

## KARTA PRZEDMIOTU

|                           |                     |                                                 |
|---------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| Kod przedmiotu            | 0533.6.FIZ2.B/C.CZE |                                                 |
| Nazwa przedmiotu w języku | polskim             | Fizyka jądrowa i cząstek elementarnych          |
|                           | angielskim          | <i>Nuclear physics and elementary particles</i> |

## 1. USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                            |                                 |
|--------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.1. Kierunek studiów                      | Fizyka                          |
| 1.2. Forma studiów                         | Stacjonarne                     |
| 1.3. Poziom studiów                        | Drugiego stopnia                |
| 1.4. Profil studiów*                       | Ogólnoakademicki                |
| 1.5. Osoba przygotowująca kartę przedmiotu | prof. dr hab. Francesco Giacosa |
| 1.6. Kontakt                               | francesco.giacosa@ujk.edu.pl    |

## 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                         |                                                                                                                              |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1. Język wykładowy    | polski                                                                                                                       |
| 2.2. Wymagania wstępne* | Fizyka klasyczna, podstawy fizyki kwantowej, budowa materii w zakresie treści programowych odpowiadającym studiom I stopnia. |

## 3. SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1. Forma zajęć              | Wykład (30 h), Konwersatorium (15 h)                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.2. Miejsce realizacji zajęć | Zajęcia dydaktyczne w pomieszczeniach UJK                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.3. Forma zaliczenia zajęć   | W-Zaliczenie z oceną, K-Zaliczenie z oceną                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.4. Metody dydaktyczne       | Wykład: wykład problemowy, analiza i dyskusja wybranych zagadnień z zakresu fizyki jądrowej i cząstek elementarnych.<br>Konwersatorium: rozwiązywanie problemów i zadań z wykorzystaniem wiadomości i metod przedstawionych na wykładzie, analiza i dyskusja rozwiązań. |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.5. Wykaz literatury         | podstawowa                                                                                                                                                                                                                                                              | D. H. Perkins, „Wstęp do fizyki wysokich energii” (PWN, Warszawa, 2004).<br>Bogdan Povh · Klaus Rith · Christoph Scholz · Frank Zetsche, Particles and Nuclei An Introduction to the Physical Concepts, Springer                                |
|                               | uzupełniająca                                                                                                                                                                                                                                                           | E. Skrzypczak, Z. Szeftliński, „Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych” (PWN, Warszawa, 1995).<br>F. Halzen and A. D. Martin, Quarks and Leptons: an Introductory Course in Modern particle Physics, John Wiley and Sons Edit. |

## 4. CELE, TREŚCI I EFEKTY UCZENIA SIĘ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>4.1. Cele przedmiotu</b><br/> <b>Wykład/konwersatorium:</b><br/> <b>C1.</b> Zapoznanie studentów ze współczesnym opisem mikroskopowej budowy materii oraz podstawowych oddziaływań fundamentalnych.<br/> <b>C2.</b> Nabycie umiejętności stosowania metod i narzędzi matematycznych do rozwiązywania problemów z zakresu fizyki jądrowej i cząstek elementarnych.<br/> <b>C3.</b> Nabycie umiejętności analizy i interpretacji wybranych procesów zachodzących w fizyce jądrowej i fizyce cząstek elementarnych.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>4.2. Treści programowe (z uwzględnieniem formy zajęć)</b></p> <p><b>Historyczny rozwój fizyki cząstek elementarnych:</b> odkrycia pierwszych cząstek elementarnych, cząstki dziwne, rezonanse, model kwarkowy Gell-Manna, cząstki uważane obecnie za elementarne: kwarki, leptoni, bozony pośredniczące, cząstka Higgsa.</p> <p><b>Oddziaływania fundamentalne:</b> grawitacja, kwantowa elektrodynamika, kwantowa chromodynamika, oddziaływania słabe, unifikacja oddziaływań słabych i elektromagnetycznych, grafy Feynmana.</p> <p><b>Kinematyka relatywistyczna:</b> transformacje Lorentza, czterowektory, relatywistyczna energia i pęd, zderzenia cząstek relatywistycznych.</p> <p><b>Symetrie:</b> grupa Poincarego, związek symetrii z prawami zachowania, symetrie zapachowe, parzystość, sprzężenie ładunkowe, odwrócenie w czasie, symetrie CP i CPT.</p> |

**Elektrodynamika kwantowa:** równanie Diraca i jego rozwiązania, grafy Feynmana dla elektrodynamiki kwantowej.  
**Stany związane:** charmonium, bottomonium, mezony, bariony.  
**Tempa rozpadu i przekroje czynne:** złote zasady dla obliczania temp rozpadu i przekrojów czynnych.  
**Model standardowy:** symetrie cechowania, spontaniczne łamanie symetrii, mechanizm Higgsa.  
**Zjawiska poza modelem standardowym:** oscylacje neutrin, ciemna energia i masa, supersymetria, teorie unifikacji.

#### 4.3. Przedmiotowe efekty uczenia się

| Efekt                                      | Student, który zaliczył przedmiot                                                                                                                                                             | Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| w zakresie <b>WIEDZY:</b>                  |                                                                                                                                                                                               |                                                 |
| W01                                        | Zna i rozumie strukturę materii na poziomie subatomowym oraz podstawowe właściwości cząstek elementarnych i oddziaływań fundamentalnych.                                                      | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03             |
| W02                                        | Zna i rozumie rolę symetrii w konstrukcji podstawowych praw fizyki oraz zasadniczy schemat konstrukcji Modelu Standardowego.                                                                  | FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W06                          |
| W03                                        | Zna i rozumie podstawy teoretyczne wybranych metod badania właściwości i oddziaływań cząstek elementarnych oraz interpretacji wyników takich badań.                                           | FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W06<br>FIZ2A_W11             |
| W04                                        | Zna i rozumie ograniczenia Modelu Standardowego w opisie wybranych zjawisk fizycznych oraz potrzebę jego rozszerzenia.                                                                        | FIZ2A_W03                                       |
| w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI:</b>            |                                                                                                                                                                                               |                                                 |
| U01                                        | Potrafi rozwiązywać zagadnienia z zakresu fizyki cząstek elementarnych dotyczące relatywistycznych zderzeń i rozpadów cząstek oraz analizować wyniki przeprowadzonych obliczeń teoretycznych. | FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03                          |
| U02                                        | Potrafi interpretować podstawowe procesy fizyczne w języku grafów Feynmana.                                                                                                                   | FIZ2A_U02                                       |
| U03                                        | Potrafi posługiwać się argumentami opartymi na prawach zachowania i symetrii do analizy procesów fizycznych.                                                                                  | FIZ2A_U02                                       |
| U04                                        | Potrafi wyszukiwać i krytycznie oceniać informacje dotyczące zagadnień z zakresu fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, korzystając z literatury fachowej i innych źródeł naukowych.        | FIZ2A_U04                                       |
| w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH:</b> |                                                                                                                                                                                               |                                                 |
| K01                                        | Jest gotów do systematycznego poszerzania wiedzy z zakresu fizyki oraz krytycznej oceny informacji dotyczących współczesnych zagadnień fizyki jądrowej i cząstek elementarnych.               | FIZ2A_K02                                       |
| K02                                        | Jest gotów do formułowania i uzasadniania opinii dotyczących zagadnień z zakresu fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, z uwzględnieniem ich znaczenia dla rozwoju nauki i społeczeństwa.   | FIZ2A_K04                                       |

#### 4.4. Sposoby weryfikacji osiągnięcia przedmiotowych efektów uczenia się

[illegible]

|     |  |  |  |   |   |  |  |  |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|--|--|---|---|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| U04 |  |  |  | + | + |  |  |  |  |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K01 |  |  |  | - | - |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K02 |  |  |  | - | - |  |  |  |  | + | + |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### 4.5. Kryteria oceny stopnia osiągnięcia efektów uczenia się

| Forma zajęć        | Ocena | Kryterium oceny                                                       |
|--------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| wykład (W)         | 3     | Osiągnięcie <50 -60) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 3,5   | Osiągnięcie <60 -70) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 4     | Osiągnięcie <70 -80) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 4,5   | Osiągnięcie <80 -90) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 5     | Osiągnięcie <90 -100> % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania |
| konwersatorium (K) | 3     | Osiągnięcie <50 -60) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 3,5   | Osiągnięcie <60 -70) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 4     | Osiągnięcie <70 -80) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 4,5   | Osiągnięcie <80 -90) % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania  |
|                    | 5     | Osiągnięcie <90 -100> % łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania |

#### 5. BILANS PUNKTÓW ECTS – NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Kategoria                                                                              | Obciążenie studenta |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                                                                        | Studia stacjonarne  | Studia Niestacjonarne |
| LICZBA GODZIN REALIZOWANYCH PRZY BEZPOŚREDNIM UDZIALE NAUCZYCIELA /GODZINY KONTAKTOWE/ | 45                  |                       |
| Udział w wykładach*                                                                    | 30                  |                       |
| Udział w ćwiczeniach, konwersatoriach, laboratoriach*                                  | 15                  |                       |
| SAMODZIELNA PRACA STUDENTA /GODZINY NIEKONTAKTOWE/                                     | 30                  |                       |
| Przygotowanie do wykładu                                                               | 5                   |                       |
| Przygotowanie do konwersatorium                                                        | 15                  |                       |
| Przygotowanie do kolokwium                                                             | 10                  |                       |
| <b>ŁĄCZNA LICZBA GODZIN</b>                                                            | <b>75</b>           |                       |
| <b>PUNKTY ECTS za przedmiot</b>                                                        | <b>3</b>            |                       |

**Przyjmuję do realizacji** (data i czytelne podpisy osób prowadzących przedmiot w danym roku akademickim)

.....