

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Częstki elementarne i ich oddziaływania

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFT-1-706-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 7

Strona www: <http://home.agh.edu.pl/~amucha/>

Osoba odpowiedzialna: dr inż. Obłąkowska-Mucha Agnieszka (amucha@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr inż. Obłąkowska-Mucha Agnieszka (amucha@agh.edu.pl)

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student posiada wiedzę o oddziaływaniach fundamentalnych i elementarnych składnikach materii.	FT1A_W01, FT1A_W01, FT1A_W03, FT1A_W03	Egzamin
M_W002	Student zna i rozumie pojęcia i opis matematyczny niezbędny do wykonania obliczeń prezentowanych na wykładzie.	FT1A_W05, FT1A_W01, FT1A_W01, FT1A_W05	Aktywność na zajęciach
M_W003	Student zna fizyczne podstawy metod detekcji cząstek.	FT1A_W07, FT1A_W03, FT1A_W03, FT1A_W07	Egzamin
M_W004	Student zna aktualnie prowadzone eksperymenty fizyki wysokich energii	FT1A_W09	Egzamin
Umiejętności			
M_U001	Student potrafi przeprowadzać obliczenia z mechaniki relatywistycznej opisujące zderzenia i rozpady cząstek.	FT1A_U01, FT1A_U01	Aktywność na zajęciach

M_U002	Student umie omówić podstawowe detektory składające się na wielozadaniowy uniwersalny detektor cząstek	FT1A_U05, FT1A_U02, FT1A_U02, FT1A_U05	Egzamin
M_U003	Student umie powiązać badania nad cząstkami z konkretnym eksperymentem	FT1A_U02, FT1A_U02	Wykonanie projektu
M_U004	Student umie opisać sposób i przebieg analizy danych doświadczalnych.	FT1A_U11, FT1A_U01, FT1A_U10, FT1A_U04, FT1A_U07, FT1A_U04, FT1A_U01, FT1A_U07	Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi pracować w zespole.	FT1A_K01, FT1A_K01	Aktywność na zajęciach
M_K002	Student potrafi przygotować i przekazać opis pracy.	FT1A_K08	Aktywność na zajęciach

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student posiada wiedzę o oddziaływaniach fundamentalnych i elementarnych składnikach materii.	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna i rozumie pojęcia i opis matematyczny niezbędny do wykonania obliczeń prezentowanych na wykładzie.	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student zna fizyczne podstawy metod detekcji cząstek.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Student zna aktualnie prowadzone eksperymenty fizyki wysokich energii	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi przeprowadzać obliczenia z mechaniki relatywistycznej opisujące zderzenia i rozpady cząstek.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Student umie omówić podstawowe detektory składające się na wielozadaniowy uniwersalny detektor cząstek	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student umie powiązać badania nad cząstkami z konkretnym eksperymentem	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Student umie opisać sposób i przebieg analizy danych doświadczalnych.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi pracować w zespole.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student potrafi przygotować i przekazać opis pracy.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Przegląd poglądów na budowę materii (2h).

Poglądy starożytnych. Atom Thomsona. Doświadczanie Rutherforda. Rozpraszanie wysokoenergetycznych cząstek naładowanych.

Podstawowe pojęcia opisujące zderzenia cząstek (2h)

Funkcja falowa. Niezmienniki relatywistyczne. Zderzenia ze stałą tarczą i wiązek przeciwbieżnych. Amplituda. Przekrój czynny.

Źródła cząstek o wysokich energiach (2h).

Promieniowanie kosmiczne. Akceleratory: liniowe i kołowe. LHC.

Metody detekcji cząstek (2h).

Przypomnienie o oddziaływaniach promieniowania z materią. Przegląd detektorów gazowych i półprzewodnikowych. Wyznaczanie toru, pędu i energii cząstek. Sposoby identyfikacji cząstek. Budowa wielozadaniowego, uniwersalnego detektora.

Oddziaływania elektromagnetyczne (2h).

Oddziaływania poprzez wymianę wirtualnej cząstki. Antycząstki Diraca. Diagramy Feynmana podstawowych procesów elektromagnetycznych. Polaryzacja próżni. Przykładowe wyniki doświadczalne.

Rozpraszanie elektron-proton (2h)

Rozpraszanie elastyczne elektronu na protonie. Rozpraszanie głęboko nieelastyczne. Model partonowy. Elektrodynamika kwantowa. Porównanie z wynikami eksperymentalnymi.

Model kwarkowy (2h).

Funkcja falowa hadronów. Spin i parzystość. Izospin. Masy hadronów. Weryfikacja na gruncie doświadczalnym. Odkrycie ciężkich kwarków. Spektrum kwarkonium.

Oddziaływania silne (2h).

Ładunek kolorowy. Uwięzienie kwarków. Gluony. Biegnąca stała sprzężenia. Elementy chromodynamiki kwantowej. Dowody doświadczalne.

Oddziaływania słabe (2h).

Teoria Fermiego. Ciężkie bozony pośredniczące. Parzystość C, P. Skrętność. Mieszanie kwarków. Słaby izospin.

Model Standardowy (2h).

Teoria Małej Unifikacji oddziaływań elektroślabych. Prądy naładowane i neutralne. Spontaniczne łamanie symetrii. Pomysł na bozon Higgsa.

Fizyka elektroślaba na LEPie (2h).

LEP – zespoły przyspieszające, program fizyczny. Wyznaczenie liczby rodzajów neutrin. Omówienie bardzo precyzyjnych testów Modelu Standardowego.

Poszukiwanie cząstki Higgsa i LHC (2h).

Procesy z udziałem bozonu Higgsa. Aktualny przegląd wyników doświadczalnych zebranych przez detektory na LHC.

Łamanie parzystości CP (2h).

Omówienie teorii wyjaśniających brak antymaterii. Macierz CKM. Konsekwencje łamania parzystości kombinowanej CP. Bieżące wyniki doświadczalne.

Neutrino (2h).

Podział i pochodzenie neutrin. Sposoby rejestracji neutrin. Czy neutrino mają masę? Najważniejsze ośrodki badawcze fizyki neutrin.

Nowe trendy i teorie (2h).

Supersymetria. Nowe wymiary. Poszukiwanie Nowej Fizyki. Kosmologia

Ćwiczenia audytoryjne

Dozwolone procesy elementarne, zasady zachowania (2h).

-student potrafi wymienić i zastosować zasady zachowania liczb kwantowych występujące w podanych reakcjach,
-student potrafi obliczyć podstawowe parametry doświadczalne w układzie naturalnym.

Opis relatywistycznych zderzeń (2h).

-student potrafi obliczyć niezmienniki relatywistyczne.
-student umie przeprowadzić obliczenia energii zderzeń w układzie środka masy wiązek i laboratoryjnym.
-student potrafi obliczyć energię potrzebną do obserwacji pewnych procesów (np. produkcji ciężkich cząstek).

Wyznaczenie przekrojów czynnych (2h).

- student potrafi opisać amplitudę dla podstawowych procesów elektromagnetycznych i obliczyć przekrój czynny dla niektórych reakcji.
- student umie wyznaczyć stosunki przekrojów czynnych dla prostych procesów silnych w oparciu o symetrię izospinową.

Ćwiczenia projektowe

Model kwarkowy (2h).

- student zna metody konstrukcji funkcji falowej hadronów złożonych z kwarków u, d i s z uwzględnieniem omówionych symetrii i zasad zachowania.

Oddziaływania słabe (2h).

- student umie określić rodzaj oddziaływania podanych reakcji i wybrać spośród nich procesy słabe.
- student potrafi narysować i objaśnić diagramy Feynmana dla procesów słabych oraz

uzasadnić częstość ich występowania.

Testy Modelu Standardowego (2h).

-student zna i rozumie obliczenia związane z wyznaczaniem niektórych parametrów Modelu Standardowego w oparciu o program fizyczny LEP i LHC.

Analiza danych doświadczalnych zebranych przez detektory na LHC (3h).

Praca polega na opracowaniu kryteriów i wykonaniu selekcji przypadków w celu obserwacji jednego z długożyciowych mezonów (K, B lub D) spośród wstępnie wybranych danych doświadczalnych zebranych przez spektrometr LHCb.

Projekt wykonywany jest w na komputerach przy użyciu pakietu do analizy ROOT (freeware).

Efekty kształcenia:

- student zna podstawowe metody pracy w międzynarodowym eksperymencie,
- student potrafi wykonać analizę danych doświadczalnych zebranych przez wielozadaniowy spektrometr.

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny z ćwiczeń rachunkowych © oraz z egzaminu (E) obliczane są następująco: procent uzyskanych punktów przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z egzaminu (E), ćwiczeń audytoryjnych © oraz z ćwiczeń projektowych:

$$OK = 0,5 \times E + 0,25 \times C + 0,25 \times P$$

Wymagania wstępne i dodatkowe

- 1.Znajomość matematyki i fizyki na poziomie pierwszych lat studiów inżynierskich.
- 2.Znajomość podstaw fizyki jądrowej.
- 3.Podstawowa wiedza dotycząca oddziaływania promieniowania jonizującego z materią.
- 4.Podstawowa umiejętność posługiwania się komputerem i programowania obiektowego.
- 5.Znajomość metod statystyki inżynierskiej.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

D.H.Perkins „Wstęp do fizyki wysokich energii” PWN, Warszawa 2004

B.R.Martin, G.Shaw „Particle Physics” Wiley&Sons 2002

A.Bettini “Introduction to Elementary Particle Physics” Cambridge Univ.Press 2008

D.Halliday, R.Resnick,J.Walker „Podstawy fizyki” t.5 PWN, Warszawa 2005

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

A. Oblakowska-Mucha et al. (LHCb Collaboration) Measurement of CP violation and B_0 s meson decay width difference with $B_0 \rightarrow J/\psi K^+ K^-$ and $B_0 \rightarrow J/\psi \pi^+ \pi^-$ decays. Phys. Rev. D 87 (2013) 112010, 1-21

A. Oblakowska-Mucha et al. (LHCb Collaboration) Measurement of CP violation and constraints on the CKM angle γ in $B^\pm \rightarrow D + K^\pm$ with $D \rightarrow K_0^s \pi^+ \pi^-$ decays. Nucl. Phys. B888 (2014) 169-193

A. Oblakowska-Mucha et al. (LHCb Collaboration) Measurement of the time-dependent CP asymmetries in $B_0 \rightarrow J/\psi K_0^s$. JHEP 6 (2015) 131, 1-22

A. Oblakowska-Mucha et al. (LHCb Collaboration) Model-independent measurement of the CKM angle γ using $B_0 \rightarrow DK^* 0$ decays with $D \rightarrow K_0^s \pi^+ \pi^-$ and $K_0^s K^+$. JHEP06 (2016) 131, 1-31

A. Oblakowska-Mucha (on behalf of LHCb Collaboration) Selected CPV Results from LHCb Run 1 and Prospects for CKM γ Angle Measurements in Run 2. Acta. Phys. Pol. B47 (2016) 6, 1553-1562

A.Affolder et al., (A. Oblakowska-Mucha, T. Szumlak) Radiation damage in the LHCb Vertex Locator. JINST 8 (2013) P08002, 1-22

Informacje dodatkowe

Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

ćwiczenia audytoryjnych: Nieobecność na jednym z ćwiczeniach zajęciach wymaga od studenta

samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału. Nieobecność na więcej niż jednym ćwiczeniu wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie pisemnej w wyznaczonym przez prowadzącego terminie lecz nie później jak w ostatnim tygodniu trwania zajęć. Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa ćwiczenia i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości wyrównania zaległości.

Obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Zasady zaliczania zajęć:

ćwiczenia audytoryjne: Podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w danym semestrze. Student może dwukrotnie przystąpić do poprawkowego zaliczenia.

Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa zajęcia i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości poprawkowego zaliczenia zajęć. Od takiej decyzji prowadzącego zajęcia student może się odwołać do prowadzącego przedmiot (moduł) lub Dziekana.

Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych. Egzamin przeprowadzany jest zgodnie z Regulaminem Studiów AGH § 16.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	28 godz
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych	6 godz
Przygotowanie do zajęć	14 godz
Wykonanie projektu	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	110 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS