**Nazwa przedmiotu:**

Teoria reaktorów jądrowych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Nikołaj Uzunow

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

NS666

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2011/2012

**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: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

?

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Znajomość procesów jądrowych zachodzących w reaktorach, w tym procesu transportu neutronów i jego opisu matematycznego, oraz najważniejszych parametrów określających stan reaktora. Umiejętność rozwiązywania prostszych zagadnień fizyki reaktorów. Znajomość czynników wpływających na kinetykę i dynamikę reaktorów.

**Treści kształcenia:**

1. Oddziaływanie neutronów z materią. Reakcje jądrowe wywoływane przez neutrony. Makroskopowe przekroje czynne.
2. Reakcja rozszczepienia. Widmo neutronów natychmiastowych. Wydajność nuklidów z rozszczepienia. Nuklidy rozszczepialne, nuklidy rodne, reakcja łańcuchowa.
3. Równiania transportu neutronów: pojęcia podstawowe; postać ogólna, liniowa, całkowa. Wielogrupowe równania transportu.
4. Równania przybliżenia PN. Równiania przybliżenia P1. Równianie przybliżenia dyfuzyjnego.
5. Spowalnianie neutronów w ośrodku nieskończonym. Wychwyt rezonansowy w ośrodku jednorodnym i niejednorodnym.
6. Termalizacja neutronów: rozpraszanie neutronów termicznych; równowaga termiczna; równanie transportu neutronów termicznych; widmo neutronów termicznych.
7. Reaktor jądrowy w ujęciu jednogrupowego przybliżenia dyfuzyjnego. Teoria reaktora jednorodnego, współczynnik mnożenia neutronów, reaktywność, wymiary krytyczne. Reaktor w stanie krytycznym.
8. Zmiany reaktywności w trakcie pracy reaktora: wypalanie i konwersja paliwa; trucizny; absorbenty; reflektory; wpływ temperatury. Temperaturowy współczynnik reaktywności.
9. Teoria perturbacji. Kinetyka reaktorów jądrowych.
10. Neutrony opóźnione. Dynamika reaktorów jądrowych.

**Metody oceny:**

Ocena na podstawie wyników kolokwium dwuczęściowego - praktycznego (obliczeniowego) i teoretycznego.

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. Kiełkiewicz M.: Teoria reaktorów jądrowych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1987.
2. Kiełkiewicz M.: Podstawy fizyki reaktorów jądrowych. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1983.
3. Adamski J., Kiełkiewicz M.: Zbiór zadań z podstaw fizyki reaktorów jądrowych. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1981.
Dodatkowo: materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt EW1:**

Zna mechanizmy oddziaływania neutronów z materią oraz reakcje jądrowe wywoływane przez neutrony

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW2:**

Zna mechanizm i bilans reakcji rozszczepienia, warunki niezbędne realizacji reakcji łańcuchowej oraz nuklidy w niej uczestniczące

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW3:**

Zna podstawowe założenia i pojęcia zagadnienia transportu neutronów oraz postacie równań transportu neutronów

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW4:**

Zna teoretyczne podstawy uproszczeń równań transportu neutronów, w tym przybliżenia PN, P1 i dyfuzyjne

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW5:**

Zna mechanizm spowalniania neutronów w materii oraz zagadnienie tzw. wychwytu rezonansowego

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW6:**

Zna mechanizm rozpraszania neutronów termicznych i warunki równowagi termicznej oraz równanie transportu neutronów termicznych

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW7:**

Zna opis reaktor jądrowego, oparty na jednogrupowym przybliżeniu dyfuzyjnym, oraz podstawy teorii reaktora jednorodnego, w tym definicje współczynnika mnożenia neutronów, reaktywności, wymiarów krytycznych, stanu krytycznego

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW8:**

Zna przyczyny i skutki zmian reaktywności w trakcie pracy reaktora oraz procesy fizyczne, stojące za określeniem temperaturowego współczynnika reaktywności

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW9:**

Zna podstawy teorii perturbacji i zagadnień opisu kinetyki reaktorów jądrowych

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

**Efekt EW10:**

Zna udział neutronów opóźnionych i ich rolę w sterowaniu reakcją łańcuchową oraz pojęcia i zasady opisu dynamiki reaktorów jądrowych

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W02, E2\_W05, E2\_W08, E2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt EU1:**

Przeprowadzić samodzielnie obliczenia dot. rozpraszania neutronów oraz makroskopowych przekrojów czynnych na poszczególne reakcje wywoływane przez neutrony

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU2:**

Przeprowadzić analizę możliwości realizacji reakcji łańcuchowej, w tym możliwości powielania paliwa

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU3:**

Samodzielnie przeprowadzić bilans neutronów i wyprowadzić równania transportu neutronów

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU4:**

Uzasadnić i wprowadzić uproszczony opis zagadnienia transportu neutronów, w tym dla przybliżenia dyfuzyjnego

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU5:**

Przeprowadzić analizę procesu spowalniania i towarzyszącego mu pochłaniania neutronów w tzw. obszarze rezonansowym

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU6:**

Przeprowadzić analizę zjawiska termalizacji neutronów oraz uzasadnić i wyprowadzić równanie transportu neutronów termicznych

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU7:**

Przeprowadzić analizę krytyczności reaktora jądrowego, opartą na podejściu jednogrupowym dyfuzyjnym, w tym wyznaczyć współczynnik mnożenia neutronów, reaktywność, wymiary krytyczne

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU8:**

Przeprowadzić analizę zmian reaktywności w trakcie pracy reaktora oraz oszacować wartości temperaturowych współczynników reaktywności i wartości związane z zatruciem ksenonem i samarem

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU9:**

Przeprowadzić bilans neutronów opóźnionych i analizę kinetyki reaktora jądrowego

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt EU10:**

Przeprowadzić analizę dynamiki reaktora jądrowego w oparciu o bilans neutronów opóźnionych i wartości temperaturowych współczynników reaktywności

Weryfikacja:

test

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**