

SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2020/21 – 2021/22***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2021/2022

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Fizyka jądrowa i fizyka wysokich energii
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych / Instytut Nauk Fizycznych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	Studia drugiego stopnia, po studiach inż.
Profil	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok I, semestr 2
Rodzaj przedmiotu	Kierunkowy
Język wykładowy	Polski
Koordynator	dr Anna Cisek
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Projekt	Liczba pkt. ECTS
2	30	25						5	5

1.2. Sposób realizacji zajęć

- ☒ zajęcia w formie tradycyjnej
☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

ZALICZENIE WYKŁADU – egzamin pisemny

ZALICZENIE ĆWICZEŃ – zaliczenie z oceną

ZALICZENIE PROJEKTU – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

- znajomość elementarnych praw z matematyki
- znajomość podstawowych praw fizyki ogólnej
- znajomość podstaw mechaniki kwantowej
- znajomość podstaw fizyki atomowej i cząsteczkowej

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie z podstawową wiedzą dotyczącą współczesnego stanu wiedzy w fizyce cząstek elementarnych na gruncie modelu standardowego.
C ₂	Zapoznanie się z budową jądra atomowego, jego składnikami i własnościami.
C ₃	Zapoznanie się z różnymi modelami jądra atomowego.
C ₄	Zapoznanie się z własnościami i mechanizmem rozpadu alfa, beta i promieniowaniem gamma.
C ₅	Zapoznanie się z reakcjami jądrowymi, pojęciem reakcji łańcuchowej i rozszczepieniem jąder atomowych, szeregami promieniotwórczymi.
C ₆	Zapoznanie z budową różnego rodzaju reaktorów jądrowych.
C ₇	Zapoznanie z budową współczesnych detektorów cząstek, działanie akceleratorów liniowych i cyklicznych oraz koncepcja badań z udziałem wiązek przeciwbieżnych. Charakterystyka i cele naukowe Wielkiego Zderzacza Hadronów (LHC).
C ₈	Poznanie możliwości oraz ograniczeń stosowanych w energetyce jądrowej we współczesnym świecie.
C ₉	Nabycie umiejętności stosowania i prowadzenia obliczeń oraz ilościowych analiz w zakresie problematyki fizyki jądrowej.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Absolwent wie i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu fizyki jądrowej i fizyki wysokich energii, a także jej historycznego rozwoju i znaczenia dla postępu nauk ścisłych	K_Wo1
EK_02	Absolwent wie i rozumie aktualne kierunki rozwoju i najnowsze odkrycia w zakresie fizyki jądrowej i fizyki wysokich energii	K_Wo6
EK_03	Absolwent wie i rozumie dylematy związane z odkryciem nowych cząstek elementarnych	K_Wo7
EK_04	Absolwent wie i rozumie uwarunkowania ekonomiczne, prawne i etyczne związane z działalnością naukową fizyka	K_Wo8
EK_05	Absolwent potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów prowadzonych na różnego typu akceleratorach, obserwacji i obliczeń teoretycznych dotyczących fizyki jądrowej i fizyki wysokich energii	K_Uo2
EK_06	Absolwent jest gotów do uznania społecznego znaczenia aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności związanych z fizyką jądrową i fizyką wysokich energii oraz związanej z tym odpowiedzialności	K_Ko1

EK_07	Absolwent jest gotów do uznania ograniczeń własnej wiedzy związanej z fizyką jądrową i fizyką wysokich energii i potrzeby zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	K_Ko2
EK_08	Absolwent jest gotów do prawidłowego identyfikowania i rozstrzygania dylematów związanych z wykonywaniem zawodu	K_Ko5
EK_09	Absolwent jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla fizyki jądrowej i fizyki wysokich energii, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz rozwijania dorobku zawodowego	K_Ko6

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Klasyfikacja cząstek elementarnych i fundamentalnych (leptony i kwarki). Klasyfikacja hadronów. Teoria Yukawy. 2. Oddziaływania elementarne. Własności oddziaływań słabych, silnych, elektromagnetycznych i grawitacyjnych. Diagramy Feynmana. 3. Przekrój czynny. 4. Podstawowe własności jąder atomowych – składniki jądra atomowego i jego własności takie jak: promień jądra atomowego, spin, ładunek elektryczny parzystość, moment magnetyczny i kwadrupolowy. 5. Ścieżka stabilności. 6. Energia wiązania. Metody wyznaczania energii wiązania. Energia separacji. 7. Modele jądra atomowego: model kropłowy, model gazu Fermiego, model powłokowy i kwadrupolowy. 8. Prawo rozpadu promieniotwórczego. 9. Rozpady alfa, beta i promieniowanie gamma. Mechanizmy rozpadu alfa. Rodzaje rozpadu beta. Promieniowanie gamma – stany wzbudzone jąder. 10. Reakcje jądrowe. Model rozszczepienia jądra atomowego. Reakcje łańcuchowe. Szeregi promieniotwórcze. 11. Reaktory jądrowe. 12. Budowa współczesnych detektorów cząstek. Działanie akceleratorów liniowych i cyklicznych; Wielki Zderzacz Hadronów (LHC). Najnowsze eksperymenty prowadzone na LHC.

13. Inwersja przestrzenna, parzystość ładunkowa, parzystość izospinowa i inwersja czasu.
14. Macierz CKM.
15. Izospin w układzie dwóch nukleonów. Izospin w układzie pion-nukleon. Współczynniki Clebscha-Gordona dla układu pion-nukleon.
16. Poszukiwania cząstki Higgsa.

B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

Treści merytoryczne

Ćwiczenia audytoryjne:

1. Hadrony i kwarki – klasyfikacja hadronów, model kwarkowy hadronów, procesy partonowe.
2. Oddziaływania elektromagnetyczne leptonów i kwarków – procesy elementarne i diagramy Feynmana QED, rozpraszanie elektronów na mionach, rozpraszanie elektronów na nukleonach.
3. Obliczanie amplitudy i przekroju czynnego dla wybranego diagramu Feynmana.
4. Podstawowe własności jąder atomowych.
5. Energia wiązania. Energia separacji.
6. Modele jądra atomowego: model kropłowy, model gazu Fermiego, model powłokowy i kwadrupolowy.
7. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Datowanie na podstawie prawa rozpadu promieniotwórczego. Pomiary dawki promieniowania.
8. Rozpad alfa, rozpady beta i promieniowanie gamma.
9. Reakcje jądrowe.
10. Szeregi promieniotwórcze.
11. Zmienne Mandelstama.
12. Wyznaczanie współczynników Clebscha-Gordona dla układu pion-nukleon.
13. Oddziaływania słabe – łamanie parzystości, obojętne mezony K, niezachowanie symetrii CP.
14. Oddziaływania elektroslabe w modelu standardowym – model Weinberga-Salama, spontaniczne łamanie symetrii.
15. Najnowsze eksperymenty prowadzone na akceleratorze LHC.

Projekt:

1. Oddziaływania słabe – łamanie parzystości, obojętne mezony K, niezachowanie symetrii CP
2. Najnowsze eksperymenty prowadzone na akceleratorze LHC.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia:

1. Rozwiązywanie zadań eksperymentalnych obliczeniowych i nieobliczeniowych przy tablicy.
2. Praca w grupach
3. Dyskusja

Projekt: Praca z wykorzystaniem komputera

4. METODY I KRYTERIA OCENY**4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się**

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., ...)
EK_01	Egzamin, kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia
EK_02	Egzamin, kolokwium, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia, projekt
EK_03	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia, projekt
EK_04	Obserwacja w trakcie zajęć	Ćwiczenia
EK_05	Kolokwium, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia, projekt
EK_06	Obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia
EK_07	Obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia
EK_08	Obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, ćwiczenia
EK_09	Projekt, obserwacja w trakcie zajęć	Wykład, projekt

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

1. Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie oceny z egzaminu pisemnego i ustnego. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wcześniejsze zaliczenie ćwiczeń. Na egzaminie pisemnym każdemu zagadnieniu odpowiada punktacja 0-4 pkt. Część pisemna egzaminu jest zaliczona po zdobyciu przez studenta ponad 51% punktów). Wymagana jest obecność na wykładach oraz aktywność w dyskusjach dotyczących zagadnień zawartych w treściach merytorycznych.
2. Ocena końcowa z ćwiczeń audytoryjnych wystawiana jest w oparciu o oceny z kolokwiów, kartkówek, odpowiedzi ustnych, aktywności podczas zajęć i obecności. Ocena z projektu wystawiana

jest w oparciu o pracę przygotowaną przez studenta na podany wcześniej temat.

Wymagania odpowiadające poszczególnym ocenom:

Ocena bardzo dobra

Student opanował pełny zakres wiedzy i umiejętności określony programem ćwiczeń. Sprawnie posługuje się zdobytymi wiadomościami, umie korzystać z różnych źródeł wiedzy, rozwiązuje samodzielnie zadania rachunkowe i problemowe. Potrafi zastosować zdobytą wiedzę w nowych sytuacjach.

Ocena dobra

Student opanował w dużym zakresie wiadomości i umiejętności bardziej złożone, poszerzające relacje między elementami treści. Nie opanował jednak w pełni wiadomości określonych programem ćwiczeń. Poprawnie stosuje wiadomości do rozwiązywania typowych zadań lub problemów.

Ocena dostateczna

Student opanował wiadomości najważniejsze z punktu widzenia przedmiotu, proste, łatwe do opanowania. Rozwiązuje typowe zadania z pomocą prowadzącego ćwiczenia, zna podstawowe wzory i jednostki wielkości fizycznych.

W przypadku prowadzenia zajęć w formie zdalnej/hybrydowej, warunki zaliczenia przedmiotu mogą ulec zmianie. W takim przypadku studenci zostaną poinformowani zarówno o fakcie zmiany formy zaliczenia jak i dokładnych warunkach zaliczenia przedmiotu tuż po rozpoczęciu zajęć w formie zdalnej/hybrydowej.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	60
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	6
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	60
SUMA GODZIN	126
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	5

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	n.d.
zasady i formy odbywania praktyk	n.d.

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Ewa Skrzypczak, Zygmunt Szepliński „Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych: wykłady”, PWN, Warszawa 2002.
2. Adam Strzałkowski „Wstęp do fizyki jądra atomowego”, PWN, Warszawa 1979.
3. Theo Mayer-Kuckuk „Fizyka jądrowa”, PWN, Warszawa 1983.
4. Janusz Araminowicz „Zbiór zadań z fizyki jądrowej”, PWN, Warszawa 1980.
5. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker "Podstawy fizyki T5", PWN, Warszawa 2015.
6. D. H. Perkins, „Wstęp do fizyki wysokich energii", PWN 2005.
7. Szczepan Szczeniowski "Fizyka doświadczalna: podręcznik dla studentów szkół wyższych, Cz. 6, Fizyka jądra atomowego i cząstek elementarnych", PWN, Warszawa 1974.
8. A.Z. Hryniewicz; "Człowiek i promieniowanie jonizujące", PWN, Warszawa 2001.
9. K. A. Olive et al. (Particle Data Group), "Review of Particle Physics 2014", Chin. Phys. C38 (2014) 090001.
10. G. Jezierski; "Energia jądrowa wczoraj i dziś", WNT, Warszawa 2015.

Literatura uzupełniająca:

- 1) Jędrzejewski, W. Kruczek, A. Kujawski „Zbiór zadań z fizyki”, WNT
- 2) G. Bernardi, "Structure Function Measurements at HERA and Perturbative QCD", internet → [de.arxiv.org/pdf/hep-ex/9605003](https://arxiv.org/pdf/hep-ex/9605003).
- 3) The ATLAS Collaboration, "Measurements of Higgs boson production and couplings in diboson final states with the ATLAS detector at the LHC", Phys.Let.B726 (2013) 88, internet → [de.arxiv.org/pdf/1307.1427](https://arxiv.org/pdf/1307.1427).
- 4) J. Baggott (przeł. B. Bieniek i E.L.Łokas) "Higgs: odkrycie boskiej cząsteczki", Warszawa, Prószyński Media 2014.