

Załącznik nr 9

do uchwały nr 65 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 30 kwietnia 2025 r. w sprawie zmiany uchwały nr 414 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 8 maja 2019 r. w sprawie programów studiów na Uniwersytecie Warszawskim

„Załącznik nr 49

do uchwały nr 414 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 8 maja 2019 r. w sprawie programów studiów na Uniwersytecie Warszawskim

PROGRAM STUDIÓW
fizyka

nazwa kierunku studiów	fizyka
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Physics
język wykładowy	język polski
poziom kształcenia	studia pierwszego stopnia
poziom PRK	6
profil studiów	profil ogólnoakademicki
liczba semestrów	6
liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów	180
forma studiów	studia stacjonarne
tytuł zawodowy nadawany absolwentom (nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)	licencjat
liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	101,5
liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS)	5

Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	nauki fizyczne	100%	nauki fizyczne
Razem:	-	100%	-

Efekty uczenia się zdefiniowane dla programu studiów odniesione do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomach 6-7 uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4

Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK
Wiedza: absolwent zna i rozumie		
K_W01	w zaawansowanym stopniu podstawowe prawa i koncepcje fizyki klasycznej i kwantowej, rozumie ich historyczny rozwój i znaczenie dla postępu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych, poznania świata i rozwoju ludzkości.	P6S_WG
K_W02	w zaawansowanym stopniu podstawy wiedzy o podstawowych składnikach materii i rządzących nimi oddziaływaniach, a rozumie przejawy tych oddziaływań w zjawiskach fizycznych w różnych skalach od subatomowej do astronomicznej.	P6S_WG
K_W03	w zaawansowanym stopniu elementy matematyki wyższej i metod matematycznych używanych w naukach fizycznych.	P6S_WG
K_W04	w zaawansowanym stopniu techniki informatyczne i metody numeryczne niezbędne przy rozwiązywaniu problemów fizycznych, wybrane języki programowania, systemy operacyjne oraz podstawowe oprogramowanie wykorzystywane w fizyce, w tym wybrane pakiety symboliczne i biblioteki numeryczne.	P6S_WG
K_W05	techniki doświadczalne niezbędne do zaplanowania i wykonania prostych eksperymentów fizycznych z zakresu fizyki klasycznej i kwantowej i posiada wiedzę teoretyczną niezbędną do opisu i interpretacji ich wyników.	P6S_WG
K_W06	teoretyczne zasady działania podstawowych układów pomiarowych i aparatury badawczej używanej w eksperymentach, ma świadomość ograniczeń technologicznych, aparaturowych i metodologicznych w badaniach naukowych, zna elementy teorii niepewności pomiarowych w zastosowaniu do eksperymentów fizycznych.	P6S_WG

K_W07	budowę, zasadę działania i zastosowanie prostych elementów elektronicznych; zna podstawowe układy elektroniki analogowej i cyfrowej; rozumie znaczenie układów elektronicznych we współczesnej fizyce eksperymentalnej.	P6S_WG
K_W08	podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, w szczególności w stopniu pozwalającym na bezpieczny udział w zajęciach dydaktycznych na pracowni fizycznej.	P6S_WK
K_W09	podstawy uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną.	P6S_WK
K_W10	podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych.	P6S_WK
K_W11	ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z fizyki.	P6S_WK
Umiejętności: absolwent potrafi		
K_U01	posługiwać się aparatem matematyki wyższej i metodami matematycznymi fizyki przy opisie i modelowaniu podstawowych zjawisk i procesów fizycznych, potrafi samodzielnie odtworzyć twierdzenia i równania opisujące podstawowe zjawiska i prawa przyrody, potrafi przeprowadzić dowody tych twierdzeń i praw.	P6S_UW
K_U02	zaplanować, przeprowadzić i zinterpretować eksperymenty fizyczne o średnim stopniu złożoności, działając samodzielnie lub w zespole.	P6S_UO
K_U03	dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z ilościową oceną dokładności wyników.	P6S_UW
K_U04	stosować metody numeryczne, wykorzystywać biblioteki numeryczne, bazy danych i podstawowe oprogramowanie używane w fizyce, w tym wybrany pakiet symboliczny.	P6S_UW
K_U05	w sposób przystępny przedstawić i wyjaśnić podstawowe fakty dotyczące zjawisk i praw fizyki i skutecznie komunikować się zarówno ze specjalistami, jak i niespecjalistami w zakresie fizyki	P6S_UK
K_U06	uczyć się samodzielnie, znajdując niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach oraz krytycznie oceniając informacje pochodzące ze źródeł niezweryfikowanych.	P6S_UU
K_U07	przygotować opracowanie dotyczące zarówno określonego, zadanego problemu literaturowego z dziedziny fizyki, jak również opracowanie dotyczące badań własnych (eksperymentalnych lub teoretycznych), i przedstawić je w formie pisemnej, ustnej, prezentacji multimedialnej lub plakatu, zarówno w języku polskim jak i angielskim.	P6S_UK
K_U08	posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, pozwalającym na samodzielne korzystanie z podstawowej literatury anglojęzycznej oraz komunikację ze specjalistami w zakresie fizyki.	P6S_UK
K_U09	posługiwać się współczesnymi technologiami informacyjnymi i komunikacyjnymi, w szczególności do wyszukiwania wiarygodnych informacji.	P6S_UW
Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do		
K_K01	uczenia się przez całe życie.	P6S_KK

K_K02	współdziałania i pracy w grupie, w różnych rolach.	P6S_KO
K_K03	odpowiedniego określenia priorytetów służących realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	P6S_KK
K_K04	stosowania i propagowania zasad uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, do rozstrzygania problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej, do propagowania rozstrzygającej roli eksperymentu w weryfikacji teorii fizycznych, do stosowania metody naukowej w gromadzeniu wiedzy.	P6S_KR
K_K05	zapoznawania się z literaturą naukową i popularnonaukową w celu pogłębiania i poszerzania wiedzy, z uwzględnieniem zagrożeń przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł, w tym z Internetu.	P6S_KR
K_K06	podjęcia odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji oraz do uwzględnienia społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności.	P6S_KO
K_K07	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO

OBJAŚNIENIA

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów tworzą:

- litera K – dla wyróżnienia, że chodzi o efekty uczenia się dla programu studiów,
- znak _ (podkreślnik),
- jedna z liter W, U lub K – dla oznaczenia kategorii efektów (W – wiedza, U – umiejętności, K – kompetencje społeczne),
- numer efektu w obrębie danej kategorii, zapisany w postaci dwóch cyfr (numery 1-9 należy poprzedzić cyfrą 0).

Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów

ŚCIEŻKA FIZYKA MEDYCZNA

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Matematyka I lub Analiza I oraz Algebra z geometrią I	60			90				30	180	14	K_W03, K_U01, K_K01	
	60			60				ćwiczenia	120	9		
	30			30				wykładowe	60	5		
Treści programowe	Wprowadzenie do podstaw matematyki. Liczby zespolone. Przestrzenie wektorowe. Funkcje elementarne. Granica i ciągłość funkcji jednej zmiennej. Różniczkowanie i całkowanie funkcji jednej zmiennej. Ciągi i szeregi.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											
Fizyka I (mechanika)	45			60				15	120	9	K_W01, K_U01, K_U05, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Opis ruchu w fizyce. Zasady dynamiki dla prostych i złożonych układów fizycznych. Wprowadzenie do szczególnej teorii względności.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											
Technologie informacyjne i komunikacyjne	30			45					75	4	K_W04, K_U04, K_U09, K_K01	
Treści programowe	Podstawy mechanizmów przechowywania i dystrybucji informacji we współczesnym świecie, rozwijanie umiejętności praktycznych związanych z technologiami informatycznymi i komunikacyjnymi. Podstawy programowania w języku wysokiego poziomu.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę – kolokwium końcowe											
Podstawy chemii z elementami biochemii	30								30	2	K_W02, K_U03, K_U05, K_K01	
Treści programowe	Wybrane zagadnienia chemii ogólnej, strukturalnej, organicznej i bioorganicznej: budowa materii, reakcje chemiczne, reaktywność, związki organiczne, elementy chemii bioorganicznej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny/egzamin pisemny											
Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy	4								4	0,5	K_W08, K_U02, K_K06	
Treści programowe	Bezpieczeństwo i Higiena Pracy.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											
Podstawy ochrony własności intelektualnej	4								4	0,5	K_W10, K_U09, K_K03, K_K04	

Treści programowe	Tematyka zajęć skoncentrowana jest wokół zagadnień związanych z prawem autorskim oraz ochroną własności przemysłowej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na podstawie testu											
Wychowanie fizyczne									30	0		
Treści programowe	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 443

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2393

Rok studiów: pierwszy
Semestr: drugi

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot		
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne						
Matematyka II lub Analiza II oraz Algebra z geometrią II	90			90					180	14	K_W03, K_U01, K_K01			
	60			60					120	9				
	30			30					60	5				
Treści programowe	Różniczkowanie i całkowanie w przestrzeniach wielowymiarowych. Geometria wielowymiarowa. Rozwiązywanie układów równań różniczkowych.													
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu													
Fizyka II (elektryczność i magnetyzm)	45			60				15 ćwiczenia a wykładowe	120	9	K_W01, K_U01, K_U05, K_K01	nauki fizyczne		
Treści programowe	Podstawowe informacje z dziedziny elektryczności i magnetyzmu, ze szczególnym uwzględnieniem równań Maxwella.													
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu													

Pracownia wstępna					40				40	3	K_W01, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Zastosowanie pojęcia niepewności pomiaru w praktyce laboratoryjnej. Podstawowe doświadczenia z różnych działów fizyki. Przedmiot utrwala kompetencje w zakresie ochrony własności intelektualnej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
Wnioskowanie statystyczne	30			30					60	4	K_W03, K_W04, K_U01, K_U03, K_U04, K_K01, K_K04	
Treści programowe	Podstawy rachunku prawdopodobieństwa. Testowanie hipotez. Podstawowe narzędzia w statystyce.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											
Wychowanie fizyczne									30	0		
Treści programowe	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 430

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2393

Rok studiów: drugi

Semestr: trzeci

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Matematyka III lub Analiza III	60			60					120	9	K_W03, K_U01, K_K01	
	60			60					120	9		
Treści programowe	Elementy geometrii różniczkowej, Analiza zespolona, Elementy teorii dystrybucji, transformata Fouriera.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											
Fizyka III (drgania i fale)	45			45					90	7	K_W01, K_U01, K_U05, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Drgania prostych układów fizycznych oraz podstawowe własności fal rozchodzących się w ośrodkach sprężystych i fal elektromagnetycznych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											
Biologia komórki i histologia	45								45	4	K_W03, K_W05, K_W10, K_W12, K_U07, K_K01	

Treści programowe	Podstawy współczesnej wiedzy dotyczącej budowy komórek eukariotycznych oraz prowadzonych przez nie podstawowych procesów biochemicznych, a także budowy tkanek.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny dodatkowo opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											
Analiza sygnałów	30			45					75	4	K_W03, K_W04, K_U01, K_U04, K_K03	nauki fizyczne
Treści programowe	Analiza fourierowska, estymacja widma sygnału, filtracja, metody analizy sygnałów w przestrzeni czas-częstość. Zastosowania poznanych metod sygnałów elektrofizjologicznych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny/egzamin pisemny											
Warsztaty z metod fizycznych w medycynie				60					60	4	K_W05, K_W09, K_U05, K_U06, K_K01, K_K02	nauki fizyczne
Treści programowe	Wprowadzenie do fizyki medycznej realizowane w następujących blokach: dozymetria, radiobiologia, obrazowanie, radioterapia, medycyna nuklearna, okulistyka i stomatologia.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę											
Przedmiot(y) ogólnouniwersyteck i(e)				20					min.20	2		
Treści programowe	Rozwój wiedzy i umiejętności z dyscypliny niezwiązanej z naukami fizycznymi.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę											
Wychowanie fizyczne									30	0		

Treści programowe	Rozwój kultury fizycznej studenta.
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 425

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2393

Rok studiów: drugi
Semestr: czwarty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Pracownia fizyczna i elektroniczna	15				45				60	5	K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U02, K_U03, K_U07, K_K02, K_K03, K_K04	nauki fizyczne
Treści programowe	Budowa i zasada działania podstawowych urządzeń elektronicznych (generator impulsów, oscyloskop) i obwodów elektronicznych złożonych z dyskretnych i zintegrowanych układów analogowych i cyfrowych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
Laboratorium technik obrazowania				60					60	4	K_W03, K_W05, K_W06, K_W09, K_U01, K_U03, K_U06, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Metody rekonstrukcji tomograficznej ze szczególnym uwzględnieniem metod statystycznych. Modelowanie efektów fizycznych w iteracyjnych metodach rekonstrukcji, korekcje osłabienia, odpowiedzi kolimatora, rozproszeń. Metody oceny jakości obrazów Detektory półprzewodnikowe w medycynie nuklearnej. Nowe technologie w medycynie nuklearnej: detektory półprzewodnikowe, nowe kryształy scyntylacyjne dla SPECT i PET, fotoprzetworniki półprzewodnikowe, nowe dedykowane gamma kamery o nietypowych geometriach skanowania; kolimatory typu "multiple pinhole", "slit-slat", "rotating slat". Obrazowanie radioizotopowe małych zwierząt. Symulacja działania gamma kamery i pakietu oprogramowania do rekonstrukcji tomograficznej, Skany fantomów geometrycznych i antropomorficznych na gamma kamerze.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium oraz raportów z ćwiczeń											

Programowanie II				60					60	5	K_W04, K_U04, K_U09, K_K02, K_K03	
Treści programowe	Rozwiązywanie zagadnień algorytmicznych z wykorzystaniem programowania w języku Python. Wybrane metody numeryczne. Wprowadzenie do programowania obiektowego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę – kolokwium końcowe lub projekt programistyczny											
Fizyka promieniowania jonizującego	30			45					75	6,5	K_W01, K_W02, K_U01, K_U05, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Chemiczne podstawy atomowej struktury materii. Masy cząsteczkowe. Masy atomowe. Stała Avogadro. Fizyczne podstawy atomowej struktury materii. Ograniczenia modelu atomu Rutherforda-Bohra. Energie wiązania cząsteczek, atomów i jąder atomowych. Ogólne własności jąder atomowych - masy ładunki, rozmiary, izotopy, izobary, izotony izomery, przemiany jąder atomowych. Promieniowanie elektromagnetyczne atomów. Promieniowanie X, widmo liniowe, promieniowanie charakterystyczne. Układ okresowy pierwiastków. Emisja promieniowania elektromagnetycznego przez przyspieszaną cząstkę, mechanizm wytwarzania promieniowania X, widmo promieniowania hamowania. Promieniowanie synchrotronowe i promieniowanie Czerenkowa. Oddziaływanie ciężkich cząstek naładowanych z materią, transfer energii do ośrodka, zdolność hamująca, zasięg. Oddziaływanie elektronów z materią. Oddziaływanie fotonów z materią. Osłabienie wiązek fotonowych, czynniki geometryczne. Rodzaje oddziaływań, pochłanianie promieniowania, osłabienie wiązek fotonowych. Rozpraszanie Thomsona, efekt Comptona, rozpraszanie Rayleigha, efekt fotoelektryczny, produkcja par. Transfer energii i absorpcja energii w oddziaływaniu fotonów z materią. Rozpady promieniotwórcze. Prawo zaniku promieniotwórczego. Detektory promieniowania jonizującego. Klasyfikacja rozpadów. Rozpady alfa, beta, gamma, konwersja wewnętrzna. Rodziny promieniotwórcze, tablica nuklidów. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania w środowisku, źródła promieniotwórcze dla medycyny, produkcja radionuklidów. Metody aktywacyjne, reakcje jądrowe, Akceleratory – podstawowe charakterystyki. Akceleratory do produkcji izotopów promieniotwórczych, kliniczne liniowe akceleratory medyczne. Cyklotrony i synchrotrony jako akceleratory dla radioterapii. Promieniowanie jonizujące w diagnostyce i terapii medycznej.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
Ochrona radiologiczna	30								30	2	K_W02, K_W06, K_W08, K_W09, K_U03, K_U05, K_U06, K_K02, K_K03, K_K04	nauki fizyczne

Treści programowe	Przykłady typowych zastosowań technik jądrowych oraz związane z nimi potencjalne zagrożenia. Biologiczne skutki promieniowania jonizującego. Efekty napromieniania organizmu, rodzaje uszkodzeń, skutki, napromienianie z zewnątrz i od wewnątrz, działania ograniczające skutki napromieniania. Podstawowe wielkości dozymetrii promieniowania jonizującego, jednostki. Podstawowe zasady ochrony radiologicznej, bezpieczna praca ze źródłami promieniowania, ograniczanie narażenia. Przyrządy dozymetryczne i ich kalibracja. Ustawa – Prawo atomowe i akty wykonawcze, podstawowe przepisy międzynarodowe dotyczące bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, w tym przepisy UE. Zezwolenia na działalność w warunkach narażenia, zgłaszanie takiej działalności, wyłączenia uprawnień inspektorów dozoru jądrowego. Organizacja ochrony radiologicznej w jednostce organizacyjnej, obowiązki i uprawnienia kierownika jednostki, inspektora ochrony radiologicznej i pracowników, prace w warunkach narażenia na wzmożone promieniowanie naturalne. Przygotowanie dokumentów w jednostce organizacyjnej: regulamin pracy, instrukcje pracy, rejestry dawek, rejestry źródeł, plan postępowania awaryjnego. Zasady bezpiecznej pracy z zamkniętymi i otwartymi źródłami promieniotwórczymi w pracowniach i poza pracowniami. Kontrola narażenia pracowników i ogółu ludności, w tym od promieniowania naturalnego. Ogólne informacje o postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi. Podstawowe zasady transportu źródeł i odpadów promieniotwórczych. Zdarzenia radiacyjne – klasyfikacja, zakładowy plan postępowania awaryjnego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
Podstawy anatomii i fizjologii człowieka	30								30	2,5	K_U03, K_U05, K_U06, K_K01	
Treści programowe	Anatomia i fizjologia ogólna. Anatomia i fizjologia ośrodkowego układu nerwowego.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny/egzamin pisemny											
Mechanika kwantowa	30			45					75	5	K_W01, K_W02, K_U01, K_U05, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Podstawy empiryczne i matematyczne mechaniki kwantowej. Równanie Schroedingera i jego zastosowanie do opisu cząstek. Elementy teorii układów wielu cząstek kwantowych.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Kolokwia śródsemestralne, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny na zasadach opisanych w sylabusie przedmiotu											

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 390

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2393

Rok studiów: trzeci

Semestr: piąty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Obrazowanie medyczne	60								60	5	K_W03, K_W05, K_W06, K_U01, K_U03, K_U06, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Zasady tworzenia obrazów w diagnostyce medycznej. Zjawiska fizyczne oraz metody matematyczne, które umożliwiają rekonstrukcję obrazów na podstawie pomiarów fizycznych. Szczegóły techniczne wybranej aparatury stosowanej w obrazowaniu medycznym.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
Termodynamika	30			30					60	5	K_W02, K_W03, K_W12, K_U01, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Elementy termodynamiki. Ciepło, praca, energia wewnętrzna, równowaga termiczna, ciepło właściwe, pierwsza zasada termodynamiki a przemiany gazowe. Procesy odwracalne i nieodwracalne, cykle termodynamiczne, maszyny cieplne, entropia.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
Metody izotopowe i chemia radiofarmaceutyków	30								30	2	K_W02, K_U03, K_U05, K_K01	nauki fizyczne

Treści programowe	Historia i ewolucja metod izotopowych. Otrzymywanie radioizotopów. Emitery gamma. Tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT).. Przegląd i zastosowania podstawowych radiofarmaceutyków opartych na emiterach gamma. Emitery beta. Tomografia emisji pozytonu (PET). Radiochemia węgla C11, Fluoru F18 i tlenu O15. Radiofarmaceutyki terapeutyczne. Podstawy technologii farmaceutycznych. Projektowanie radiofarmaceutyków. Wytwarzanie radiofarmaceutyków. Wytyczne Dobrej Praktyki Wytwarzania. Kontrola jakości, metody badań analitycznych i strukturalnych. Regulacje prawne związane z wytwarzaniem, dystrybucją i stosowaniem radiofarmaceutyków.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny/egzamin pisemny											
Dozymetria	45			15					60	5	K_W08, K_U03, K_K03, K_K04	nauki fizyczne
Treści programowe	Wielkości dozymetryczne. Dozymetria promieniowania w środowisku. Kontrola narażenia ogółu ludności. Kontrola narażenia zawodowego. Pomiary kontrolne i techniczne. Dozymetria w medycynie.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
Analiza obrazów				30					30	3	K_W03, K_W04, K_U01, K_U04, K_K03	nauki fizyczne
Treści programowe	Metody analizy obrazów dwu i trójwymiarowych. Filtrowanie, parametryzacja, segmentacja obrazów.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie projektu lub kolokwium końcowego											
Pracownia ochrony radiologicznej				30					30	2	K_W02, K_W06, K_W08, K_W09, K_U03, K_U05, K_U06, K_K02, K_K03, K_K04	nauki fizyczne
Treści programowe	Nauka posługiwania się podstawowymi przyrządami dozymetrycznymi wykorzystywanymi w ochronie radiologicznej i przy pomiarach dawek i aktywności w zakładach medycyny nuklearnej i zakładach radioterapii. Dobór przyrządu radiometrycznego w zależności od mierzonego rodzaju promieniowania. Identyfikacja mierzonego promieniowania. Pomiar mocy dawki. Wykreślanie izodoz. Pomiar widm promieniowania. Pomiar osłabienia promieniowania przez przesłony. Pomiar aktywności.											

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń												
Przedmiot(y) ogólnouniwersyteck i(e)										min.70	7		
Treści programowe	Rozwój wiedzy i umiejętności z dyscypliny niezwiązanej z naukami fizycznymi.												
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zgodnie z sylabussem przedmiotu												

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 29

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 340

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2393

Rok studiów: trzeci
Semestr: szósty

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Pracownia radiofarmaceutyków					60				60	4	K_W02, K_W05, K_W06, K_U02, K_U03, K_U06, K_K02, K_K03, K_K04	nauki fizyczne
Treści programowe	Kontrola jakości i wytyczne Dobrej Praktyki Wytwarzania. Wytwarzanie radiofarmaceutyków PET. Nowoczesne metody badań analitycznych i strukturalnych: chromatografia (TLC, HPLC, GC), spektroskopia (IR i Ramana, UV-VIS, NMR, EPR, MS, spektroskopia atomowa, fluorescencyjna), pomiary radiometryczne.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie cząstkowych ocen za ćwiczenia, obejmujących sprawdzenie wiedzy teoretycznej oraz praktycznych efektów pracy eksperymentalne											
Pracownia promieniotwórczości					60				60	5	K_W02, K_W05, K_W06, K_U02, K_U03, K_U06, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05	nauki fizyczne
Treści programowe	Wybór ćwiczeń spośród tematów ilustrujących zjawisko promieniotwórczości. Porównanie różnych metod pomiaru energii promieniowania gamma. Analiza aktywacyjna. Badanie zawartości domieszek w stali metodami analizy aktywacyjnej. Badanie schematu rozpadu jądra. Pomiar widma energetycznego fragmentów rozszczepienia wywołanego neutronami termicznymi. Pomiar energii wiązania deuteronu. Pomiar zasięgu zdolności hamującej i zasięgu cząstek alfa w powietrzu.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											

Proseminarium licencjackie								30 pros emin ariu m	30	2	K_W09, K_W10, K_U05, K_U07, K_K01, K_K02, K_K04, K_K05	nauki fizyczne
Treści programowe	Prezentacja referatów dotyczące zagadnień związanych z własną pracą licencjacką. Dyskusja dotycząca kwestii merytorycznych i sposobu prezentacji.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie prezentacji referatu											
Pracownia i praca licencjacka, fizyka medyczna									90	10	K_W01, K_W04, K_W05, K_W06, K_W09, K_W10, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U07, K_U09, K_K03, K_K04, K_K05	nauki fizyczne
Treści programowe	Opracowanie problemu badawczego związanego z fizyką medyczną pod kierunkiem opiekuna.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie											
Egzamin certyfikacyjny (B2) z języka angielskiego										2	K_U08	
Treści programowe	Potwierdzenie umiejętności językowych na odpowiednim poziomie.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin ustny i egzamin pisemny											
Zespołowe projekty studenckie 1							30		30	4	K_W01, K_W09, K_W10, K_W11, K_U06, K_U07, K_K02, K_K03, K_K06, K_K07	nauki fizyczne

Treści programowe	Studenci pracują pod opieką osoby zaangażowanej w badania naukowe nad projektem, którego tematyka jest ustalana wspólnie z opiekunem projektu.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdania z projektu											
Praktyki zawodowe									80	4	K_W09, K_W10, K_W11, K_K02, K_K03, K_K07	
Treści programowe	Celem praktyk zawodowych jest zapoznanie studentów z otoczeniem społeczno-gospodarczym właściwym dla kierunku studiów. Praktyki mogą być realizowane w instytucjach badawczych, przedsiębiorstwach i organizacjach, które prowadzą badania naukowe, wdrażają ich wyniki lub wykorzystują efekty badań naukowych, w szczególności w związku z pracą zawodową lub działalnością gospodarczą studenta. Opiekun praktyk zawodowych, kierownik studiów lub prodziekan ds. studenckich kieruje studenta na praktyki na jego wniosek. Student może wnioskować do prodziekana ds. studenckich o uznanie efektów uczenia się osiągniętych w ramach pracy zawodowej w trakcie studiów lub działalności gospodarczej prowadzonej w trakcie studiów za równoważne z efektami uczenia się przypisanymi do praktyk zawodowych, przedstawiając dokumenty określające zakres działań studenta w pracy zawodowej lub działalności gospodarczej i uzasadniające, że spełnione są opisane wyżej warunki merytoryczne. Praktyki zawodowe mogą być realizowane w miejscach wskazanych przez studentów. Decyzję w tej sprawie podejmuje opiekun praktyk zawodowych, kierownik studiów lub prodziekan ds. studenckich, biorąc pod uwagę opisane wyżej warunki merytoryczne.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Praktyki zaliczane są na podstawie pisemnego sprawozdania merytorycznego, w którym student przedstawia zakres zadań wykonywanych na praktykach. Sprawozdanie jest potwierdzone przez przedstawiciela organizatora praktyk. Sprawozdanie jest zaopiniowane przez opiekuna praktyk zawodowych lub asystenta opiekuna praktyk zawodowych, którzy proponują ocenę z praktyk.											

Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 31

Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 350

Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2393

Uwagi:

1. W czasie całych studiów wymagane jest co najmniej 9 ECTS w ramach przedmiotów niezwiązanych z programem studiów, tzn. przedmiotów spoza dyscyplin nauki fizyczne i nauki chemiczne; w czasie całych studiów wymagane jest także zaliczenie 5 ECTS z przedmiotów z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych, może być w ramach przedmiotów niezwiązanych z programem studiów.
2. Kolokwia śródsesemestralne mogą być zastąpione ciągłą oceną poprawności pracy na zajęciach i rozwiązań zadań domowych, jeśli zostało to przewidziane w sylabusie przedmiotu

Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin, do których przyporządkowano kierunek studiów.

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin
Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	nauki fizyczne	64% ścieżka fizyka standardowa 62% ścieżka fizyka indywidualna 59% ścieżka fizyka medyczna 51% neuroinformatyka

”

.