkanką, przekaz energii w zderzeniach i reakcjach jądrowych, dozymetria mieszanych neutronowych i fotonowych pól radiacji.
24.	Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią Wykład	K_W01, K_U01, K_U02, K_U09, K_U10, K_K07, K_K08	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ogólne własności jąder atomowych (masy, ładunki, izotopy, izobary, izotony, izomery) 2. Rozpady promieniotwórcze (alfa, beta, gamma, rodziny promieniotwórcze) 3. Prawa zaniku promieniotwórczego • Naturalne i sztuczne źródła promieniowania w środowisku 4. Reakcje jądrowe - wytwarzanie sztucznych izotopów promieniotwórczych 5. Podstawy fizyczne technik pozwalających wytwarzać promieniowanie jonizujące 6. Akceleratory do produkcji izotopów promieniotwórczych, akceleratory medyczne

			<p>Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią (lekkie jony, promieniowanie beta – wiązki wysokoenergetycznych elektronów, fotony rentgenowskie i promieniowanie gamma)</p> <p>7. Rodzaje oddziaływań, pochłanianie promieniowania, osłabienie wiązek fotonowych</p> <p>8. Promieniowanie jonizujące w diagnostyce i terapii medycznej</p> <p>9. Naturalne i sztuczne źródła promieniotwórczego narażenia człowieka. Radionuklidy w człowieku. Człowiek standardowy.</p> <p>10. Skażenia powierzchniowe i wewnętrzne. Zadania ochrony radiologicznej. Dozymetria indywidualna.</p> <p>11. Metody detekcji i dozymetrii. Dawki graniczne. Klasyfikacja źródeł promieniotwórczych.</p> <p>12. Określanie warunków pracy różnych liczników promieniowania oraz przestrzennego rozkładu dawki</p>
25.	Biofizyka Wykład	K_W01, K_U01, K_K01, K_K07	<p>1. Elementy biotermodynamiki i biofizyki komórki</p> <p>Podstawy procesów transportu elektrolitów i nieelektrolitów w organizmie żywym: potencjał chemiczny i elektrochemiczny. Dyfuzja, osmoza i ciśnienie osmotyczne. Zjawiska filtracji i ultrafiltracji w organizmie człowieka: nerka, naczynia włosowate, równanie Starlinga.</p> <p>Biologiczne źródła sygnałów elektrycznych: potencjał błonowy, potencjał spoczynkowy, równowaga Gibbsa-Donnana; wzór Goldmana, model elektryczny błony komórkowej, potencjał czynnościowy, propagacja potencjału czynnościowego wzdłuż aksonu. Elektryczna czynność mięśni, przenoszenie pobudzenia, sprzężenie elektromechaniczne. Straty ciepłe w organizmach stałocieplnych: mechanizmy transportu ciepła, wpływ temperatury na szybkość procesów biologicznych, rozkład temperatury w organizmie człowieka, termoregulacja w organizmie człowieka, granice tolerancji zmian temperatury. Wpływ ciśnienia i wilgotności na funkcjonowanie organizmu.</p> <p>2. Podstawy biofizyki układu krążenia i układu oddechowego</p> <p>Prawa hydrodynamiki: prawo ciągłości strumienia, prawo Bernoulliego, prawo Hagena-Poiseuille'a. Opór naczyniowy przepływu, czynniki wpływające na opór naczyniowy; ciśnienie dynamiczne i statyczne w układzie krążenia, spadek ciśnienia w łożysku naczyniowym. Sprężyste właściwości ścian naczyń: napięcie sprężyste naczyń krwionośnych, wzór Laplace'a. Zależność napięcia sprężystego tętnicy głównej i żyły głównej od promienia przekroju. Fala tętna, czynniki wpływające na prędkość fali tętna, tłumienie fali tętna. Mechaniczna czynność serca: rola układów tętniczego i żylnego, model hydrauliczny i model elektryczny układu krążenia, podatność, praca, moc i wydajność serca. Rola układu oddechowego w organizmie człowieka. Mechanizm wentylacji płuc, rola ciśnienia wewnątrzopłucnowego i śródpięcherzykowego. Właściwości sprężyste tkanki płucnej. Rola surfaktantów. Podatność, praca i moc oddechowa, wydajność energetyczna układu oddechowego. Wymiana gazowa w płucach. Rola dyfuzji w wymianie gazów oddechowych między krwią a pęcherzykami płucnymi. Prawo Henry'ego, rozpuszczalność gazów. Zdolność dyfuzyjna płuc.</p> <p>3. Wpływ wybranych czynników fizycznych na organizm człowieka</p> <p>Fale elektromagnetyczne: pola elektromagnetyczne, promieniowanie niejonizujące (IR, VIS, UV), promieniowanie jonizujące – biofizyczne mechanizmy oddziaływania, skutki biologiczne i medyczne. Podstawy dozymetrii promieniowania jonizującego, niejonizującego i pól elektromagnetycznych. Ochrona przed promieniowaniem. Wpływ fal sprężystych (infradźwięki, hałas, ultradźwięki) – biofizyczne</p>

			<p>mechanizmy oddziaływania, fala uderzeniowa, skutki biologiczne.</p> <p>4. Znaczenie wybranych czynników fizycznych w diagnostyce i terapii</p> <p>Promieniowanie jonizujące w diagnostyce: klasyczne zdjęcia rtg., zasada i wady odwzorowań, technika zdjęć warstwowych; zasady rentgenowskiej transmisyjnej tomografii komputerowej, skala Hounsfielda, technika „okien”, kontrast w technice rtg. tomografii komputerowej; Elementy medycyny nuklearnej: reakcje jądrowe wykorzystywane w diagnostyce i terapii, prawo rozpadu, fizyczny, biologiczny i efektywny czas połowicznego zaniku, radiofarmaceutyki. Diagnostyka radioizotopowa: scyntygrafia, kamery scyntylacyjne, podstawy fizyczne emisyjnej tomografii komputerowej SPECT i pozytonowej emisyjnej tomografii komputerowej PET, zdolność rozdzielcza PET i SPECT. Radioterapia: rodzaje dawek, krzywe przeżycia, frakcjonowanie dawek, brachyterapia, teleterapia. Fale sprężyste w diagnostyce: wytwarzanie i detekcja fal ultradźwiękowych, zdolność rozdzielcza, rodzaje prezentacji (typu A, B, 2D, 2D-Real-Time, 3D, dopplerowska). Ultrasonoterapia. Litotrypsja. Podstawy tomografii NMR: magnetyzm, magnetyzm jądrowy, spin i moment magnetyczny jądra, czas relaksacji podłużnej i poprzecznej, precesja Larmora, zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego, krzywa absorpcji; znaczenie czasu relaksacji poprzecznej i podłużnej oraz gęstości protonów w rekonstrukcji obrazu tkanki, metoda echa spinowego; rola środków kontrastujących, spektroskopia NMR, f-NMR. Bezpieczeństwo tomografii NMR.</p>
26.	Metrologia radiologiczna Wykład	K_W01, K_W03, K_W05, K_W02, K_U01, K_U02, K_U03, K_U07, K_U09, K_U10, K_K03, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie podstawowych wielkości opisujących oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. 2. Źródła i rodzaje promieniowania jonizującego 3. Podstawowe wielkości i jednostki dozymetryczne. 4. Typy i rodzaje detektorów promieniowania jonizującego. 5. Sposoby oceny dawki promieniowania jonizującego.
27.	Metrologia radiologiczna Laboratorium	K_W01, K_W03, K_W05, K_W02, K_U01, K_U02, K_U03, K_U07, K_U09, K_U10, K_K03, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie podstawowych wielkości opisujących oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. 2. Źródła i rodzaje promieniowania jonizującego 3. Podstawowe wielkości i jednostki dozymetryczne. 4. Typy i rodzaje detektorów promieniowania jonizującego. 5. Sposoby oceny dawki promieniowania jonizującego
28.	Elementy statystyki medycznej Wykład	K_W02, K_W03, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rola statystyki w analizie wyników otrzymanych w procesie badania naukowego. 2. Wskaźniki położenia, rozproszenia i asymetrii. Tabele licznosci, wielodzielcze, histogramy, wykresy. 3. Rozkład normalny- własności. 4. Statystyki opisowe – analiza rozproszenia. 5. Testy statystyczne dla rozkładów parametrycznych i nieparametrycznych 6. Laboratoryjnych: 7. Obliczenia arytmetyczne i statystyczne w arkuszu. Graficzne przedstawianie danych. 8. Rozkłady prawdopodobieństwa(przykłady): dwumianowy i normalny. 9. Analiza rozprożeń. 10. Parametryczne i nieparametryczne testy istotności. 11. Wnioskowanie statystyczne – analiza błędów I i II rodzaju
29.	Elementy statystyki medycznej Laboratorium	K_W02, K_W03, K_U01, K_U05, K_U06, K_K03	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie do przedmiotu. Warunki uzyskania zaliczenia. Regulamin Pracowni Komputerowej. 2. Statystyka w naukach medycznych. Podstawowe pojęcia w statystyce. 3. Graficzna prezentacja danych statystycznych. Wstęp do modułu oprogramowania statystycznego. 4. Wybrane elementy statystyki opisowej.

			<p>5. Obliczanie parametrów statystyki opisowej oraz interpretacja wyników. Podstawy korelacji i regresji.</p> <p>6. Obliczanie korelacji dwóch cech oraz interpretacja wyników. Formułowanie i testowanie wybranych hipotez statystycznych oraz interpretacja wyników.</p> <p>7. Zasady przygotowania ankietowego narzędzia badawczego oraz przeprowadzania sondażu diagnostycznego.</p>
30.	Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego Wykład	K_W01, K_U01, K_K07	<p>1. Ogólne podstawy spektroskopii.</p> <p>2. Oddziaływanie pola magnetycznego z materią. Rezonans magnetyczny.</p> <p>3. Magnetyczny rezonans jądrowy.</p> <p>4. Przesunięcie chemiczne. Sprzężenie spinowo-spinowe.</p> <p>5. Metodyka badań widm NMR.</p> <p>6. Wpływ efektów dynamicznych na widmo NMR.</p> <p>7. Spektroskopia ¹³C NMR.</p> <p>8. Rezonans magnetyczny innych jąder.</p> <p>9. Spektroskopia korelacyjna 2D NMR.</p> <p>10. Analiza przykładowych widm NMR.</p> <p>11. Zastosowanie NMR w medycynie.</p>
31.	Pracownia dyplomowa Laboratorium	K_W05, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_K01, K_K03	Zajęcia obejmują zapoznanie studenta z odpowiednią metodyką badań i wykonanie badań laboratoryjnych niezbędnych do realizacji pracy dyplomowej.
32.	Seminarium dyplomowe Seminarium	K_W01, K_W03, K_W06, K_W07, K_W08, K_U07, K_U09, K_U08, K_U10, K_K04, K_K06, K_K08	<p>1. Utrwalenie wiedzy z zakresu podstawowych działów fizyki na poziomie studiów I-go stopnia, oraz rozszerzenie wiedzy o zagadnienia nawiązujące do fizyki współczesnej.</p> <p>2. Omówienie metod pisania prac dyplomowych w tym sposobu przygotowania wstępu literaturowego do pracy.</p> <p>3. Konsultacje bezpośrednie mające na celu pomoc w rozwiązywaniu bieżących trudności wynikających z realizacji treści programowych modułu.</p> <p>4. Omówienie sposobów opracowywania i analizy wyników badań.</p> <p>5. Prezentacje multimedialne przygotowane przez studentów (w języku polskim i angielskim).</p> <p>6. Analiza literatury dotyczącej tematyki prac dyplomowych.</p> <p>7. Praca ze wskazaną literaturą przedmiotu obejmująca ugruntowanie wiedzy w zakresie zagadnień związanych z pracą dyplomową.</p> <p>8. Wyszukiwanie i krytyczna analiza materiałów pokazowych z Internetu.</p> <p>9. Wybrane aspekty prawa autorskiego.</p> <p>10. Wybrane aspekty tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości</p> <p>11. Możliwości praktycznych zastosowań wyników otrzymanych w ramach pracy dyplomowej</p>
33.	Język obcy Konwersatorium	K_U07, K_U08, K_K01, K_K06	<p>1. Introduction</p> <p>2. All about me</p> <p>3. How to improve your English outside the classroom</p> <p>4. Learning a language</p> <p>5. Common mistakes</p> <p>6. Grammar revision</p> <p>7. English for studying</p> <p>8. Studying abroad</p> <p>9. Social English</p> <p>10. Slang & idioms</p> <p>11. Try something new for 30 days</p> <p>12. Secrets of success</p> <p>13. The magic of truth and lies -Ted talk</p> <p>14. Discussion games</p> <p>15. My home, my country (students' mini- presentations)</p> <p>16. Grammar and lexical exercises – (Matasek M., Ćwiczenia i testy gramatyczno leksykalne)</p> <p>17. Computers – basic vocabulary</p> <p>18. Information Technology Vocabulary</p>

			<p>19. A list of 50 mispronounced words for IT specialists</p> <p>20. History of computers / Wikipiedia</p> <p>21. The story of Bill Gates – famous people</p> <p>22. Addiction to new technologies</p> <p>23. Computer games</p> <p>24. Cyber crime</p> <p>25. Social networking</p> <p>26. Books/Computer game/Website students' reviews /tutorials</p> <p>27. Articles on Physics (last semester)</p>
34.	Wychowanie fizyczne Ćwiczenia	K_W05, K_W06, K_U03, K_U10, K_K04	<p>Omówienie zasad BHP na zajęciach wychowania fizycznego, zapoznanie z warunkami zaliczenia, regulaminem SWFiS oraz regulaminem korzystania z danego obiektu sportowego; nauka podstawowych elementów technicznych i taktycznych:</p> <p>Siatkówka: postawa siatkarska, odbicia sposobem górnym i dolnym, zagrywka tenisowa, przyjęcie piłki sposobem górnym i dolnym, wystawa piłki w przód i w tył, atak, blok.</p> <p>Koszykówka: poruszanie się po boisku, podania i chwyt, kozłowanie prawą i lewą ręką rzut do kosza z biegu z prawej i lewej strony, rzut do kosza z miejsca, obrona 1:1, zwody bez piłki i z piłką, atak pozycyjny i atak szybki.</p> <p>Judo: elementy gimnastyki i akrobatyki użyteczne w nauczaniu judo; podstawy nauki padów, najprostsze ataki w pozycji stojącej; niektóre elementy walki w parterze.</p> <p>Unihokej: poruszanie się po boisku, podanie forehandem i backhandem, przyjęcie podania, strzał na bramkę z miejsca i w ruchu, drybling, zwody, obrona, gra na pozycji bramkarza.</p> <p>Piłka nożna: sposoby poruszania się po boisku, podania i przyjęcia piłki w miejscu i w ruchu, strzał na bramkę z miejsca i w ruchu, zwody ciałem, drybling i zwody z piłką, obrona, gra na pozycji bramkarza.</p> <p>Tenis ziemny: poruszanie się po korcie, pozycja tenisowa, forehand, backhand, serwis, wolej, półwolej.</p> <p>Tenis stołowy: postawa przy stole i sposoby poruszania się podczas gry, różne sposoby trzymania rakiетки, forehand, backhand, serwis, uderzenia atakujące, uderzenia obronne, uderzenia pośrednie.</p> <p>Lekka atletyka: technika biegowa, start niski i pozycyjny, skok w dal z miejsca, technika pchnięcia kulą, kształtowanie cech motorycznych, szybkości, siły, wytrzymałości, gibkości i zwinności.</p> <p>Siłownia: oddychanie podczas ćwiczeń, technika wykonania ćwiczeń mięśni: klatki piersiowej, grzbietu, brzucha, barków, ramion i przedramion, nóg.</p> <p>Fitness: podstawowe kroki w aerobiku: step otuch, double step otuch, step out, heel back, knee up, grapevine (skrzyżny); podstawowe kroki na stepie, proste układy choreograficzne, technika ćwiczeń na piłkach, z ciężarkami, z taśmami i rozciągających.</p> <p>Pływanie: wydechy do wody, poślizgi, praca nóg i rąk do trzech stylów: grzbietowego, kraula i klasycznego (żabki); skok do wody na nogi i głowę, elementy nurkowania, prosty nawrót, elementy autoratownictwa.</p> <p>Futsal + Piłka nożna halowa: poruszanie się po boisku, podania i przyjęcia piłki, zwody ciałem, drybling i zwody piłką, strzały na bramkę, gra obronna zespołowa, jeden na jeden, gra bramkarza.</p>
35.	Anatomia i fizjologia komórki Wykład	K_W02, K_U01, K_U07, K_U06, K_U09, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Założenia komórkowej teorii budowy organizmów. 2. Porównanie komórek prokariotycznych i eukariotycznych – omówienie budowy i funkcji elementów strukturalnych komórek. 3. Błony biologiczne – powstawanie i budowa. 4. Charakterystyka komórek eukariotycznych. 5. Organella komórkowe ich budowa i rola metaboliczna. 6. Cytoskielet komórek i jego fizjologiczna rola oraz molekularne aspekty ruchu i stabilizacji komórek. 7. Cykl komórkowy i jego regulacja (wzrost, różnicowanie i starzenie się).

			8. Transport przez błony komórkowe. 9. Mechanizmy przekazywania sygnałów, sygnalizacja międzykomórkowa. 10. Śmierć komórkowa - apoptoza i nekroza. 11. Materiał genetyczny i ekspresja genów. 12. Ogólny przegląd tkanek zwierzęcych. 13. Podstawy biologii komórki nowotworowej: molekularne podłoże transformacji nowotworowej.
36.	Podstawy radiobiologii Wykład	K_W02, K_W03, K_U04, K_U06, K_U10, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06, K_K07	1. Podstawy onkogenezy: czynniki onkogenne endo- i egzogenne, procesy biologiczne prowadzące do powstawania nowotworów. 2. Kinetyka wzrostu nowotworów złośliwych, jej wpływ na przebieg choroby nowotworowej i wyniki radioterapii. 3. Działanie promieniowania na poziomie komórkowym i molekularnym 4. Dogmat 5R radioterapii . Zastosowanie do przewidywania odpowiedzi na radioterapię. 5. Matematyczne modele odpowiedzi na promieniowanie. Zastosowanie w procesie planowania leczenia i szacowaniu biologicznych efektów radioterapii. 6. Współczynnik liniowego przekazywania energii i względna skuteczność biologiczna. 7. Wczesne późne odczyny popromienne. Mechanizm powstawania, czynniki modyfikujące. Możliwości przewidywania na etapie planowania radioterapii. 8. Dawki tolerancji na promieniowanie dla narządów krytycznych u dorosłych i dzieci. 9. Nowotwory indukowane promieniowaniem. Ryzyko u pacjentów onkologicznych. 10. Biologiczne efekty brachyterapii. 11. Sposoby frakcjonowania dawki promieniowania i całkowity czas radioterapii jako czynniki predykcyjne efektu biologicznego promieniowania. 12. Wczesne i późne efekty napromieniania całego ciała. 13. Dziedziczne efekty popromienne. Wpływ promieniowania na gonady, zarodek i płód 14. Wykorzystanie badań anatomiczno-czynnościowych (PET, SPECT) do planowania radioterapii. 15. Nowe aspekty radiobiologiczne (odpowiedź adaptacyjna, nadwrażliwość na niskie dawki promieniowania, efekt widza, efekt abskopalny) i ich potencjalny wpływ na efekty radioterapii.
37.	Nowoczesne metody fizyczne w medycynie i ochronie zdrowia Wykład	K_W01, K_U01, K_K04, K_K07	1. Wprowadzenie. 1.1. Główne cechy nowoczesnej fizyki w medycynie i obronie zdrowia. 2. Tomografia. 2.1. Tomografia komputerowa (TK) i tomografia rezonansu pozytronowego (PET), fizyczne zasady ich działania. 2.2. Scyntylatory i ich rozwój. 2.3. Tomografia rezonansu magnetycznego oraz jej fizyczne podstawy. 3. Mikrotomografie z wysoką rozdzielczością. 3.1. Scyntylatory w postaci warstw. 4. Radiografia cyfrowa. 4.1. Luminofory „z pamięcią” oraz zasady ich działania. 5. Dozymetria. 5.1. Dozymetria aktywna i pasywna. 5.2. Metody termoluminescencji (TL) oraz optycznie stymulowanej luminescencji (OSL). 5.3. Materiały do dozymetrii TSL i OSL. 6. Mikroskopia optyczna i elektronowa. 6.1. Ekrany w postaci warstw monokrystalicznych. 7. Znakowanie fosforami. 7.1. Zasady znakowania.

			<p>7.2. Fosforescencja i fluorescencja.</p> <p>7.3. Nanokompozyty.</p> <p>8. Terapia cząstkami.</p> <p>8.1. Terapia protonami oraz atomami węgla.</p> <p>8.2. Pik Bragga.</p> <p>8.3. Modulacja wiązki.</p> <p>8.4. Terapia innymi cząstkami.</p> <p>9. Terapia laserowa.</p> <p>9.1. Promienowanie laserowe i jego główne cechy.</p> <p>9.2. Typy laserów stosowane w medycynie.</p> <p>9.3. Oddziaływanie promieniowania laserowego z tkankami.</p> <p>10. Diagnostyka ultradźwiękowa.</p> <p>10.1. Ultradźwięki.</p> <p>10.2. Charakterystyka materiałów ultradźwiękowych.</p> <p>10.3. Rozdzielczość pomiaru.</p> <p>10.4. Efekt Dopplera.</p> <p>10.5. Efekty piezoelektryczny i elektromechaniczny.</p> <p>11. Ciała stałe jako źródła światła</p> <p>11.1. Źródła tradycyjne i nowoczesne.</p> <p>11.2. Lampy fluorescencyjne.</p> <p>11.3. Diody światła białego.</p> <p>11.4. Zasady inżynierii diod światła białego.</p>
38.	Nowoczesne metody fizyczne w medycynie i ochronie zdrowia Laboratorium	K_W05, K_U07, K_K04, K_K07	<p>1. Zajęcie wstępne</p> <p>2. Mikroskopia optyczna o wysokiej rozdzielczości tkanek biologicznych;</p> <p>3. Mikroskopia elektronowa tkanek biologicznych.</p> <p>4. Wyznaczenie zakresu przezroczystości różnych tkanek biologicznych.</p> <p>5. Sposób działania detektora scyntylacyjnego oraz pomiar jego charakterystyk.</p> <p>6. Sposób działania detektora termoluminescencyjnego oraz pomiar jego charakterystyk.</p> <p>7. Efekt Dopplera. Wyznaczenie prędkości obiektu ruchomego.</p> <p>8. Sposób wytwarzania światła białego przy pomocy diod LED.</p> <p>9. Zajęcie końcowe. Zaliczenie przedmiotu</p>
39.	Fizjologia człowieka z elementami patofizjologii Wykład	K_W02, K_U06, K_U09, K_K04	<p>1. Wstęp do fizjologii, pojęcie homeostazy.,</p> <p>2. Fizjologia układu nerwowego z elementami jego patologii.,</p> <p>3. Fizjologia mięśni szkieletowych.,</p> <p>4. Fizjologia krwi i jej właściwości fizyczne. Fizjologia i właściwości mięśnia sercowego. Podstawowe jednostki chorobowe związane z układem krążeniowo-naczyniowym.,</p> <p>5. Fizjologia układu oddechowego i jego podstawowe funkcje. Elementy patologii w układzie oddechowym.,</p> <p>6. Fizjologia układu pokarmowego i podstawowe jednostki chorobowe.,</p> <p>7. Fizjologia układu rozrodczego. Gospodarka hormonalna ustroju.,</p> <p>8. Mechanizmy termoregulacji.,</p> <p>9. Czynności i funkcje skóry oraz mechanizm odczynu zapalnego.,</p> <p>10. Zaburzenia prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Witaminy.</p>
40.	Anatomia radiologiczna Wykład	K_W02, K_U03, K_K01, K_K05	<p>1. Podstawy obrazowania medycznego - metody uzyskiwania obrazów, podobieństwa i różnice między poszczególnymi metodami, wskazania do zastosowania różnych metod obrazowania w zależności od sytuacji klinicznej.</p> <p>2. Podstawy anatomii (typy tkanek, układy, mianownictwo anatomiczne).</p> <p>3. Anatomia układu kostnego i mięśniowo-szkieletowego (typy kości, budowa szkieletu osiowego i kończyn, typy połączeń stawowych, budowa i podstawowe funkcje mięśni szkieletowych, typy połączeń mięśni z układem szkieletowym).</p> <p>4. Anatomia radiologiczna układu mięśniowo-szkieletowego, typowe obrazy na klasycznych radiogramach, w obrazach TK i MR, USG, badaniach izotopowych.</p>

			<p>5. Układ nerwowy - podstawy anatomii mózgowia, rdzenia kręgowego, nerwów obwodowych.</p> <p>6. Obrazowanie układu nerwowego - klasyczna radiologia, Tomografia Komputerowa, Rezonans Magnetyczny, USG, metody izotopowe.</p> <p>7. Układ oddechowy, klatka piersiowa i śródpiersie - podstawy anatomii, obrazowanie.</p> <p>8. Układ krążenia - metody obrazowania, topografia naczyń.</p> <p>9. Głowa i szyja - topografia narządów, naczyń, nerwów, mięśni, ze szczególnym uwzględnieniem narządów zmysłów.</p> <p>10. Układ pokarmowy i jama brzuszna - podstawy anatomii, metody obrazowania, prawidłowe obrazy w poszczególnych metodach.</p> <p>11. Przestrzeń zaotrzewnowa, układ moczowo-płciowy.</p> <p>12. Miednica mniejsza - ważne organy, topografia naczyń i nerwów.</p> <p>13. Narządy wydzielania wewnętrznego - anatomia, topografia, metody obrazowania</p> <p>14. Układ chłonny, skóra, przydatki skóry, metody obrazowania zmian patologicznych skóry i jej przydatków, obrazy prawidłowe.</p> <p>15. Wielopłaszczyznowa analiza obrazów anatomicznych dla potrzeb planowania terapii - możliwości metod obrazowania.</p>
41.	Obrazowanie w medycynie Wykład	K_W01, K_W02, K_W05, K_W04, K_W03, K_W06, K_U04, K_U03, K_U05, K_U06, K_U10, K_K04, K_K03, K_K07, K_K06	<p>1. Obrazowanie medyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Podstawowe pojęcia, parametry jakościowe i ilościowe (czułość, specyficzność, dokładność, rozdzielczość) - Metody oceny i analizy obrazów <p>2. Ultrasonografia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Podstawy fizyczne (absorpcja i rozpraszanie fali akustycznej, oddziaływanie z materią) - Wytwarzanie i detekcja ultradźwięków (efekt piezoelektryczny, budowa przetwornika) - Obrazowanie ultrasonograficzne (schemat blokowy aparatu USG, tryby obrazowania, ultrasonografia dopplerowska, podstawy fizyczne efektu Dopplera) <p>3. Rentgenodiagnostyka</p> <ul style="list-style-type: none"> - Podstawy fizyczne (oddziaływanie promieniowania X z materią, prawo absorpcji) - Wytwarzanie i detekcja promieniowania X - Aparat RTG, Mammograf - Tomografia komputerowa - Konstrukcja i zasada działania tomografu komputerowego, rekonstrukcja obrazu - Angiografia, fluoroskopia, koronarografia <p>4. Medycyna nuklearna w diagnostyce</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promieniotwórczość - podstawy fizyczne (rozpad alfa, beta, gamma, aktywność promieniotwórcza) - Obrazowanie nuklearne, zasada obrazowania, radioznaczniki - Detekcja promieniowania - Scyntygrafia planarna - SPECT - Pozytonowa tomografia emisyjna PET <p>5. Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego</p> <ul style="list-style-type: none"> - Podstawy fizyczne (gęstość spinowa, procesy relaksacji, energia momentu magnetycznego, precesja Larmora, magnetyzacja jądrowa) - Teoria rejestracji obrazu MRI - Konstrukcja i zasada działania rezonansu magnetycznego, rekonstrukcja obrazu (schemat blokowy rezonansu, interpretacja obrazów ważonych T1 i T2, porównanie obrazów MRI i CT) <p>6. Obrazowanie multimodalne</p> <ul style="list-style-type: none"> - CT-SPECT, CT-PET, MRI- EIT76 <p>7. Obrazowanie optyczne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mikroskopia, wideoendoskopia - Optyczna tomografia dyfuzyjna, koherencyjna <p>8. Obrazowanie elektryczne</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy fizyczne (biopotencjały czynnościowe, źródła sygnałów elektrycznych w organizmach żywych) - EKG, EEG, EOG 9. Termografia - Podstawy fizyczne termowizji - Konstrukcja i zasada działania kamery termowizyjnej - Termogramy
42.	Obrazowanie w medycynie Laboratorium	K_W02, K_W05, K_W04, K_W03, K_W06, K_U05, K_U04, K_U06, K_U10, K_K07, [K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rys historyczny o fizyce medycznej i wykorzystaniu przez nią nauk komputerowych 2. Obieg danych pacjenta w szpitalu – na podstawie CO Bydgoszcz. 3. Przypomnienie wiedzy o sieciach LAN oraz podstawowych urządzeniach sieciowych (switch, router, karta sieciowa) <ul style="list-style-type: none"> - szpitalne sieci komputerowe na przykładzie CO Bydgoszcz 4. Podstawy baz danych <ul style="list-style-type: none"> - rodzaje baz danych, wady i zalety różnych rozwiązań, klucze, indeksy, tworzenie zapytań. 5. Użycie komputera w celu wyznaczenia podstawowych zależności matematycznych takich jak : średnia, mediana, aproksymacja, <ul style="list-style-type: none"> - interpolacja, tworzenie wykresów – MATLAB, EXCEL. 6. Technologia cyfrowa. <ul style="list-style-type: none"> - przetworzenie zjawisk analogowych do postaci cyfrowej – zjawiska fizyczne. - zastosowanie filtrów cyfrowych w celu poprawy wizualizacji obrazów - zasady działania matryc detektorów. 7. Rodzaje obrazów wykorzystywane w radioterapii <ul style="list-style-type: none"> - tomograf, MR, PET, KV, PortalImage - rodzaje danych zawarte w różnych modalnościach. 8. Standardy zapisu i wymiany danych w medycynie: <ul style="list-style-type: none"> - DICOM, HL7, IHE, rozporządzenie RODO 9. Wprowadzenie do standardu DICOM 10. Omówienie aplikacji korzystających z DICOM. Informacje zawarte w plikach standardu DICOM. 11. Omówienie medycznych urządzeń obrazujących CT, MR itp. 12. Cyfrowe systemy zarządzania szpitalem takie jak CliniNet <ul style="list-style-type: none"> - założenia takich systemów, ich uniwersalność oraz nadrzędność nad pozostałymi systemami szpitalnymi 13. Specjalistyczne szpitalne systemy komputerowe; Aria, PACS, SyngoVia 14. Algorytmy komputerowe w medycynie. <ul style="list-style-type: none"> - Cyfrowe przetwarzanie obrazu - filtry - Algorytmy obliczające dawkę w radioterapii. - Technika 3D oraz IMRT , VMAT– optymalizatory. - Algorytmy do trackingu. - Algorytmy do konturowania. - Indeks Gamma 15. Podstawy programowania – odczyt wybranych informacji w pliku DICOM. Eclipse API
43.	Ochrona radiologiczna Wykład	K_W02, K_W01, K_W05, K_W06, K_U07, K_K05, K_K07, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promieniotwórczość. Źródła promieniowania jonizującego. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Naturalne promieniowanie jonizujące, dawki otrzymywane przez człowieka w ciągu roku 1.2. Zastosowanie promieniowania jonizującego w medycynie, nauce, przemyśle. 1.3. Energetyka jądrowa i jej wpływ na środowisko 2. Wielkości i jednostki radiologiczne stosowane w ochronie radiologicznej. 3. Podstawy detekcji promieniowania jonizującego ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów środowiskowych i skażeń. 4. Biologiczne skutki promieniowania Efekty deterministyczne i stochastyczne. 5. Podstawowe zasady ochrony radiologicznej. <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Zasada uzasadnienia zastosowania promieniowania 5.2. Zasada optymalizacji

			<p>5.3. Zasady bezpiecznej pracy ze źródłami. 6. Aspekty ochrony radiologicznej pacjenta. 7. Dawki otrzymywane przez pacjenta w efekcie stosowania właściwych dla danej dziedziny procedur radiologicznych – zasady optymalizacji. 8. Przepisy prawne związane z ochroną radiologiczną. 9. Ustawodawstwo krajowe i europejskie, zalecenia międzynarodowe dotyczące ochrony radiologicznej 10. Przegląd informacji dotyczących opisanych i zbadanych wypadków radiacyjnych.</p>
44.	Fizyczne podstawy medycyny nuklearnej Wykład	K_W01, K_W02, K_U10, K_U09, K_K06, K_K02	<p>1. Obrazowanie w medycynie Promieniowanie rentgenowskie; ultradźwięki; magnetyczny rezonans jądrowy; medycyna nuklearna 2. Podstawowe funkcje medycyny nuklearnej 3. Promieniowanie jonizujące, detekcja promieniowania 4. Budowa atomu, izotopy, radioizotopy, radionuklidy, przemiany jądrowe 5. Izotopy stosowane w medycynie nuklearnej 6. Scyntygrafia, kamera scyntylicyjna, scyntygrafia statyczna i receptorowa 7. Tomografia emisyjna fotonów i pozytonów (SPECT, PET) 8. Scyntygrafia dynamiczna 9. Terapeutyczna medycyna nuklearna 10. Specyfika pracy ze źródłami promieniotwórczymi, ochrona radiologiczna</p>
45.	Podstawy radioterapii Wykład	K_W02, K_U04, K_U06, K_K06	<p>1. Rys historyczny 2. Diagnozowanie chorób nowotworowych. 3. Cel, zadania i metody radioterapii. - radioterapia jako jedna z metod onkologii - rodzaje promieniowania wykorzystywanego w radioterapii - radioterapia a terapia radioizotopowa – źródła stosowane w terapii radioizotopowej - techniki radioterapii - podstawowe pojęcia, dawka promieniowania, indeks terapeutyczny - elementy radiobiologii: rodzaje uszkodzeń popromiennych, efekty deterministyczne i stochastyczne, krzywe przeżycia, „5R” radioterapii - modele radiobiologiczne - leczenie radykalne i paliatywne 4. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią - działanie promieniowania na poziomie atomowym i molekularnym - promieniowanie elektromagnetyczne a cząstki naładowane - promieniowanie ortowoltowe i megawoltowe - działanie promieniowania na tkankę żywą - zasady frakcjonowania dawki, czynniki fizyczne wpływające na intensywność oddziaływania - jonizacja bezpośrednia i pośrednia 5. Ścieżka pacjenta w radioterapii - przygotowanie pacjenta, unieruchomienia, obrazowanie - wirtualna symulacja - specyfikacja obszaru tarczowego i narządy ryzyka - planowanie rozkładu dawki 6. Napromienianie wiązkami zewnętrznymi: - technika izocentryczna i stałego SSD - wiązka akceleratorowa a tzw. bomba kobaltowa - planowanie 1D/2D/3D i planowanie odwrotne - histogramy dawki 7. Opis makroskopowy i dozymetryczny wiązek zewnętrznych - krzywe Bragga - rozpraszanie, pochłanianie a rozbudowa wiązki 8. Techniki specjalne w radioterapii: - napromienianie całego ciała wiązkami fotonowymi - napromienianie całej skóry - Intensity Modulated Radiation Therapy</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Image-Guided Radiation Therapy, Respiratory Gating, Deep Inspiratory Breath Hold - Conformal Arc Therapy - Volumetric Modulated Arc Therapy - radioterapia stereotaktyczna, Gamma Knife, CyberKnife - protonoterapia i tzw. ciężkie jony <p>9. Kontrola jakości w radioterapii:</p> <ul style="list-style-type: none"> - jakość i intensywność promieniowania - weryfikacja oczekiwanego rozkładu dawki metodami „in vivo” i „pre-treatment” - kontrola ułożenia pacjenta - EPID, CBCT (a tomografia komputerowa), Exactrac, pozostałe <p>10. Brachyterapia</p> <ul style="list-style-type: none"> - źródła wykorzystywane w brachyterapii - metody brachyterapii ze względu na moc dawki - metody brachyterapii – czas aplikacji - aplikacja źródła - brachyterapia kontaktowa, śródjamowa i śródtkankowa (afterloading) - przykłady zabiegów brachyterapeutycznych <p>11. Terapia borowo-neutronowa (Boron Neutron Capture Therapy)</p>
46.	Budowa i zasada działania urządzeń do radioterapii Wykład	K_W05, K_W02, K_U06, K_U04, K_K01, K_K05	<p>1. Wprowadzenie: krótki rys historyczny, podział i krótka charakterystyka urządzeń do radioterapii.</p> <p>2. Aparaty rentgenowskie</p> <p>2.1. Wytwarzanie promieniowania jonizującego</p> <p>2.2. Promieniowania ciągłe i charakterystyczne</p> <p>2.3. Widmo promieniowania rentgenowskiego, określenie energii promieniowania (warstwa pochłonna), filtracja promieniowania</p> <p>3. Bomby kobaltowe</p> <p>3.1. Budowa</p> <p>3.2. Zasada działania</p> <p>3.3. Fizyczne wielkości charakterystyczne</p> <p>4. Krótka charakterystyka metod przyspieszania cząstek naładowanych</p> <p>4.1. Generatory wysokiego napięcia Van de Graaffa</p> <p>4.2. Liniowe przyspieszanie elektronów</p> <p>4.3. Cyklotrony</p> <p>5. Liniowe przyspieszacze elektronów do radioterapii</p> <p>5.1. Budowa akceleratora</p> <p>5.2. Budowa głowicy przyspieszacza</p> <p>5.3. Budowa układu kolimacyjnego</p> <p>5.4. Sterowanie akceleratorem</p> <p>6. Akceleratory do terapii hadronowych i terapii borowo-neutronowej</p> <p>7. Aparaty LDR</p> <p>7.1. Budowa</p> <p>7.2. Zasada działania</p> <p>7.3. Fizyczne wielkości charakterystyczne</p> <p>8. Aparaty HDR</p> <p>8.1. Budowa</p> <p>8.2. Zasada działania</p> <p>8.3. Fizyczne wielkości charakterystyczne</p> <p>9. Urządzenia do implantacji źródeł</p>
47.	Budowa i zasada działania urządzeń do radioterapii Laboratorium	K_U04, K_K01, K_K05	<p>1. Przygotowanie do pracy aparatury terapeutycznej w Zakładzie Brachyterapii</p> <p>1.1 Przebieg realizacji - aparat microSelectron HDR:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. sprawdzenie poprawnego działania świateł ostrzegawczych, b. sprawdzenie poprawnego działania interfonii i interwizji, c. sprawdzenie poprawnego działania stanu wyposażenia potrzebnego w czasie awarii, d. przerwanie napromieniania po zadanym czasie, e. przerwanie napromieniania otwarciem drzwi do pomieszczeń terapeutycznych, f. sprawdzenie połączenia z systemem planowania do brachyterapii prostaty Oncentra Prostateae (w przypadku wykonywania

zabiegów z wykorzystaniem systemu Oncentra Prostate)

- g. poprawność wpisu daty, godziny na konsoli aparatu,
- h. sprawdzenie dokładności wysuwu źródła przy użyciu linijki kontrolnej w trybie pracy użytkownika.

2. Przygotowanie do pracy aparatury terapeutycznej w Zakładzie Radioterapii

2.1 Przebieg realizacji – aparaty terapeutyczne akceleratory: Clinac, TrueBeam, VitalBeam, symulatory Acuity:

- a. sprawdzenie systemu blokady drzwi wejściowych do pomieszczeń terapeutycznych i symulatorów,
- b. sprawdzenie telemetru,
- c. sprawdzenie symulacji świetlnej pola napromieniania,
- d. sprawdzenie centratorów,

3. Przeprowadzanie tygodniowych kontroli parametrycznych w Zakładzie Radioterapii

3.1 Akceleratory terapeutyczne

- a. sprawdzenie ciśnienia gazu SF6 w falowodzie, ilość i ciśnienie wody w obwodzie wtórnym, przy ubytkach wody należy skontrolować szczelność połączeń i uzupełnić wodę.
- b. sprawdzenie działania przycisków drzwiowych.
- c. sprawdzenie sprawności systemu drzwi osłonowych.
- d. sprawdzenie działania symulacji świetlnej, centratorów i systemu odczytów parametrów pola.
- e. sprawdzenie poprawności działania kaset sterujących akceleratora i systemu portalowego.
- f. przeprowadzenie kalibracji kasety obrazowej systemu portalowego.
- g. sprawdzenie obecności błędów systemu MLC.
- h. sprawdzenie stanu elementów mechanicznych stołu terapeutycznego.

3.2 Symulatory terapeutyczne

- a. sprawdzenie działania symulacji świetlnej, systemu odczytów parametrów pola.
- b. sprawdzenie działania wyłączników bezpieczeństwa.
- c. sprawdzenie sprawności systemu drzwi osłonowych.
- d. sprawdzenie działania kasety sterującej.
- e. sprawdzenie jakości obrazu podglądu rentgenowskiego za pomocą testu rastrowego.
- f. sprawdzenie zgodności izocentrum.

4. Przeprowadzanie tygodniowych kontroli parametrycznych w Zakładzie Brachyterapii

4.1 Aparat do brachyterapii MicroSelectron HDR

- a. sprawdzenie poprawności testu systemu, wykonanie kontroli napędu pozycjonowania głowicy, wzrokowa kontrola mechanizmu indeksera.
- b. sprawdzenie działania wyłączników bezpieczeństwa.
- c. sprawdzenie działania wyłączników krańcowych drzwi.
- d. sprawdzenie poprawności działania monitora dawki.
- e. wykonanie kontroli poprawności wysuwu źródła z zastosowaniem linijki do sprawdzania pozycji źródła.

87

5. Przeprowadzanie tygodniowych kontroli parametrycznych w Zakładzie Diagnostyki Obrazowej i Radiologii Interwencyjnej

5.1 Tomograf komputerowy

- a. sprawdzenie działania wyłączników awaryjnych.
- b. sprawdzenie działania awaryjnego systemu wysuwania stołu.
- c. sprawdzenie zgodności centratorów laserowych.

5.2 Rezonans magnetyczny

- a. sprawdzenie układu helowego, wskazania ciśnienia i temperatury wody lodowej oraz poziom obiegu wewnętrznego wody.
- b. sprawdzenie ciśnienia płaszcza ochronnego.
- c. sprawdzenie stanu cewek

48.	Pracownia dozymetrii klinicznej Laboratorium	K_W05, K_W02, K_U04, K_U03, K_U02, K_K01, K_K05	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapoznanie z budową, specyfikacją i warunkami użytkowania detektorów wykorzystywanych w procedurach dozymetrycznych oraz kontroli jakości w radioterapii i rentgenodiagnostyce. <ul style="list-style-type: none"> - klisze samowywołujące typu Gafchromic - komory jonizacyjne naparstkowe i płasko-równoległe - detektory półprzewodnikowe - matryce komór jonizacyjnych i detektorów półprzewodnikowych 2. Wyznaczanie krzywej kalibracyjnej dla klisz samowywołujących. 3. Doświadczenia związane z badaniem charakterystyki najpopularniejszych detektorów wykorzystywanych w procedurach dozymetrycznych i kontroli jakości w radioterapii i rentgenodiagnostyce. 4. Kontrola stabilności komór jonizacyjnych przy pomocy źródła kontrolnego Sr-90. 5. Zapoznanie z formalizmem stosowanym przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA) w odniesieniu do dozymetrii referencyjnej wiązek fotonowych i elektronowych. 6. Kalibracja komory jonizacyjnej zgodnie z rekomendacjami IAEA TRS 398: <ul style="list-style-type: none"> - wyznaczanie poprawek na ciśnienie i temperaturę powietrza, - wyznaczanie poprawek na polaryzację elektrod, - wyznaczanie poprawki na niepełne nasycenie komory. 7. Pomiar mocy dawki wiązek fotonowych i elektronowych w warunkach referencyjnych zgodnie z rekomendacjami IAEA. 8. Pomiar współczynników pochłaniania klinów mechanicznych, osłon oraz pozostałych modyfikatorów wiązki 9. Pomiar współczynników dozymetrycznych opisujących właściwości kolimatora wielolistkowego (MLC) 10. Pomiar współczynników jakościowych wiązek fotonowych.
49.	Modelowanie rozkładu dawki promieniowania Wykład	K_W02, K_W05, K_U04, K_U02, K_U06, K_K01, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Źródła wiązek terapeutycznych stosowanych w radioterapii . <ul style="list-style-type: none"> - wiązki zewnętrzne a brachyterapia - źródła izotopowe a akceleratorowe - konstrukcja, zasada działania, czynniki mające istotny wpływ na jakość wiązki terapeutycznej 2. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią: <ul style="list-style-type: none"> - oddziaływanie elektronów z materią - oddziaływanie fotonów z materią 3. Charakterystyka wiązek elektronowych i fotonowych. <ul style="list-style-type: none"> - warunki referencyjne - opis jakościowy wiązki promieniowania elektronowego - opis jakościowy wiązki promieniowania fotonowego - zależność procentowej dawki głębokościowej od odległości tkanka-źródło (SSD) - rozkład przestrzenny dawki promieniowania - modyfikacja jakości promieniowania terapeutycznego na skutek oddziaływania z materią: modyfikatory wiązki i tkanka (beam hardening), współczynniki rozproszenia 4. Ewolucja i rodzaje algorytmów obliczeniowych służących do modelowania przestrzennego rozkładu dawki oraz wyznaczenia czasu ekspozycji: <ul style="list-style-type: none"> - metody analogowe oparte o krzywe tzw. izodozowe - modele empiryczne 1D/2D - modele polegające na śledzeniu cząstek promieniowania - modele mieszane (multiple sources) 5. Modelowanie rozkładu dawki w oparciu o algorytmy wykorzystujące „Point kernels” <ul style="list-style-type: none"> - point kernel - pencil kernel - superpozycja (slit kernels) – modele komercyjne 6. Parametry fizyczne i dozymetryczne wiązek terapeutycznych niezbędne do konfiguracji najbardziej popularnych algorytmów obliczeniowych wykorzystywanych w radioterapii. <ul style="list-style-type: none"> - techniki pomiarowe

			<ul style="list-style-type: none"> - zalecane rodzaje detektorów promieniowania 7. Obliczenia czasu ekspozycji w oparciu o modelowanie empiryczne. Model Cunninghama - technika izocentryczna i technika stałego SSD - efektywne pole kwadratowe - zastosowanie krzywych głębokościowych dawki (PDG, TPR, TAR) - wykorzystanie profili poprzecznych wiązki do modelowania rozkładu dawki w 3 wymiarach, 8. Rekonstrukcje tomograficzne pacjenta na potrzeby modelowania rozkładu dawki. - informacje dostarczane przez CT, MRI i PET: jednostki Hounsfielda, gęstość masy, gęstość elektronowa i skład chemiczny tkanki 9. Weryfikacja obliczeń wykonanych przez system planowania leczenia: <ul style="list-style-type: none"> - punktowy pomiar dawki metodą „in vivo” - pomiar fluencji/dawki metodą 2d - weryfikacja fluencji 2D - pomiary w 3D - beam commissioning 10. Wstęp do planowania odwrotnego: IMRT i VMAT
50.	Modelowanie rozkładu dawki promieniowania Laboratorium	K_W02, K_W05, K_U02, K_U04, K_U06, K_K01, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Matematyczny i statystyczny opis oddziaływania promieniowania jonizującego z materią. 2. Wyznaczanie parametrów opisujących jakościowo wiązki terapeutyczne w oparciu o dostępne dane dozymetryczne. 3. Szacowanie rozkładu dawki w przestrzeni 1D, 2D oraz 3D w oparciu o dostępne dane dozymetryczne 4. Wyznaczanie czasu ekspozycji w celu dostarczenia przypisanej dawki – w oparciu o dane dozymetryczne 5. Opracowywanie pozyskanych danych dozymetrycznych celem dostosowania do potrzeb systemu planowania leczenia 6. Model Cunninghama 7. Analiza wpływu krzywej Hounsfielda i gęstości na rozkład dawki 8. Ćwiczenia rachunkowe związane z weryfikacją obliczeń wykonanych przez system planowania leczenia
51.	Planowanie radioterapii Wykład	K_W02, K_U04, K_K01, K_K06, K_U07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawowe wielkości dozymetryczne wykorzystywane w radioterapii. 2. Planowanie leczenia – definicje, raporty. 3. Planowanie leczenia : <ul style="list-style-type: none"> - obliczanie rozkładu dawki, - techniki napromieniania (SSD, SAD). 4. Zasady planowania rozkładu dawki: <ul style="list-style-type: none"> - dane obrazowe do planowania leczenia, - cechy dobrego planu leczenia, - narządy krytyczne i dawki tolerancji. 5. Podstawowe techniki radioterapii: <ul style="list-style-type: none"> - radioterapia konwencjonalna, - techniki dynamiczne (IMRT, VMAT, tomoterapia). 6. Techniki specjalne radioterapii: <ul style="list-style-type: none"> - stereotaksja, - radioterapia śródoperacyjna, - TBI. 7. Kontrola leczenia: <ul style="list-style-type: none"> - kontrola geometrycznej poprawności realizacji leczenia, - kontrola podawanej dawki. 8. Zastosowania brachyterapii: <ul style="list-style-type: none"> - źródła stosowane w brachyterapii, - zasady przygotowywania planów leczenia, - obliczanie dawek w brachyterapii - techniki stosowane w brachyterapii. 9. Terapia wiązkami elektronowymi: <ul style="list-style-type: none"> - charakterystyka wiązek elektronowych, - planowanie leczenia wiązkami elektronowymi.

52.	Planowanie radioterapii Laboratorium	K_W02, K_U04, K_K01, K_K06, K_U03	<ul style="list-style-type: none"> - Konturowanie narządów w systemie planowania leczenia, - Fuzje obrazów, - Planowanie 2d, - Planowanie 3d, - Planowanie technik dynamicznych, - Planowanie leczenia w brachyterapii.
53.	Kontrola jakości w radioterapii Wykład	K_W02, K_W05, K_K01, K_K05, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kontrola jakości w radioterapii – zakres merytoryczny przedmiotu. Podstawy prawne, raporty dozymetryczne (ICRU i IAEA) oraz zalecenia towarzystw naukowych (w tym Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej). 2. Zakres obowiązków i odpowiedzialność osób zatrudnionych w radioterapii w zakresie bezpieczeństwa pacjenta oraz personelu. 3. Elementy składowe programu kontroli jakości w radioterapii: <ul style="list-style-type: none"> - kontrola procesu przygotowania i planowania radioterapii, kontrola procesu realizacji planu 4. Narzędzia do kontroli jakości w radioterapii: <ul style="list-style-type: none"> - przegląd sprzętu pomiarowego i dozymetrycznego (kontrola jakości promieniowania, kontrola stabilności pracy urządzeń do radioterapii) - statystyczne metody opracowywania danych pomiarowych. 5. Akcelerator medyczny – parametry podlegające okresowej kontroli w ramach Quality Assurance. 6. Dozymetria wiązek elektronowych o różnych energiach: <ul style="list-style-type: none"> - parametry jakościowe wiązek terapeutycznych podlegające okresowej kontroli (pomiar profilu głębokościowego, jednorodność i symetria wiązki – interpretacja wyników) 7. Dozymetria wiązek fotonowych: <ul style="list-style-type: none"> - wiązki fotonowe z filtrem spłaszczającym oraz bez filtra spłaszczającego o różnych potencjałach przyspieszających (procentowa dawka głębokościowa, profile wiązki poprzeczne), - parametry opisujące wiązki fotonowe - wyjaśnienie pojęć oraz ich interpretacja, - pojęcie jednostki monitorowej. 8. Tomograf komputerowy – specyfika pracy tomografu pracującego na potrzeby radioterapii. Kluczowe testy tomografu mające znaczenie w radioterapii. Krzywa Hounsfielda – rozkład dawki w jednorodnym fantomie a rozkład dawki w ciele pacjenta. 9. Symulator – testy symulatora. System OBI Zintegrowany System Obrazowania Rentgenowskiego. Kontrola ułożenia pacjenta. 10. Źródła niepewności w realizacji planów terapeutycznych. Kontrola realizacji planów leczenia pacjenta: 11. Sprawdzanie planów IMRT/VMAT - techniki dynamiczne - film, komercyjne systemy matryc z detektorami, portal EPID. Indywidualne akcesoria przygotowywane dla pacjenta – osłony, ramki elektronowe, kompensatory. 12. Brachyterapia – pomiar aktywności źródła HDR. Kontrola geometrii aparatury HDR/LDR. Zapewnienie bezpieczeństwa realizacji napromieniania z użyciem źródła izotopowego.
54.	Kontrola jakości w radioterapii Laboratorium	K_W02, K_W05, K_W04, K_U06, K_K01, K_K05, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pomiar parametrów fizycznych i dozymetrycznych tomografu i akceleratora wpływających na dawkę deponowaną w obszarze tarczowym i narządach ryzyka. 2. Wykorzystanie typowych narzędzi do analizy danych pomiarowych 3. Pomiar parametrów jakości promieniowania terapeutycznego. 4. Kalibracja instrumentów służących do kontroli dawki pochłoniętej 5. Kontrola dawki pochłoniętej: pomiar in vivo, pomiar map fluencji.
55.	Anatomia i fizjologia komórki Wykład	K_W02, K_U01, K_U07, K_U06, K_U09, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Założenia komórkowej teorii budowy organizmów. 2. Porównanie komórek prokariotycznych i eukariotycznych – omówienie budowy i funkcji elementów strukturalnych komórek. 3. Błony biologiczne – powstawanie i budowa. 4. Charakterystyka komórek eukariotycznych. 5. Organella komórkowe ich budowa i rola metaboliczna. 6. Cytoskielet komórek i jego fizjologiczna rola oraz molekularne aspekty ruchu i stabilizacji komórek.

			<p>7. Cykl komórkowy i jego regulacja (wzrost, różnicowanie i starzenie się).</p> <p>8. Transport przez błony komórkowe.</p> <p>9. Mechanizmy przekazywania sygnałów, sygnalizacja międzykomórkowa.</p> <p>10. Śmierć komórkowa - apoptoza i nekroza.</p> <p>11. Materiał genetyczny i ekspresja genów.</p> <p>12. Ogólny przegląd tkanek zwierzęcych.</p> <p>13. Podstawy biologii komórki nowotworowej: molekularne podłoże transformacji nowotworowej.</p>
56.	Fizyczne podstawy ultrasonografii Wykład	K_W01, K_W03, K_W05, K_U04, K_K06	<p>1. Drgania mechaniczne. Rozchodzenie się fal ultradźwiękowych w tkankach. Bezpieczeństwo badań ultrasonograficznych.</p> <p>2. Fala akustyczna jako przykład fali mechanicznej, właściwości fali akustycznej, równanie fali akustycznej</p> <p>3. Parametry fali ultradźwiękowej.</p> <p>4. Zjawisko odbicia i załamania fal jako istota obrazowania ultrasonograficznego – współczynnik odbicia, współczynnik przenikania, impedancja akustyczna.</p> <p>5. Zjawiska mające wpływ na interpretację obrazu usg: rozproszenie fali, interferencja, tłumienie fal akustycznych.</p> <p>6. Źródła ultradźwięków w aparaturze usg, generacja fal ultradźwiękowych.</p> <p>7. Obrazowanie ultrasonograficzne, Typy prezentacji usg: A, B, M.</p> <p>8. Rozdzielczość w obrazowaniu usg: rozdzielczość przestrzenna, czasowa i dynamika kontrastu.</p> <p>9. Głowice wieloelementowe o szyku liniowym.</p> <p>10. Ultrasonografia kodowana</p> <p>11. Ultradźwięki w badaniu przepływu krwi. Wybrane zastosowania pomiarów dopplerowskich. Podstawowe prawa rządzące przepływami krwi w tętnicach.</p> <p>12. Obrazowanie z użyciem środków kontrastujących.</p> <p>13. Elastografia.</p>
57.	Fizyczne aspekty diagnostyki obrazowej w medycynie nuklearnej wykład	K_W02, K_W05, K_W04, K_W06, K_U04, K_K06, K_K07	<p>1. Wstęp historyczny, omówienie znaczenia medycyny nuklearnej w diagnostyce obrazowej, rozwój detektorów promieniowania i radiofarmaceutyków, omówienie fuzji technik PET, SPECT, CT i MR</p> <p>2. Podstawy fizyki promieniowania, rodzaje i prawa rozpadu promieniotwórczego, izotopy, wielkości dozymetryczne</p> <p>3. Niepewność pomiaru, statystyka w spontanicznym rozpadzie promieniotwórczym, istota pomiaru w medycynie nuklearnej</p> <p>4. Budowa, zasada działania i zastosowanie radiofarmaceutyków</p> <p>5. Metody produkcji izotopów: generatorowa, cyklotronowa, reaktorowa</p> <p>6. Podstawy radiobiologii w aspekcie diagnostyki obrazowej, oddziaływanie promieniowania gamma z materią</p> <p>7. Podstawy odwzorowania zjawisk fizjologicznych w medycynie nuklearnej</p> <p>8. Podstawy detekcji promieniowania:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zjawisko luminescencji, - komora jonizacyjna, kalibratory dawek, parametry detektorów - detektory TLD, zakres zastosowania, ograniczenia w PET/MR - scyntylacja, detektory scyntylacyjne - parametry dobrego detektora, czynniki ograniczające parametry dobrego detektora <p>9. Omówienie procesu diagnostycznego, warsztaty w sterowni techników elektroradiologii</p> <p>10. Proces produkcji radiofarmaceutyków, przygotowanie urządzeń produkcyjnych i skanerów, warsztaty w laboratoriach radiofarmaceutycznych</p> <p>11. Aspekty prawne wytwarzania radiofarmaceutyków w warunkach dobrej praktyki wytwarzania.</p> <p>12. Podstawy rekonstrukcji obrazu</p> <p>13. Parametry obrazu medycznego, jednostki SUV, system DICOM</p>

58.	Fizjologia człowieka z elementami patofizjologii wykład	K_W02, K_U06, K_U09, K_K04	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wstęp do fizjologii, pojęcie homeostazy., 2. Fizjologia układu nerwowego z elementami jego patologii., 3. Fizjologia mięśni szkieletowych., 4. Fizjologia krwi i jej właściwości fizyczne. Fizjologia i właściwości mięśnia sercowego. Podstawowe jednostki chorobowe związane z układem krążeniowo-naczyniowym., 5. Fizjologia układu oddechowego i jego podstawowe funkcje. Elementy patologii w układzie oddechowym., 6. Fizjologia układu pokarmowego i podstawowe jednostki chorobowe., 7. Fizjologia układu rozrodczego. Gospodarka hormonalna ustroju., 8. Mechanizmy termoregulacji., 9. Czynności i funkcje skóry oraz mechanizm odczynu zapalnego., 10. Zaburzenia prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Witaminy.
59.	Anatomia radiologiczna wykład	K_W02, K_U03, K_K01, K_K05,	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy obrazowania medycznego - metody uzyskiwania obrazów, podobieństwa i różnice między poszczególnymi metodami, wskazania do zastosowania różnych metod obrazowania w zależności od sytuacji klinicznej. 2. Podstawy anatomii (typy tkanek, układy, mianownictwo anatomiczne). 3. Anatomia układu kostnego i mięśniowo-szkieletowego (typy kości, budowa szkieletu osiowego i kończyn, typy połączeń stawowych, budowa i podstawowe funkcje mięśni szkieletowych, typy połączeń mięśni z układem szkieletowym). 4. Anatomia radiologiczna układu mięśniowo-szkieletowego, typowe obrazy na klasycznych radiogramach, w obrazach TK i MR , USG, badaniach izotopowych. 5. Układ nerwowy - podstawy anatomii mózgowia, rdzenia kręgowego, nerwów obwodowych. 6. Obrazowanie układu nerwowego - klasyczna radiologia, Tomografia Komputerowa, Rezonans Magnetyczny, USG, metody izotopowe. 7. Układ oddechowy, klatka piersiowa i śródpiersie - podstawy anatomii, obrazowanie. 8. Układ krążenia - metody obrazowania, topografia naczyń. 9. Głowa i szyja - topografia narządów, naczyń, nerwów, mięśni, ze szczególnym uwzględnieniem narządów zmysłów. 10. Układ pokarmowy i jama brzuszna - podstawy anatomii, metody obrazowania, prawidłowe obrazy w poszczególnych metodach. 11. Przestrzeń zaotrzewnowa, układ moczowo-płciowy. 12. Miednica mniejsza - ważne organy, topografia naczyń i nerwów. 13. Narządy wydzielania wewnętrznego - anatomia, topografia, metody obrazowania 14. Układ chłonny, skóra, przydatki skóry, metody obrazowania zmian patologicznych skóry i jej przydatków, obrazy prawidłowe. 15. Wielopłaszczyznowa analiza obrazów anatomicznych dla potrzeb planowania terapii - możliwości metod obrazowania.
60.	Obrazowanie w medycynie wykład	K_W01, K_W02, K_W05, K_U04, K_U03, K_K04, K_K03	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obrazowanie medyczne <ul style="list-style-type: none"> - Podstawowe pojęcia, parametry jakościowe i ilościowe (czułość, specyficzność, dokładność, rozdzielczość) - Metody oceny i analizy obrazów 2. Ultrasonografia <ul style="list-style-type: none"> - Podstawy fizyczne (absorpcja i rozpraszanie fali akustycznej, oddziaływanie z materią) - Wytwarzanie i detekcja ultradźwięków (efekt piezoelektryczny, budowa przetwornika) - Obrazowanie ultrasonograficzne (schemat blokowy aparatu USG, tryby obrazowania, ultrasonografia dopplerowska, podstawy fizyczne efektu Dopplera) 3. Rentgenodiagnostyka <ul style="list-style-type: none"> - Podstawy fizyczne (oddziaływanie promieniowania X z materią, prawo absorpcji)

			<ul style="list-style-type: none"> - Wytwarzanie i detekcja promieniowania X - Aparat RTG, Mammograf - Tomografia komputerowa - Konstrukcja i zasada działania tomografu komputerowego, rekonstrukcja obrazu - Angiografia, fluoroskopia, koronarografia 4. Medycyna nuklearna w diagnostyce - Promieniotwórczość - podstawy fizyczne (rozpad alfa, beta, gamma, aktywność promieniotwórcza) - Obrazowanie nuklearne, zasada obrazowania, radioznaczniki - Detekcja promieniowania - Scyntygrafia planarna - SPECT - Pozytonowa tomografia emisyjna PET 5. Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego - Podstawy fizyczne (gęstość spinowa, procesy relaksacji, energia momentu magnetycznego, precesja Larmora, magnetyzacja jądrowa) - Teoria rejestracji obrazu MRI - Konstrukcja i zasada działania rezonansu magnetycznego, rekonstrukcja obrazu (schemat blokowy rezonansu, interpretacja obrazów ważonych T1 i T2, porównanie obrazów MRI i CT) 6. Obrazowanie multimodalne - CT-SPECT, CT-PET, MRI- EIT 7. Obrazowanie optyczne - Mikroskopia, wideoendoskopia - Optyczna tomografia dyfuzyjna, koherencyjna 8. Obrazowanie elektryczne - Podstawy fizyczne (biopotencjały czynnościowe, źródła sygnałów elektrycznych w organizmach żywych) - EKG, EEG, EOG 9. Termografia - Podstawy fizyczne termowizji - Konstrukcja i zasada działania kamery termowizyjnej - Termogramy
61.	Ochrona radiologiczna wykład	K_W02, K_W01, K_W05, K_W06, K_U07, K_K05, K_K07, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promieniotwórczość. Źródła promieniowania jonizującego. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Naturalne promieniowanie jonizujące, dawki otrzymywane przez człowieka w ciągu roku 1.2. Zastosowanie promieniowania jonizującego w medycynie, nauce, przemyśle. 1.3. Energetyka jądrowa i jej wpływ na środowisko 2. Wielkości i jednostki radiologiczne stosowane w ochronie radiologicznej. 3. Podstawy detekcji promieniowania jonizującego ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów środowiskowych i skażeń. 4. Biologiczne skutki promieniowania Efekty deterministyczne i stochastyczne. 5. Podstawowe zasady ochrony radiologicznej. <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Zasada uzasadnienia zastosowania promieniowania 5.2. Zasada optymalizacji 5.3. Zasady bezpiecznej pracy ze źródłami. 6. Aspekty ochrony radiologicznej pacjenta. 7. Dawki otrzymywane przez pacjenta w efekcie stosowania właściwych dla danej dziedziny procedur radiologicznych – zasady optymalizacji. 8. Przepisy prawne związane z ochroną radiologiczną. 9. Ustawodawstwo krajowe i europejskie, zalecenia międzynarodowe dotyczące ochrony radiologicznej 10. Przegląd informacji dotyczących opisanych i zbadanych wypadków radiacyjnych.
62.	Rezonans magnetyczny w	K_W01, K_W05, K_U01, K_K01, K_K02, K_K06	<ol style="list-style-type: none"> 1. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego z materią – podstawowe pojęcia, jednostki.

	diagnostyce medycznej wykład		<p>2. Precesja Larmora. Zjawisko rezonansu magnetycznego. Fenomenologiczny opis relaksacji, równania Blocha. Relaksacja podłużna spin-sieć (T1) oraz poprzeczna spin-spin (T2) w rezonansie magnetycznym.</p> <p>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.</p> <p>4. Transformata Fouriera. Techniki impulsowe w pomiarach ESR.</p> <p>5. Magnetyczny rezonans jądrowy (NMR). Spektroskopia rezonansu magnetycznego (NMRS). Przesunięcie chemiczne i jego rola w obserwacji widm NMRS. Badania tkanek metodą NMRS.</p> <p>6. Metody obserwacji NMR. Metoda impulsowa Hahna. Sygnał zaniku swobodnej precesji spinów jądrowych (Free Induction Decay FID).</p> <p>7. Czas relaksacji podłużnej T1 oraz poprzecznej T2 w magnetycznym rezonansie jądrowym. Czas repetycji (TR), czas echa (TE).</p> <p>8. Obrazowanie metodą rezonansu jądrowego (NMRI). Metoda skaningu liniowego i projekcji wstecznej. Kodowanie częstotliwości i fazy.</p> <p>9. Budowa tomografu NMRI – magnesy stałe, cewki gradientowe, cewki RF. Metody skracania czasu obrazowania.</p> <p>10. Parametry sekwencji pomiarowej a charakter obrazu zapewniający kontrast międzykankowy. Obrazy zależne od czasu relaksacji T1, T2, gęstości protonów (PD). jako parametry diagnostyczny stanów chorobowych.</p> <p>11. Angiografia rezonansu magnetycznego (MRA). Angiografia napływowa i kontrastująca fazę.</p> <p>12. Procedury pomiarowe – przygotowanie pacjenta, strojenie cewek, odbiornika, aktywizacja danych.</p> <p>13. Badania czynności narządów. Artefakty związane z techniką rezonansu magnetycznego.</p> <p>14. Aspekty bezpieczeństwa ludzi w badaniach rezonansu magnetycznego.</p>
63.	Komputerowe systemy zarządzania danymi w medycynie Laboratorium	K_W06, K_W04, K_U05, K_K06, K_K07	<p>1. Interoperacyjność w branży usług medycznych, profile IHE, rekord pacjenta</p> <p>2. Standard HL7 - podstawy</p> <p>3. Standard Dicom - podstawy</p> <p>4. Archiwum dokumentacji medycznej VNA, system PACS, z case study</p> <p>5. Podstawy baz danych i języka zapytań baz danych SQL</p> <p>6. Usługi Integracyjne z case study</p> <p>7. Usługi Raportowe z case study</p> <p>8. Usługi Analityczne z case study</p> <p>9. Budowa bazy danych dla analityków z case study</p> <p>10. Zastosowanie Excel BI w pracy analityka z case study (Power Query, Power Pivot, Power Map, Power View)</p> <p>11. Analityczne usługi chmurowe z case study na Microsoft Power BI</p>
64.	Fizyka i dozymetria w rentgenodiagnostyce wykład	K_W02, K_W06, K_W04, K_U06, K_K07	<p>1. Oddziaływanie promieniowania X z materią.</p> <p>2. Źródła i detekcja promieniowania X. - początki i historia rentgenodiagnostyki - budowa lampy RTG - budowa detektorów promieniowania jonizującego</p> <p>3. Klasyczna i cyfrowa radiografia rentgenowska. - budowa aparatów do klasycznej rentgenodiagnostyki - układ detekcyjny (filmowy, CR, DR) - proces wywoływania</p> <p>4. Diagnostyka dentystryczna. - aparaty wewnętrzne - pantomografy</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - cefalometria 5. Fluoroscopia 6. Radiologia zabiegowa. 7. Tomografia transmisyjna. - historia i rozwój - konstrukcja i działanie - rekonstrukcja obrazu (algorytmy rekonstrukcji) - artefakty 8. Tomografia dwuenergetyczna. 9. Mammografia. 10. Aparaty hybrydowe 11. Podstawy prawne kontroli jakości aparatów diagnostycznych 12. Kontrola i zapewnienie jakości. - wielkości dozymetryczne - rola dozymetrii - narażenie pacjenta
65.	Fizyka i dozymetria w rentgenodiagnostyce Laboratorium	K_U02, K_U04, K_U03, K_U06, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pomiar dawki, mocy dawki oraz oszacowanie niepewności pomiarowej 2. Obliczanie mocy dawki promieniowania X na podstawie warunków ekspozycji, dawka DAP/KAP 3. Testy kontroli jakości dla aparatów ogólnodiagnostycznych (analogicznych) 4. Testy kontroli jakości dla aparatów ogólnodiagnostycznych (cyfrowych, fluoroscopia), ramię C, radiologii zabiegowe 5. Testy kontroli jakości dla aparatów mammograficznych 6. Testy kontroli jakości dla tomografów komputerowych
66.	Ultrasonografia medyczna wykład	K_W02, K_W05, K_W06, K_U07, K_K04	<p>Zapoznanie z podstawami fizycznymi i technicznymi badania USG oraz artefaktów występujących podczas badań ultrasonograficznych.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Przedstawienie teoretyczne i praktyczne zagadnień: - Ultrasonografia jamy brzusznej. - Ultrasonografia śródoperacyjna. - Ultrasonografia wykonywana poprzez kroczce i przedsondek pochwy. - Ultrasonografia dopplerowska. - Ultrasonografia trójwymiarowa i nowe techniki ultrasonograficzne.
67.	Podstawy fizyki laserów wykład	K_W01, K_W05, K_U01, K_U03, K_K01, K_K02	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zjawiska absorpcji i emisji światła. 2. Szerokość i profil linii widmowej. 3. Narzędzia spektroskopowe. 4. Lasery jako źródła światła w spektroskopii. 5. Spektroskopia laserowa limitowana efektem Dopplera. 6. Spektroskopia nieliniowa. 7. Laserowa spektroskopia ramanowska. 8. Spektroskopia laserowa wolna od poszerzenia Dopplera. 9. Spektroskopia laserowa z rozdzielczością czasową. 10. Spektroskopia laserowa dla zderzeń atomowych i molekularnych. Fotoasocjacja zimnych cząsteczek, tworzenie cząsteczek przez rezonanse Feshbacha. 11. Laserowe chłodzenie i pułapkowanie atomów oraz ich zastosowania (w tym kondensacja Bosego–Einsteina). 12. Najnowsze rozwiązania i zastosowania spektroskopii laserowej w chemii, medycynie, ochronie środowiska i technice.
68.	Terapia i chirurgia laserowa wykład	K_W01, K_W02, K_U01, K_K04	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fizyczne podstawy światłoterapii w tym laseroterapii. 2. Podstawy światłolecznictwa i laseroterapii w medycynie. 3. Pojęcie światłolecznictwa. <p>Bezpieczeństwo pacjentów i personelu medycznego podczas zabiegów z wykorzystaniem światłolecznictwa; wskazania do stosowania światłolecznictwa.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Wykorzystanie światła w tym laserów w różnych gałęziach medycyny. 5. Kliniczne podstawy laseroterapii w dermatologii. <p>Uszkodzenia skóry wywołane czynnikami fizykalnymi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Sposoby i planowanie terapii z użyciem światła w zależności od jego długości i jednostki chorobowej. 7. Główne lecznicze efekty światłolecznictwa.

			Stosowane dawki światła; przypadki kliniczne
69.	Terapia i chirurgia laserowa Laboratorium	K_W02, K_W05, K_U01, K_U03, K_U07, K_U10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zajęcia wstępne: wprowadzenie do przedmiotu 2. Podstawy światłolecznictwa w praktyce 3. Planowanie terapii z użyciem światła w konkretnych jednostkach chorobowych 4. Omówienie przypadków opracowanych przez studentów w domu z wykorzystaniem literatury EBM 5. Praca kliniczna z użyciem światła w różnych jednostkach chorobowych cz.1 6. Praca kliniczna z użyciem światła w różnych jednostkach chorobowych cz.2 7. Kolokwium zaliczeniowe 8. Kolokwium poprawkowe i końcowe zaliczenie
70.	Znakowanie luminescencyjne w mikrobiologii i medycynie wykład	K_W01, K_W05, K_U01, K_U07, K_K04, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wstęp Zasady i metody znakowania luminescencyjnego. Rodzaje luminescencji. Fluorescencja i fosforescencja. Parametry luminescencji. Centra luminescencji: wewnętrzne i zewnętrzne. Luminescencja w ciałach stałych i płynach. 2. Energetyczne diagramy luminoforów do znakowania luminescencyjnego. 3. Model pasm energetycznych. Pasma energetyczne materiału. Absorpcja światła przez luminofory: absorpcja fundamentalna i aktywatora. Poziomy lokalne w przerwie energetycznej. Jonizacja aktywatora. Luminescencja rekombinacyjna i wewnętrzna oraz ich główne cechy. Pułapki energetyczne elektronów e i dziur h. Termoluminescencja i luminescencja stymulowana optycznie. Energia aktywacji. Zewnętrzne \ wygaszanie luminescencji. Etapy wzbudzenia luminoforu: mnożenie e/h par, transport i luminescencja. 4. Model krzywych potencjalnych. Model oscylatora harmonicznego. Współrzędna konfiguracyjna. Krzywe potencjalne. Zasada Francka-Condon. Oddziaływanie elektronu z fononami. Luminescencja w modelu krzywych potencjalnych. Przesunięcia Stokesa. „Gorąca” luminescencja. Wewnętrzne wygaszanie luminescencji. Wzór Motta. Termiczna i optyczna energia aktywacji pułapki. Zakresy stosowania modelu pasm energetycznych i modelu krzywych potencjalnych. 5. Spektroskopowe metody obserwacji domieszek jako znaczników luminescencyjnych. Typy przejść optycznych w domieszkach. Przejścia dozwolone i wzbronione, siła oscylatora. Przejścia z przeniesieniem ładunku. 6. Domieszki ziem rzadkich. Ogólna charakterystyka ziem rzadkich dotycząca formowania centrów absorpcji i luminescencji. 7. Absorpcja i luminescencja ziem rzadkich z przejściami d-f. Przykłady lantanowców z przejściami d-f. Optyczne właściwości przejść d-f. Cechy spektroskopowej obserwacji przejść d-f. Wpływ pola krystalicznego oraz symetrii otoczenia na przejścia d-f. „Inżynieria” widm absorpcji i luminescencji lantanowców z przejściami d-f (na przykładzie wybranych materiałów). 8. Absorpcja i luminescencja jonów ziem rzadkich z przejściami f-f. Przykłady lantanowców z przejściami f-f. Optyczne właściwości przejść f-f. Cechy spektroskopowej obserwacji przejść f-f. Przejścia cross-relaksacyjne w lantanowcach; przykłady takich lantanowców. 9. Absorpcja i luminescencja metali przejściowych. Domieszki należące do metali przejściowych. Struktura elektronowa dla różnych konfiguracji metali przejściowych. Diagramy Tanabe-Sugano dla konfiguracji d1. Wpływ pola krystalicznego na poziomy 2E i 2T2 metali przejściowych. Kształt widm emisji metali przejściowych dla konfiguracji d1 w zależności od siły pola krystalicznego. Możliwość istnienia domieszek metali przejściowych

			<p>w różnych stanach walencyjnych (na przykładzie wybranych materiałów). Przejścia z przekazaniem ładunku z udziałem metali przejściowych.</p> <p>10. Procesy przekazu energii wzbudzenia Główne cechy obserwacji przekazu energii wzbudzenia. Przykłady jednoczesnego przekazywania energii wzbudzenia do różnych aktywatorów. Up- i down-konwersja. Przykłady jonów ziem rzadkich z up- i down-konwersjami.</p> <p>11. Obserwacje znaczników luminescencyjnych. Mikroskopy luminescencyjne oraz zasady ich działania w trybie in-vivo oraz in vitro. Rejestracja sygnałów od znaczników w trybie luminescencji kontrastowej, luminescencji spektralnie rozdzielczej oraz w kinetyce zaników luminescencji.</p> <p>12. Materiały dla znakowania. Luminoforesy z opóźnioną luminescencją. Przykłady luminoforów z opóźnioną luminescencją. Wykorzystanie takich luminoforów w znakowaniu in-vivo. Nano-znaczniki. Zależność właściwości luminescencyjnych nano-znacznika od jego rozmiaru. Luminofory z „pamięcią” (storage). Technologie tworzenia kompozytów. Nanopowłoki. Przykłady wykorzystania luminoforów z „pamięcią” dla znakowania w badaniach biologicznych.</p>
71.	Znakowanie luminescencyjne w mikrobiologii i medycynie Laboratorium	K_W05, K_U01, K_U07, K_K07	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zajęcie wstępne: wprowadzenie do przedmiotu; 2. Obserwacje znaczników luminescencyjnych w mikroskopie optycznym; 3. Obserwacje znaczników luminescencyjnych w mikroskopie elektronicznym; 4. Pomiar widm absorpcji znakowanych materiałów w postaci ciał stałych; 5. Pomiar widm absorpcji znakowanych materiałów w postaci płynów; 6. Pomiar fotoluminescencji znakowanych materiałów organicznych i nieorganicznych; 7. Pomiar luminescencji stymulowanej optycznie znakowanych materiałów organicznych i nieorganicznych; 8. Badanie właściwości znaczników z „luminescencją opóźnioną”; 9. Pomiar właściwości znaczników z „pamięcią luminescencyjną”; 10. Identyfikacja znaczników w postaci jonów ziem rzadkich z przejściami 4f-4f na podstawie widm absorpcji, emisji oraz zaników luminescencji materiałów; 11. Identyfikacja markerów w postaci jonów ziem rzadkich z przejściami 4f-5d na podstawie widm absorpcji, emisji oraz zaników luminescencji materiałów; 12. Identyfikacja markerów w postaci metali przejściowych na podstawie widm absorpcji, emisji oraz zaników luminescencji materiałów; 13. Badanie procesów przekazywania energii wzbudzenia w materiałach ze znacznikami luminescencyjnymi; 14. Kolokwium; 15. Zajęcia poprawkowe i zaliczeniowe
72.	Podstawy biologiczne chemio- i hormonoterapii wykład	K_W02, K_U10, K_K01, K_K02, K_K03	<ol style="list-style-type: none"> 1. Genetyczne uwarunkowania procesów powstawania nowotworów 2. Znaczenie zjawisk cyklu komórkowego w leczeniu nowotworów 3. Podział mitotyczny komórki i śmierć komórkowa 4. Patogeneza powstawania przerzutów i szerzenia nowotworów 5. Znaczenie heterogenności komórkowej w nowotworach 6. Wpływ mechanizmów immunologicznych na powstawanie i leczenie nowotworów 7. Rola czynników wzrostowych i hormonów w powstawaniu nowotworów 8. Rys historyczny leczenia systemowego 9. Podział leczenia systemowego 10. Wskazania do leczenia systemowego 11. Drogi podania cytostatyków

			<p>12. Przewidywanie wrażliwości komórek nowotworowych na leczenie. Chemiczność wrażliwość nowotworów</p> <p>13. Podział chemioterapeutyków w zależności od cyklu komórkowego</p> <p>14. Zasady kojarzenia chemioterapeutyków</p> <p>15. Zasady kojarzenia chemioterapeutyków z innymi metodami leczenia onkologicznego</p> <p>16. Mechanizm działania hormonoterapii</p> <p>17. Mechanizmy hormonooporności</p> <p>18. Podstawy immunoterapii</p> <p>19. Skutki uboczne leczenia systemowego</p> <p>20. Mierniki epidemiologiczne</p> <p>21. Wykładniki statystyczne w ocenie</p>
73.	Analiza sygnałów biologicznych wykład	K_W01, K_W04, K_W04	<p>1. Przykłady sygnałów biologicznych EKG, EEG, EMG, sygnały mechaniczne i akustyczne; przegląd metod przetwarzania określonych sygnałów</p> <p>2. Analiza korelacji obliczenia, interpretacja wyników, wykorzystanie funkcji korelacji</p> <p>3. Analiza spektralna metody czasowo-częstotliwościowe, transformacja falk</p> <p>4. Zastosowanie analizy spektralnej EMG, EEG, zmienność rytmu serca, wykrywanie zmienności załamka T</p> <p>5. Tłumienie zakłóceń i artefaktów przegląd metod, użycie filtrów</p> <p>6. Metody uśredniania</p> <p>7. Filtrowanie Wienera filtry adaptacyjne (FEKG, zakłócenia)</p> <p>8. Metody separacji źródeł</p> <p>9. Układy dynamiczne analiza punktu równowagi, zachowanie chaotyczne</p> <p>10. Biosystemy modelowanie, identyfikacja, symulacja, przykłady modeli.</p>
74.	Analiza sygnałów biologicznych Laboratorium	K_U01, K_U10, K_K07	<p>1. Generatory funkcji, pomiary podstawowych wielkości elektrycznych, wyznaczanie niepewności pomiarowych, metody prawidłowego zapisu danych i opisu graficznej reprezentacji wyników pomiarów. Organizacja zespołu i BHP podczas pracy.</p> <p>2. Wykorzystanie środowiska LabView. Narzędzia wirtualne w LabView: generacja i modyfikacja funkcji</p> <p>3. Problemy związane z zamianą sygnałów analogowych na cyfrowe (dyskretyzacja) dla sygnałów stacjonarnych i niestacjonarnych</p> <p>4. Analiza sygnałów:</p> <p>a. w dziedzinie czasu</p> <p>b. w dziedzinie częstotliwości – widmo sygnału, przekształcenie Fouriera</p> <p>c. statystyczna, modele losowe, korelacje</p> <p>5. Analiza mowy, zapis sygnału, zagrożenia, przekłamania</p> <p>6. Analiza elektrokardiogramu, jak wykonać, jak odczytać, czy można zastąpić lekarza?</p> <p>a. wykorzystanie mechanizmów analizy fourierowskiej</p> <p>b. wykorzystanie transformaty falkowej (TF)</p> <p>7. Wykorzystanie metody dynamiki nieliniowej w analizie zmienności rytmu serca (HRV)</p> <p>8. Badanie zmienności rytmu zatokowego HRV dziecka przed narodzeniem (fHRV)</p>
75.	Bioelektryczność i biomagnetyzm w medycynie wykład	K_W03, K_W01, K_W05, K_W02, K_U04, K_U07, K_K01, K_K02, K_K06	<p>1. Rys historyczny, definicja i rodzaje sygnałów biologicznych</p> <p>2. Powstawanie czynności elektrycznej na poziomie komórki</p> <p>3. Zasady rejestracji sygnału elektrycznego na poziomie makroskopowym</p> <p>4. Budowa mięśnia i mechanizm skurczu mięśnia</p> <p>5. Pole elektryczne serca, elektrokardiografia, wektokardiografia, metoda Holtera</p> <p>6. Pole magnetyczne serca, magnetokardiografia</p>

			<ul style="list-style-type: none"> 7. Elektromiografia 8. Elektroencefalografia 9. Magnetoencefalografia 10. Elektroretinografia 11. Elektrookulografia
76.	Zagadnienia organizacyjno-prawne w medycynie wykład	K_W06, K_K05, K_K07, K_K06	<ul style="list-style-type: none"> 1. Polskie i międzynarodowe akty prawne dotyczące stosowania promieniowania jonizującego w medycynie. 2. Akty prawne dotyczące warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego. 3. Akty prawne dotyczące dawek granicznych promieniowania jonizującego oraz wymagań dotyczących terenów kontrolowanych i nadzorowanych. 4. Akty prawne dotyczące planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych. 5. Akty prawne dotyczące nadzoru w jednostkach stosujących aparaty rentgenowskie oraz warunków bezpiecznej pracy z 6. Akty prawne dotyczące minimalnych wymagań dla jednostek prowadzących działalność związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące w celach medycznych i ubiegających się o zgodę na prowadzenie takiej działalności. 7. Konwencje i Raporty Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej dotyczące stosowania promieniowania jonizującego w celach 8. Dyrektywy UE EUROATOM ustanawiające normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed promieniowaniem jonizującym. 9. Zalecenia Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej (PTFM) oraz Europejskiej i Międzynarodowej Federacji Towarzystw Fizyki Medycznej (EFOMP i IOMP)
77.	Podstawy psychologii klinicznej z elementami etyki wykład	K_W02, K_W06, K_K04	<ul style="list-style-type: none"> 1. Określenie terminu i obszaru psychologii klinicznej 2. Przyczyny zaburzeń psychicznych 3. Podstawowe pojęcia psychologii klinicznej. 4. Biopsychospołeczny model zaburzeń psychicznych 5. Psychologiczne aspekty funkcjonowania pacjentów chorych somatycznie 6. Psychospołeczne konsekwencje choroby ostrej oraz przewlekłej. 7. Diagnoza choroby somatycznej jako sytuacja kryzysowa. 8. Informowanie i edukowanie pacjenta w chorobie ostrej lub przewlekłej. 9. Wpływ choroby na relacje rodzinne – informowanie i edukowanie rodziny. 10. Wsparcie udzielane pacjentowi i rodzinie 11. Komunikowanie się w osobami chorymi somatycznie oraz współpracownikami. Problemy i zadania związane z działalnością zawodową w tym obszarze praktyki
78.	Podstawy psychologii klinicznej z elementami etyki Konwersatorium	K_U07, K_U06	<ul style="list-style-type: none"> 1. Komunikowanie się w opiece zdrowotnej – zdefiniowanie pojęć. 2. Rola i znaczenie umiejętności komunikowania się z pacjentami 3. Modele komunikowania się w opiece zdrowotnej 4. Zastosowanie podstawowych umiejętności komunikowania się z pacjentami w pracy psychologa 5. Ćwiczenia – nauczanie komunikowania się z wykorzystaniem podejścia opartego na nauczaniu umiejętności (skills-based approach)
79.	Historia radiologii medycznej wykład	K_W02, K_W06, K_U07, K_K08, K_K05	<ul style="list-style-type: none"> 1. Medycyna starożytnego Wschodu, starożytnej Grecji i Rzymu. 2. Medycyna średniowieczna oraz uczeni związani z medycyną w XVII i XVIII wieku. 3. Osiągnięcia medyczne wieku XIX i odkrycie promieniowania jonizującego. 4. Pierwsze aplikacje promieniowania jonizującego w medycynie. 5. Rozwój metod i technologii w rentgenodiagnostyce. 6. Ewolucja technologiczna w radioterapii. 7. Rozwój medycyny nuklearnej-ewolucja metod diagnostyki i terapii. 8. Historyczne i obecnie używane wielkości i jednostki stosowane w dozymetrii promieniowania jonizującego.

80.	Praktyka zawodowa	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U02, K_U04, K_U03, K_U06, K_U05, K_U10, K_K06, K_K01	<ul style="list-style-type: none"> - moduł ćwiczeń związanych z zapoznaniem się z organizacją pracy i przepływem informacji w szpitalu - moduł ćwiczeń związanych z zapoznaniem się z ochroną danych osobowych i prawem autorskim - moduł ćwiczeń związanych z zapoznaniem się z organizacją pracy i przepływem informacji w Zakładzie Radioterapii - moduł ćwiczeń związanych z zapoznaniem się podstawowymi testami eksploatacyjnymi w radioterapii - moduł ćwiczeń związanych z zapoznaniem się z testami geometrii akceleratora - moduł ćwiczeń związanych z zapoznaniem się z testami tomografów komputerowych, skanerów PET i NMR - moduł ćwiczeń związanych z badaniem jakości promieniowania terapeutycznego - moduł ćwiczeń związanych kontrolą jakości w radioterapii - moduł ćwiczeń związanych z planowaniem radioterapii i dokumentowaniem
-----	-------------------	--	--

* Wypełnia DJiOK

.....
data i podpis
Zastępca ds. Kształcenia

.....
data i podpis Dyrektora Kolegium