

Załącznik nr 2

do uchwały nr 402 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 17 kwietnia 2024 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 142

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

**PROGRAM STUDIÓW**  
**biofizyka**

nazwa kierunku studiów	biofizyka
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Biophysics
język wykładowy	język polski
poziom kształcenia	studia pierwszego stopnia
poziom PRK	6 poziom
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	111

lub innych osób prowadzących zajęcia	
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)
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	58	nauki fizyczne
	nauki chemiczne	21	
	nauki biologiczne	21	
<b>Razem:</b>	-	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
<b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>		
K_W01	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zjawiska i procesy fizyczne związane z biofizyką.	P6S_WG
K_W02	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zjawiska i procesy chemiczne związane z biofizyką.	
K_W03	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zjawiska i procesy biologiczne w kontekście biofizyki.	P6S_WG
K_W04	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu matematykę wyższą oraz techniki informatyczne niezbędne do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim poziomie złożoności.	P6S_WG

K_W05	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu budowę i funkcje organizmów żywych w zakresie niezbędnym do odpowiedniego zastosowania wiedzy fizycznej w wybranych działach nauk biologicznych związanych z biofizyką.	P6S_WG
K_W06	Zna i rozumie techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne stosowane do badania zjawisk i procesów fizycznych, w tym w zaawansowanym stopniu te stosowane w zakresie biofizyki.	P6S_WG
K_W07	Zna i rozumie podstawowe techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne stosowane do badania zjawisk i procesów chemicznych, w tym w zaawansowanym stopniu te stosowane w zakresie biofizyki.	P6S_WG
K_W08	Zna i rozumie podstawowe techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne stosowane do badania zjawisk i procesów biologicznych, w tym w zaawansowanym stopniu te stosowane w zakresie biofizyki.	P6S_WG
K_W09	Zna i rozumie w zaawansowanym stopniu zasady działania układów pomiarowych i aparatury badawczej właściwej dla nauk fizycznych stosowanej w różnych obszarach fizyki, chemii i biologii.	P6S_WG
K_W10	Zna i rozumie wzajemne powiązanie zjawisk i procesów ujmowanych na gruncie nauk ścisłych i przyrodniczych, a także możliwości wykorzystania wyników badań z tych dziedzin w różnych obszarach życia społeczno-gospodarczego.	P6S_WK
K_W11	Zna i rozumie zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na pracę w obszarze badań związanych z biofizyką.	P6S_WK
K_W12	Zna i rozumie uwarunkowania prawne i etyczne związane z działalnością naukową i dydaktyczną.	P6S_WK
K_W13	Zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych.	P6S_WK
K_W14	Zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości wykorzystującej wiedzę z nauk ścisłych i przyrodniczych.	P6S_WK
<b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>		
K_U01	Potrafi zastosować poznane twierdzenia, metody i podstawowe narzędzia badawcze w rozwiązywaniu problemów, analizie i planowaniu prostych eksperymentów oraz obserwacji naukowych.	<b>P6S_UW</b>
K_U02	Potrafi analizować typowe problemy w naukach fizycznych pod względem ilościowym i jakościowym uogólniać wyniki tych analiz.	<b>P6S_UW</b>
K_U03	Potrafi analizować typowe problemy w naukach chemicznych pod względem ilościowym i jakościowym uogólniać wyniki tych analiz.	<b>P6S_UW</b>

K_U04	Potrafi wykonywać proste eksperymenty fizyczne, obserwacje, obliczenia numeryczne i symulacje komputerowe z wykorzystaniem standardowych pakietów oprogramowania oraz krytycznie analizować wyniki pomiarów, obserwacji i obliczeń wraz z oceną dokładności wyników.	P6S_UW
K_U05	Potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł; potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze, potrafi poszerzać na tej podstawie wiedzę w zakresie uprawianej przez siebie dyscypliny.	P6S_UW
K_U06	Potrafi planować i nadzorować proste eksperymenty fizyczne, obserwacje, obliczenia numeryczne i symulacje komputerowe, działając indywidualnie lub w zespole.	P6S_UO
K_U07	Potrafi łączyć podstawowe metody i idee z różnych nauk ścisłych i przyrodniczych, zauważając, że odległe pozornie zjawiska mogą być opisane przy użyciu podobnego modelu, i dyskutować je ze specjalistami różnych dziedzin.	P6S_UW
K_U08	Potrafi wykorzystać wiedzę i metodykę z dziedziny nauk fizycznych do pokrewnych dyscyplin naukowych: nauk chemicznych i nauk biologicznych .	P6S_UW
K_U09	Potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub obliczeniowych) w formie pisemnego raportu, w formie ustnego wystąpienia z wykorzystaniem technik komputerowej prezentacji multimedialnej, plakatu konferencyjnego i publikacji naukowej pod kierunkiem opiekuna naukowego	P6S_UK
K_U10	Potrafi komunikować się zarówno ze specjalistami, jak i niespecjalistami w zakresie problematyki właściwej dla dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych oraz w zakresie obszarów badawczych leżących na pograniczu nauk fizycznych i pokrewnych dyscyplin naukowych.	P6S_UK
K_U11	Potrafi określić kierunki dalszego doskonalenia wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia).	P6S_UU
K_U12	Posługuje się językiem angielskim w stopniu pozwalającym na uzupełnianie wykształcenia w zakresie dyscypliny naukowej właściwej dla studiowanego kierunku, zgodnie z wymogami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P6S_UK
K_U13	Wykorzystywać technologie informatyczne i komunikacyjne, w szczególności w celu dostępu do zasobów wiedzy w Internecie.	P6S_UW
<b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b>		
K_K01	Jest gotów do uczenia się przez całe życie w warunkach szybkiego wzrostu poziomu wiedzy naukowej i zmieniających się warunkach życia.	P6S_KK
K_K02	Jest gotów do współdziałania i pracy w grupach, w tym w interdyscyplinarnych zespołach zrzeszających pracowników różnych dziedzin i dyscyplin badawczych.	P6S_KO

K_K03	Jest gotów do odpowiedniego określenia priorytetów służące realizacji określonych zadań i przedsięwzięć o zróżnicowanym charakterze.	<b>P6S_KK</b>
K_K04	Jest gotów do troszczenia się o uczciwość intelektualną w działaniach własnych i innych osób; do rozwiązywania problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej i stosowania metody naukowej w gromadzeniu wiedzy.	<b>P6S_KR</b>
K_K05	Jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi podstawowymi w wybranej dyscyplinie nauk ścisłych i przyrodniczych w celu poszerzenia i pogłębienia wiedzy oraz do przeciwdziałania zagrożeniom przy pozyskiwaniu informacji z niezwyfikowanych źródeł.	<b>P6S_KR</b>
K_K06	Jest gotów do praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz do przyjęcia związanej z tym odpowiedzialności wobec społeczeństwa.	<b>P6S_KO</b>
K_K07	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	<b>P6S_KO</b>

#### 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

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_W04, K_U01, K_K01	
	60			60				ćwiczenia	120	9		
	30			30				wykładowe	60	5		
<b>Treści programowe</b>	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.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Fizyka I (mechanika)	45			60				15	120	9	K_W01, K_W07, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne

<b>Treści programowe</b>	Opis ruchu w fizyce. Zasady dynamiki dla prostych i złożonych układów fizycznych. Wprowadzenie do szczególnej teorii względności.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
<b>Technologie informacyjne i komunikacyjne</b>	15			30					45	3	K_W04, K_W12, K_W13, K_U05, K_U13, K_U04, K_U06	
<b>Treści programowe</b>	Podstawy mechanizmów przechowywania i dystrybucji informacji we współczesnym świecie, rozwijanie umiejętności praktycznych związanych z technologiami informatycznymi i komunikacyjnymi. Podstawy programowania w języku wysokiego poziomu.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwium zaliczeniowe											
<b>Chemia ogólna</b>	24								24	1	K_W02, K_W07, K_U03,, K_K01	nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Uzupełnienie wiedzy i umiejętności z chemii lub fizyki do poziomu wymaganego do matury rozszerzonej z odpowiedniego przedmiotu. Program chemii ogólnej: Modele budowy atomu, prawo okresowości. Budowa cząsteczek chemicznych (orbitale, wiązania chemiczne). Charakterystyka stanów materii. Właściwości roztworów elektrolitów i nieelektrolitów. Typy reakcji w roztworach wodnych. Charakterystyka związków metali. Chemia niemetali. Metody chemiczne i elektrochemiczne stosowane w analizie związków nieorganicznych. Związki chemiczne w środowisku.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy</b>									4	0,5	K_W11, K_U06, K_K06	

<b>Treści programowe</b>	Bezpieczeństwo i Higiena Pracy.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie											
<b>Podstawy ochrony własności intelektualnej</b>	4								4	0,5	K_W12, K_W13, K_U09, K_K04, K_K07	
<b>Treści programowe</b>	Tematyka zajęć skoncentrowana jest wokół zagadnień związanych z prawem autorskim oraz ochroną własności przemysłowej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na podstawie testu											
<b>Wychowanie fizyczne</b>									30	0		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie											
<b>Wstęp do biofizyki</b>				45					45	2	K_W01, K_W06, K_W10, K_U08, K_K01	nauki fizyczne nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Podstawowe obiekty badań i narzędzia badawcze biofizyki molekularnej. Wybrane tematy i zagadnienia naukowe z biofizyki, które rozwijane są aktualnie na świecie i na UW.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny
--	-------------------------------------

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 452**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2652**

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				
<b>Matematyka II</b>	90			90					180	14	K_W04, K_U01, K_K01	
<b>lub</b>	60			60				120	9			
<b>Analiza II</b>	30			30				60	5			
<b>Algebra z geometrią II</b>												
<b>Treści programowe</b>	Różniczkowanie i całkowanie w przestrzeniach wielowymiarowych. Geometria wielowymiarowa. Rozwiązywanie układów równań różniczkowych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
<b>Fizyka II (elektryczność i magnetyzm)</b>	45			60				15 ćwiczenia wykładowe	120	9	K_W01, K_W07, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Podstawowe informacje z dziedziny elektryczności i magnetyzmu, ze szczególnym uwzględnieniem równań Maxwella.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
<b>Analiza niepewności pomiarowych</b>	20								20	2	K_W09, KU02, K_U06, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Pojęcie niepewności pomiaru w praktyce laboratoryjnej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę											
<b>Praktikum z chemii ogólnej</b>				15					15	1	K_W02, K_W07, K_U03, K_U08, K_K02, K_K03, K_K04	nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Analiza jakościowa kationów i anionów soli nieorganicznych. Analiza jakościowa prostych związków organicznych, procesy redoks, związki kompleksowe. Miareczkowanie kompleksometryczne, alkacymetryczne i potencjometryczne. Roztwory buforowe.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
<b>Praktikum z biofizyki</b>				15					15	1	K_W01, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Zapoznanie się z zasadami pracy w laboratorium biofizycznym. Podstawowe doświadczenia i reakcje wykorzystywane w biofizyce molekularnej oraz zjawiska fizyczne leżące u podstaw tych metod.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											

<b>Pracownia wstępna dla biofizyków</b>					30				30	3	K_W01, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Podstawowe doświadczenia z różnych działów fizyki. Nauka podstawowych programów komputerowych do analizy danych i przygotowywanie raportów z badań. Przedmiot utrwała kompetencje w zakresie ochrony własności intelektualnej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 380**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2652**

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_W04, K_U01, K_K01	
	60			60					120	9		
<b>Treści programowe</b>	Elementy geometrii różniczkowej, Analiza zespolona, Elementy teorii dystrybucji, transformata Fouriera.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Fizyka III (drgania i fale)	45			45					90	7	K_W01, K_W07, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Drgania prostych układów fizycznych oraz podstawowe własności fal rozchodzących się w ośrodkach sprężystych i fal elektromagnetycznych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	kolokwia w trakcie semestru, egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											

<b>Biologia komórki i jej struktur</b>	30								30	2	K_W03, K_W05, K_W08, K_W10, K_U07, K_K01	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Podstawowa wiedza dotycząca biologii komórki. Skład, struktura, funkcje komórek oraz procesy w nich zachodzące.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Mechanika klasyczna</b>	45								45	2	K_W01, K_W07, K_U01, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Formalizm lagranżowski i hamiltonowski stosowany do opisu dynamiki układu punktów materialnych oraz bryły sztywnej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Fizyka cząsteczek i makrocząsteczek biologicznych w roztworach wodnych</b>	45			45					90	5	K_W01, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01	nauki fizyczne nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Fizyczne czynniki wpływające na strukturę i konformację makrocząsteczek biologicznych oraz na tworzenie kompleksów międzycząsteczkowych. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Termodynamika układów biologicznych i reakcji chemicznych. Ruch cząsteczek w cieczach. Kinetyka chemiczna.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											

<b>Zespołowe projekty studenckie 1</b>							30		30	4	K_W12, K_W14, K_U10, K_U11, K_K02, K_K03, K_K04, K_K07	
<b>Treści programowe</b>	Studenci pracują pod opieką osoby zaangażowanej w badania naukowe nad projektem, którego tematyka jest ustalana wspólnie z opiekunem projektu.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Zaliczenie na ocenę na podstawie raportu z projektu											

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 29**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 405**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2652**

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				
<b>Biologia molekularna z genetyką</b>	30								30	2	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_K01, K_K06	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Pojęcie genomu. Genomika, proteomika, transkryptomika, interaktomika, metabolomika, bioinformatyka, biologia systemów. Struktura DNA. Mechanizmy replikacji genomu prokariotycznego i eukariotycznego. Inicjacja, elongacja i terminacja transkrypcji i ich regulacja u prokariota i eukariota. Regulacja ekspresji genu. Mechanizmy biosyntezy białka. Mechanizmy enzymatycznej degradacji RNA. Regulacja ekspresji genu z udziałem niekodujących cząsteczek RNA.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Egzamin pisemny i/lub egzamin ustny											
<b>Pracownia chemii</b>					60				60	4	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U03, K_K01	nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Synteza i analiza czystości związków chemicznych na przykładzie kwasu acetylosalicylowego (aspiryny). Analiza peptydów i aminokwasów metodą chromatografii cienkowarstwowej. Izolacja związków organicznych z produktów naturalnych (eugenol, kofeina). Synteza oranżu metylowego. Analiza jakościowa i ilościowa składu mieszaniny metodą HPLC. Rozdzielanie barwników metodą adsorpcyjnej chromatografii kolumnowej. Synteza nukleotydów, reakcja fosforylacji. Synteza modyfikowanych nukleozydów. Kinetyka reakcji enzymatycznych. Proste metody oczyszczania związków organicznych: ekstrakcja, destylacja, krystalizacja. Identyfikacja związku organicznego na podstawie właściwości fizykochemicznych i danych spektroskopowych. Kinetyka reakcji utleniania związków organicznych.											

	Fotochemiczne przemiany zasad nukleinowych. Elektrochemiczne metody badania równowag chemicznych. Wyznaczanie energii aktywacji reakcji chemicznych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
<b>Praktyka programowania</b>				30					30	2	K_W04, K_U09, K_U10, K_K06	nauki fizyczne nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Przypomnienie podstaw języka Python. Analiza struktur i sekwencji biopolimerów. Przetwarzanie plików z danymi. Analiza statystyczna i tworzenie wykresów.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę											
<b>Metody biofizyki molekularnej</b>	60			60					120	8	K_W01, K_W06, K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U01, K_U02, K_U03, K_U03, K_K01, K_K05	nauki fizyczne nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Oczyszczanie i separacja makrocząsteczek. Metody hydrodynamiczne. Określanie struktur chemicznych i przestrzennych cząsteczek. Metody termodynamiczne. Metody relaksacyjne. Metody spektroskopowe. Nanobiologia.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Wychowanie fizyczne</b>									30	0		

<b>Treści programowe</b>	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie											
<b>Chemia organiczna i bioorganiczna</b>	30			30					60	3	K_W01, K_W06, K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_W04, K_U01, K_U02, K_U03, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05, K_K06	nauki chemiczne nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Metody syntezy, oczyszczania, badania właściwości oraz zastosowań naturalnych związków chemicznych oraz ich syntetycznych analogów pełniących kluczowe role w funkcjonowaniu organizmów żywych i komórek.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Wstęp do mechaniki kwantowej układów molekularnych</b>	45			45					90	6	K_U01, K_U02, K_U03, K_K01	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Funkcja falowa i równanie Schrodingera. Postulaty mechaniki kwantowej. Cząstka swobodna. Cząstka w studni potencjału. Bariera potencjału; efekt tunelowy. Oscylator harmoniczny. Sztynny rotator. Atom wodoru. Rachunek zaburzeń – podstawy. Metoda wariacyjna – podstawy. Spin i symetria wieloelektronowej funkcji falowej. Przybliżenie jednoelektronowe; konfiguracje elektronowe atomów. Metoda pola samouzgodnionego. Korelacja elektronów. Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczkach; przybliżenie adiabatyczne i przybliżenie Borna-Oppenheimera. Teoria orbitali molekularnych. Molekuły wieloatomowe. Układy sprzężonych wiązań podwójnych, metoda Huckla. Oddziaływania międzycząsteczkowe.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											

<b>Wstęp do mikrobiologii i biologii molekularnej</b>					30				30	2	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_K01, K_K06	nauki biologiczne nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Pierwsza część laboratorium dotycząca podstaw mikrobiologii, ma na celu zaznajomienie studentów z podstawowymi informacjami o bakteriach, w tym budowie ich komórki, form występowania w środowisku, wpływu czynników fizycznych i chemicznych na ich wzrost. Morfologia kolonii i komórki bakteryjnej, barwienia komórek bakteryjnych (w tym barwienie Grama), obserwacje mikroskopowe preparatów. Budowa i właściwości fizykochemicznymi kwasów nukleinowych. Podstawowe techniki oznaczania jakościowego i ilościowego kwasów nukleinowych i białek, w tym elektroforeza w żelach. Plazmidy bakteryjne, ich wykorzystanie w tworzeniu wektorów oraz mechanizmy horyzontalnego transferu genów u bakterii. Transformacja szczepu <i>E. coli</i> wektorem plazmidowym.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Praktyki zawodowe</b>									80	4	K_W09, K_W10, K_W11, K_W14, K_U01, K_U03, K_U07, K_U09, K_U10, K_U11, K_K01, K_K02, K_K03, K_K06, K_K07	
<b>Treści programowe</b>	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.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	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): 530**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2652**

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
Pracownia podstaw biofizyki					90				90	6	K_W01, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_U03, K_K01, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Spektroskopia UV/VIS absorpcja. Spektroskopia w podczerwieni. Wyznaczanie aktywności enzymatycznej przy użyciu licznika scyntylicyjnego. Różnicowa kalorymetria skaningowa. Miareczkowania fluorescencyjne. Ultrawierowanie analityczne. Pomiary kinetyczne metodą zatrzymanego przepływu. Krystalizacja białek. Pomiary spektroskopowe z wykorzystaniem czytnika mikroplętek. Inne ćwiczenia z podstaw biofizyki.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											
Indywidualna pracownia biofizyczna					45				45	3	K_W01, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_U03, K_K01, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	W ramach indywidualnej pracowni biofizycznej studenci będą wykonywać niewielki projekt badawczy z biofizyki molekularnej, pod opieką pracownika Zakładu Biofizyki. Celem projektu ma być rozwiązanie pewnego naukowego problemu, poczynając od zaplanowania odpowiednich eksperymentów, poprzez ich wykonanie, analizę danych aż po interpretację uzyskanych rezultatów i wskazanie ewentualnych dalszych pomiarów i dodatkowych metod badawczych, jeśli zaproponowane i wykonane eksperymenty okażą się niewystarczające do rozwiązania postawionego problemu.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie raportu z projektu											
<b>Struktura i funkcje makrocząsteczek biologicznych</b>	30			30					60	4	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_K01, K_K06	nauki fizyczne nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Fizyczne podstawy struktur makrocząsteczek oraz oddziaływań wewnątrz- i międzycząsteczkowych. Metody badania struktur i dynamiki biopolimerów. Kwasy nukleinowe DNA i RNA. Białka globularne, włókniste i błonowe. Budowa i dynamika błon biologicznych. Polisacharydy jako materiał zapasowy i budulcowy. Kompleksy biomolekularne. Wybrane zastosowania biofizyki molekularnej w biotechnologii i medycynie.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Biochemia</b>	30	15							45	2	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U03, K_K01	nauki biologiczne nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Białka. Enzymy. Metabolizm białek. Kwasy nukleinowe. Węglowodany. Lipidy. Utlenianie biologiczne. Fotosynteza. Biochemia organelli komórkowych. Współzależności metaboliczne.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin ustny i/lub egzamin pisemny											
<b>Pracownia wykorzystania zasobów internetowych</b>				30					30	2	K_W04, K_U09, K_U10, K_K06	nauki biologiczne nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Zapoznanie z ogólnodostępnymi internetowymi bazami danych gromadzącymi informacje z dziedziny nauk przyrodniczych (fizyka, chemia, biologia, medycyna) oraz narzędziami umożliwiającymi wyszukiwanie informacji, uzyskiwanie i analizę danych zgromadzonych w tych bazach. Bazy bibliograficzne. Bazy sekwencyjne. Bazy struktur											

	molekularnych. Bazy kliniczne. Bazy właściwości fizykochemicznych cząsteczek. Genomowe bazy danych. Metabazy. Niekommercyjne programy do wizualizacji struktur makrocząsteczek. Niekommercyjne programy i narzędzia online do rysowania struktur cząsteczek chemicznych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie poprawności wykonania zadań na ćwiczeniach											
<b>Techniki biologii molekularnej</b>	15			15	75				105	6	K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_U03, K_K06	nauki biologiczne
<b>Treści programowe</b>	Wprowadza teoretyczne i praktyczne podstawy dla wybranych technik biologii molekularnej. Metody izolacji i analizy kwasów nukleinowych, izolacja kwasów nukleinowych z E. coli. Analiza sekwencji kwasów nukleinowych w oparciu o narzędzia bioinformatyczne. Enzymy modyfikujące DNA i RNA, w tym enzymy restrykcyjne. Hydroliza DNA wybranymi enzymami restrykcyjnymi. Tworzenie mapy restrykcyjnej cząsteczki DNA w oparciu o narzędzia bioinformatyczne. Projektowanie konstruktów opartych na wektorach plazmidowych. Prezentacja baz wektorów plazmidowych. Amplifikacja fragmentu DNA metodą łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR), warunki reakcji. Projektowanie starterów do reakcji amplifikacji DNA metodą PCR. Klonowanie fragmentu DNA w E. coli na wektorze plazmidowym. Sekwencjonowanie DNA. Uzyskiwanie rekombinowanego białka metodą nadprodukcji w komórkach bakteryjnych, konstrukcja wektorów ekspresyjnych. Oczyszczanie białka metodami chromatograficznymi, etykiety powinowactwa. Ocena czystości i stężenia białek, western blot.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Zaliczenie na ocenę na podstawie kart problemowych dotyczących zagadnień prezentowanych na zajęciach oraz kolokwium zaliczeniowego obejmującego samodzielne zaprojektowanie konstruktów ekspresyjnego pozwalającego na uzyskanie określonego białka w E. coli przy użyciu poznanych narzędzi bioinformatycznych.											
<b>Proseminarium licencjackie biofizyki molekularnej</b>								30 pros emin ariu m	30	2	K_W01, K_W06, K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_W04, K_U01, K_U02, K_U03, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05, K_K06	nauki fizyczne

<b>Treści programowe</b>	Prezentacja referatów dotyczące zagadnień związanych z własną pracą licencjacką. Dyskusja dotycząca kwestii merytorycznych i sposobu prezentacji.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie prezentacji											
<b>Seminarium biofizyki</b>			15						15	1	K_W01, K_W06, K_W02, K_W03, K_W07, K_W08, K_W04, K_U01, K_U02, K_U03, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05, K_K06	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Pogłębienie wiedzy i umiejętności z biofizyki przez udział w seminarium badawczym, na którym zaproszeni wykładowcy referują wyniki najnowszych badań naukowych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę											
<b>Lektorat</b>				60					60	2		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój umiejętności językowych na odpowiednim poziomie.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę zgodnie z sylabusem											
<b>Przedmiot(y) ogólnouniwersyteck i/e</b>									min.30	3		

<b>Treści programowe</b>	Rozwój wiedzy i umiejętności z dyscypliny niezwiązanej z naukami fizycznymi i chemicznymi.
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zgodnie z sylabusem przedmiotu

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 31**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 510**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2652**

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				
<b>Przedmiot(y) ogólnouniwersyteck i/e</b>									min.60	6		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój wiedzy i umiejętności z dyscypliny niezwiązanej z naukami fizycznymi i chemicznymi.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zgodnie z sylabusem przedmiotu											
<b>Pracownia biofizyki dla zaawansowanych</b>					150				150	9	K_W01, K_W06, K_U01, K_U02, K_U03, K_K01, K_K06	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Pogłębienie znajomości wybranych nowoczesnych metod eksperymentalnych stosowanych w biofizyce molekularnej.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę na podstawie raportów z ćwiczeń											

<b>Lektorat</b>				60					60	2		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój umiejętności językowych na odpowiednim poziomie.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie na ocenę zgodnie z sylabusem											
<b>Pracownia i praca licencjacka, biofizyka molekularna</b>								90 pracownia licencjacka	90	10	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W06, K_W07, K_W08, K_W13, K_U01, K_U02, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05, K06	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Opracowanie problemu badawczego związanego z biofizyką molekularną pod kierunkiem opiekuna.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie											
<b>Egzamin certyfikacyjny z języka angielskiego na poziomie B2</b>										2	K_U12, K_K05	
<b>Treści programowe</b>	Rozwój wiedzy i umiejętności z dyscypliny niezwiązanej z naukami fizycznymi i chemicznymi lub umiejętności językowych na odpowiednim poziomie.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny i egzamin ustny											

<b>Wychowanie fizyczne</b>									30	0		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój kultury fizycznej studenta.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie											

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 29**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 390**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 2652**

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.

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

<b>Dziedzina nauki</b>	<b>Dyscyplina naukowa</b>	<b>Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin</b>
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	46%
	nauki chemiczne	7%
	nauki biologiczne	13%