**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy fizyczne energetyki jądrowej

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Bronisław Słowiński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

W ramach przedmiotów podstawowych programu nauczania dla pierwszych 6 semestrów na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Celem wykładu jest zaznajomienie studentów z podstawową wiedzą o energetyce jądrowej, głównie w aspekcie ogólnofizycznym, z jej stanem obecnym, problemami, potencjalnymi możliwościami i kierunkami rozwoju. Student powinien posiąść umiejętność podjęcia merytorycznej dyskusji w tej dziedzinie, a także możliwość kontynuowania dalszego kształcenia w postaci studiów doktoranckich oraz przyszłych studiów uzupełniających dla potrzeb polskiej energetyki jądrowej.

**Treści kształcenia:**

Energetyka jądrowa jest jedynym sposobem wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej na szeroką skalę, nie związanym z pobieraniem tlenu z otoczenia i nie powodującym emisji dwutlenku węgla, czyli tzw. efektu cieplarnianego. Nie narusza zatem ekosystemu planety, którego zdolności regene-racyjne ciągle kurczą się niepokojąco. Już obecnie funkcjo-nująca energetyka jądrowa spełnia wymagania tzw. zrównoważonego rozwoju, chociaż jej możliwości są wykorzystywane zaledwie w niewielkim stopniu. Współczesna fizyka jądrowa stwarza warunki dla całkowicie bez-piecznej, wysoko efektywnej i praktycznie bezodpadowej energetyki jądrowej przyszłej generacji. Ponadto powyższy temat nabiera znaczenia praktycznego, po-nieważ w latach 2021-2 przewiduje się uruchomienie w Polsce pierwszej elek-trow-ni jądrowej, która ma zbilansować narastający niedobór mocy i zwiększyć bezpieczeństwo energe-tycz-ne. Inspiruje również postęp cywilizacyjny Kraju w bardzo wielu dziedzinach, zarówno z sferze naukowo-technicznej, jak i socjalnej.
Program:
1. Podstawowe charakterystyki jąder atomowych. Najważniejszy wykres Wszech--świata. Siły jądrowe i ich właściwości. Modele jąder atomowych. Stabilność jąder atomowych, rozpady. Reakcje jądrowe. Analiza jakościowa mechanizmu reakcji jądrowych. Zarys fizyki jądrowej w ujęciu mechaniki kwan-towej. Reakcje rozszcze-piania i syntezy.
2. Reaktory jądrowe –struktura ogólna. Procesy fizyczne w reaktorze jądrowym: parametry reaktora krytycznego, zjawiska fizyczne podczas pracy reaktora, czasowo-przestrzenne właściwości strumienia neutronów, stero-wanie reaktorem jądrowym, wydzielanie ciepła w reaktorze. Rodzaje aktualnie działających jądrowych reaktorów energetycznych, parametry i właściwości. Podstawy energetyki termojądrowej, program ITER.
3. Problematyka bezpieczeństwa dzia-łania reaktorów jądrowych. Odpady promieniotwórcze, ich unieszkod-liwianie i zagospodarowanie. Współczesne kierunki rozwoju bezpiecznej i ekologicznie czys-tej energetyki jądrowej, reaktory hybrydowe, podkrytyczne układy reaktorów sterowane akceleratorem.
4. Problemy uzupełniające: oddziaływanie promieniowania jądrowego z materiałami, detekcja i elementy dozymetrii promie-niowania jądrowego, materiały reaktorowe.

**Metody oceny:**

Obecność na wszystkich wykładach jest podstawą do wystawienia oceny dobrej. W pozostałych przypadkach o ocenie decyduje sprawdzian oparty na około 60 uprzednio opublikowanych pytaniach, spośród których student wybiera 5 losowo zestawionych pytań. Kryteria oceny: poprawna i wyczerpująca odpowiedź na jedno pytanie – 2 punkty; bezbłędna, ale nie wyczerpująca odpowiedź – 1 punkt, w pozostałych przypadkach – 0 punktów. Maksymalna liczba punktów wynosi 10 i jest równoważna ocenie bardzo dobrej. Dalej, odpowiednio: 9 punktów – ocena 4,5; 8 punktów – 4,0; 7 punktów – 3,5; 6 i 5 punktów – ocena 3,0; poniżej 5 punktów – ocena 2. Inicjatywa własna studenta dotycząca opracowania ciekawego lub/i ważnego zagadnienia (w tym także wartościowej grafiki) oceniana będzie na ½ lub 1 punkt (stopniowy).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1) A. Hrynkiewicz. Energia. Wyzwanie XXI wieku. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kraków 2002.
2) Raymond L. Murray. Nuclear energy. An introduction to the concepts, systems and applications of nuclear processs. Pergamon Press. Oxford, N.Y.Beijing, Frankfurt, Sao Paulo, Sydny, Tokio,Toronto. 1988.
3) E.E.Lewis. Fundamentals of nuclear reactor physics. Amsterdam etc. Elsevier Inc. 2008.
4) B. Słowiński. Konspekt wykładów w wersji elektronicznej, aktualizowany na bieżąco.
5) G. Jezierski. Energia jądrowa wczoraj i dziś. WNT. Warszawa, 2005.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt PFE\_W01:**

Zna podstawowe równania opisujące strukturę przestrzenną rdzenia reaktora i dynamikę czasową procesu wypalania paliwa jądrowego.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W02

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W02, T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt PFE\_W02:**

Ma pojęcie o warunkach bezpiecznego działania reaktora jądrowego.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W05, T2A\_W06

**Efekt PFE\_W03:**

Ma pojęcie o współczesnych problemach zagospodarowania wypalonego paliwa jądrowego.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W07, X2A\_W08, T2A\_W08

**Efekt PFE\_W04:**

Ma podstawową, uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w problematyce energetyki jądrowej i jej możliwości

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W07, X2A\_W08, T2A\_W08

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt PFE\_U01:**

Potrafi aktywnie i rzeczowo uczestniczyć w dyskusji na temat walorów i problemów obecnej energetyki jądrowej oraz trendów rozwojowych.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U03, T2A\_U01

**Efekt PFE\_U02:**

Umie ocenić możliwości energetyki jądrowej w krajowym i światowym bilansie energetycznym.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U04, T2A\_U12

**Efekt PFE\_U03:**

Potrafi oszacować udział energetyki jądrowej w obecnej i przyszłej strukturze energetycznej kraju.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U04, T2A\_U12

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt PFE\_K01:**

Ma świadomość walorów i problemów związanych z energetyką jądrową.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K06, T2A\_K02