



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Energetyka jądrowa, PG_00037319							
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna							
Data rozpoczęcia studiów	październik 2020 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024			
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki			
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni			
Rok studiów	4	Język wykładowy			polski			
Semestr studiów	7	Liczba punktów ECTS			1.0			
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie			
Jednostka prowadząca	Wydział Elektrotechniki i Automatyki -> Katedra Elektroenergetyki							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Tomasz Minkiewicz						
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Tomasz Minkiewicz						
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM	
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15	
W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0								
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM	
	Liczba godzin pracy studenta	15	2.0		8.0		25	
Cel przedmiotu	Pogłębienie wiedzy na temat wybranych zagadnień energetyki jądrowej.							
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K6_U01] Potrafi uczyć się samodzielnie, pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł.		Potrafi samodzielnie pozyskiwać z różnych źródeł oraz efektywnie, samodzielnie przyswajać wiedzę z dziedziny energetyki jądrowej.			[SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu		
	[K6_W01] Rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki i jej zastosowań.		Rozumie cywilizacyjne znaczenie energetyki jądrowej.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
	[K6_W02] Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw fizyki, obejmującą mechanikę, termodynamikę, elektryczność i magnetyzm, optykę, fizykę atomu i cząsteczek, fizykę ciała stałego, fizykę jądra atomowego i cząstek elementarnych.		Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych, fizycznych oraz eksploatacyjnych problemów związanych z funkcjonowaniem elektrowni jądrowych.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		

Treści przedmiotu	<p>Wykład: 1. Elementy fizyki procesów jądrowych w reaktorach energetycznych: budowa atomu i jądra atomowego, liczba i masa atomowa, izotopy, siły jądrowe, rozpady promieniotwórcze, przekrój czynny reakcji jądrowych, reakcje wywoływane przez neutrony, reakcja rozszczepienia jąder ciężkich, materiały rozszczepialne, neutrony natychmiastowe i opóźnione, spowalnianie neutronów, dyfuzja neutronów (4 godz.). 2. Elementy fizyki reaktorowej: reakcja łańcuchowa, średni czas życia pokolenia neutronów, rozkład gęstości strumienia neutronów w reaktorze, współczynnik mnożenia i jego charakterystyka, masa krytyczna, reaktywność reaktora (2 godz.). 3. Kinetyka reaktora: równanie kinetyki bez udziału neutronów opóźnionych, wpływ neutronów opóźnionych na kinetykę, skokowa zmiana reaktywności, stan krytyczny i nadkrytyczny wywołany neutronami natychmiastowymi, zmiana reaktywności a zmiana mocy reaktora, wpływ temperatury na reaktywność reaktora (3 godz.). 4. Zatrucie reaktora: zatrucie ksenonem, strata reaktywności przy zatruciu ksenonem, reaktywność w stanach ustalonym i nieustalonym i oscylacje ksenonu, zatrucie samarem, strata reaktywności przy zatruciu samarem, reaktywność w stanach nieustalonych (2 godz.). 5. Regulacja reaktywności (mocy) reaktora: regulacja za pomocą prętów, regulacja za pomocą kwasu borowego, wykorzystanie trucizn wypalających się (1 godz.). 6. Generacje energetycznych reaktorów jądrowych i podstawowe typy reaktorów jądrowych: reaktor typu BWR, elektrownia z reaktorem BWR, reaktor typu PWR, elektrownia z reaktorem PWR, reaktor kanałowy RBMK, reaktory ciężkowodne, reaktory prędkie i powielające, reaktory gazowe i wysokotemperaturowe (3 godz.). 7. Wymiana i przepływ ciepła w reaktorach jądrowych: źródła ciepła w reaktorze, przestrzenny rozkład źródeł ciepła, źródła ciepła powyłączeniowego, przewodzenie ciepła w reaktorze, przewodzenie ciepła wewnątrz elementu paliwowego, przewodzenie ciepła w koszulce paliwowej, przejmowanie ciepła w czasie eksploatacji reaktora, przejmowanie ciepła przy przepływie wody w warunkach konwekcji wymuszonej, przejmowanie ciepła przy wrzeniu pęcherzykowym i przepływie mieszaniny dwufazowej w warunkach konwekcji wymuszonej, kryzys przejmowania ciepła przy wrzeniu, procesy wymiany ciepła po wystąpieniu kryzysu wrzenia, procesy ciepło-przepływowe po rozerwaniu rurociągu obiegu pierwotnego (4 godz.). 8. Cykl paliwowy: schemat cyklu paliwowego, surowce rozszczepialne, wytwarzanie czystych związków uranu, wzbogacanie izotopowe uranu, wytwarzanie zestawów paliwowych, wypalanie paliwa w reaktorze i gospodarka paliwem w rdzeniu, skład izotopowy paliwa, postępowanie z paliwem wypalonym, przerób paliwa wypalonego, odpady promieniotwórcze i ich składowanie, ekonomika cyklu paliwowego (4 godz.). 9. Eksploatacja elektrowni jądrowych: rozruch, regulacja reaktora w toku eksploatacji, planowe i awaryjne odstawienie reaktora, zmiany w paliwie w czasie eksploatacji reaktora, operacje z paliwem, procesy w obiegu pierwotnym reaktora, źródła promieniowania w elektrowni jądrowej, zagrożenie personelu w czasie eksploatacji elektrowni, zagrożenie w otoczeniu elektrowni (4 godz.). 10. Wybrane aspekty bezpieczeństwa elektrowni jądrowej: możliwe awarie w elektrowni z reaktorem PWR, działanie stopionego paliwa jądrowego, system ochrony w głąb, zagrożenie atakiem terrorystycznym, wymagania dotyczące bezpieczeństwa elektrowni, Międzynarodowa Skala Zdarzeń Jądrowych, przegląd awarii reaktorów jądrowych (3 godz.).</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	1. Podstawy mechaniki kwantowej. 2. Podstawy chemii. 3. Znajomość fizyki z zakresu kursu szkoły wyższej.		
Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe) Kolokwium	Próg zaliczeniowy 60.0%	Składowa oceny końcowej 100.0%
Zalecana lista lektur	<p>Podstawowa lista lektur</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Massalski „Fizyka dla inżynierów cz. 2 fizyka współczesna”, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 2005.</li> <li>2. V. Acosta, C.L. Cowan, B.J. Graham „Podstawy fizyki współczesnej”, PWN Warszawa 1987.</li> <li>3. H.A. Enge, M.R. Wehr, J.A. Richards „Wstęp do fizyki atomowej”, PWN, Warszawa 1983.</li> <li>4. G. Jezierski, „Energia jądrowa wczoraj i dziś”, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 2005.</li> <li>5. E. Boeker, R. van Grondelle „Fizyka środowiska”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.</li> <li>6. Z. Celiński, A. Strupczewski Podstawy energetyki jądrowej, Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 1984.</li> <li>7. J. Kubowski Elektrownie jądrowe, Wydawnictwo WNT Warszawa 2013</li> </ol> <p>Uzupełniająca lista lektur</p> <p>1. Publikacje Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej.</p> <p>Adresy eZasobów</p> <p>Adresy na platformie eNauczanie: Energetyka jądrowa [2023/24] - Moodle ID: 33181 <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33181">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33181</a></p>		

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1. Rozszczepienie jądra uranu 235.  2. Stała czasowa reaktora jądrowego.  3. Reaktor PWR.
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy