

SYLABUS PRZEDMIOTU

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim oraz angielskim Energetyka jądrowa/ Nuclear energy
2.	Dyscyplina nauki fizyczne
3.	Język wykładowy polski
4.	Jednostka prowadząca przedmiot Instytut Fizyki Doświadczalnej Wydziału Fizyki i Astronomii
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu do wyboru
6.	Kierunek studiów fizyka
7.	Poziom studiów II stopień
8.	Rok studiów I rok
9.	Semestr letni (2 semestr)
10.	Forma zajęć i liczba godzin wykład – 30 godzin konwersatorium – 30 godzin
11.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu Podstawy fizyki 1, 2, 3, 4 lub Fizyka atomu, jądra i cząstek elementarnych.
12.	Cele kształcenia dla przedmiotu Po zakończeniu nauki w ramach tego przedmiotu student powinien wykazać się znajomością własności promieniowania jądrowego, praw rządzących zjawiskiem promieniotwórczości naturalnej i sztucznej oraz pojęć i wielkości fizycznych służących do opisu tych zjawisk. Powinien posiadać wiedzę o sposobach wytwarzania i praktycznego wykorzystania energii jądrowej dla potrzeb energetyki, o aktualnym stanie i perspektywach energetyki jądrowej w Polsce i na świecie oraz o wynikających z tego tytułu korzyściach i zagrożeniach dla człowieka i środowiska naturalnego. Ponadto powinien wykazać się znajomością schematów technologicznych wybranych elektrowni jądrowych. Powinien posiadać wiedzę na temat rodzajów i budowy reaktorów jądrowych oraz ich tendencji rozwojowych. Dodatkowo powinien umieć wskazać ekonomiczne i społeczne aspekty stosowania energetyki jądrowej.
13.	Treści programowe 1. Energia: definicja energii; własności i rodzaje energii; sprawność; jednostki energii; źródła energii. 2. Wybrane zagadnienia z fizyki jądrowej: historia odkryć; modele budowy atomu; modele budowy jądra atomowego; stabilność jąder atomowych; defekt masy; energia wiązania jądra; przemiany α , β , γ ; prawo rozpadu promieniotwórczego; aktywność promieniotwórcza; oddziaływanie neutronów z materią. 3. Model standardowy: cztery fundamentalne oddziaływania i ich nośniki: bozony, leptony, hadrony, kwarki; struktura kwarkowa mezonów i barionów.

	4. Reakcje jądrowe: historia badań; samoistne i wymuszone rozszczepienie jądrowe; warunki na samoistne rozszczepienie jądra atomowego; reakcja łańcuchowa; warunki reakcji łańcuchowej; współczynnik powielenia neutronowego; produkcja paliwa jądrowego; sposoby wzbogacania uranu; synteza jądrowa; warunki potrzebne do uzyskania syntezy jądrowej; skład chemiczny naszego Wszechświata i jego pochodzenie; pierwotna nukleosynteza; produkcja ciężkich pierwiastków. 5. Reaktory jądrowe: historia reaktorów; naturalny reaktor jądrowy; klasyfikacja i główne typy reaktorów; budowa reaktorów I, II, III i IV generacji; reakcje powielające, reaktory torowe; sposoby kontrolowania reakcji wewnątrz rdzenia reaktora; neutrony natychmiastowe i opóźnione. 6. Reaktory termojądrowe: sposoby uzyskania kontrolowanej reakcji termojądrowej (metoda grawitacyjna, metoda magnetyczna, metoda elektrostatyczna, metoda inercyjna); własności plazmy; reaktory typu: tokamak, stellarator, fuzor, polywell; warunki inercyjnego sposobu uzyskania kontrolowanej reakcji termojądrowej; sznur plazmowy; Z-pinch; Theta-pinch; sposoby grzania plazmy; kryterium Lawsona; parametr fuzji (PF); obecnie działające i budowane eksperymentalne reaktory termojądrowe na świecie. 7. Problemy energetyki jądrowej: światowe bezpieczeństwo; rozprzestrzenianie się broni jądrowej a rozwój energetyki jądrowej; składowanie/utylizacja odpadów promieniotwórczych i sposoby jego rozwiązania; wypadki/awarie jądrowe.	
14.	Zakładane efekty uczenia się Student zna i rozumie podstawowe pojęcia związane z energetyką jądrową, potrafi przedstawić rodzaje podstawowych typów reaktorów stosowanych w energetyce i wie, jakie są zasady ich działania. Zna cykl paliwowy w energetyce jądrowej. Posiada wiedzę na temat bezpiecznej pracy elektrowni jądrowej oraz nowych rozwiązań w energetyce jądrowej. Rozumie pojęcie bezpieczeństwa i skażenia promieniotwórczego oraz odpadów jądrowych. Zna proces transportu i zasady przechowywania odpadów jądrowych, a także wie, jaki jest ich wpływ na środowisko. Posiada wiedzę o sposobach wytwarzania energii jądrowej dla potrzeb energetyki, o aktualnym stanie i perspektywach energetyki jądrowej w Polsce i na świecie oraz o wynikających z tego tytułu korzyściach i zagrożeniach dla człowieka i środowiska naturalnego. Potrafi przystępnie omówić i wyjaśnić wybrane zjawiska fizyczne występujące podczas pracy reaktora jądrowego i termojądrowego, demonstrując niezbędną wiedzę z różnych działów fizyki, w szczególności wykazując znajomość aparatu matematycznego. Jest gotów do przedstawiania osiągnięć energetyki jądrowej zróżnicowanemu kręgowi odbiorców. Potrafi wyszukać i zrozumieć specjalistyczne informacje, wykorzystując literaturę naukową i źródła internetowe. Dokonuje krytycznej analizy, właściwej selekcji i syntezy pozyskiwanych informacji. Zna i stosuje w praktyce zasady właściwego korzystania ze źródeł, w tym odpowiedniego ich	Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się: F2_W01, F2_W02, F2_W03, F2_W05, F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_K01, F2_K03, F2_K06

	cytowania w prezentacjach i opracowaniach. Potrafi zorganizować swoją pracę, tak aby zrealizować postawione zadania/cele. Student umie prowadzić merytoryczną dyskusję w tematyce energetyki jądrowej, krytycznie oceniać prezentowane w jej trakcie opinie, uzasadniać swoje stanowisko, precyzyjnie formułować pytania i wskazywać braki w rozumowaniu innych. Rozumie konieczność nieustannego poszerzania swojej wiedzy w tej dziedzinie i doskonalenia umiejętności, w szczególności poprzez umiejętne korzystanie z pojawiających się nowych informacji i dorobku innych osób, zachowując postawę krytyczną wobec prezentowanych opinii, w szczególności poglądów pseudonaukowych. Świadomie planuje swój rozwój i samokształcenie. Reprezentuje naukowe podejście do rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych.	
15.	Literatura obowiązkowa i zalecana (<i>źródła, opracowania, podręczniki, itp.</i>) Materiały dostarczane bieżąco przez wykładowcę; Literatura zalecana: 1. Strzałkowski, Wstęp do fizyki jądrowej, PWN, 1979. 2. Z. Celiński, Energetyka jądrowa, PWN, Warszawa 1991. 3. Encyklopedia Techniki, Energia Jądrowa, 1970. 4. G. E. Pustowałow, Fizyka atomowa i Jądrowa, 1972. 5. W. Szymański, Chemia jądrowa, PWN, Warszawa 1996. 6. Sobkowski i M. Jelińska-Kaźmierczuk, Chemia jądrowa, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2006. 7. A. Sokołowska, B. Gostkowska, Promieniowanie jonizujące a człowiek i środowisko 8. M. Kiełkiewicz, Teoria reaktorów jądrowych, W-wa, PWN, 1957. 9. J. Kubowski, Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT, Warszawa, 2010. 10. G. Akerman, Eksploatacja elektrowni jądrowych. WNT, Warszawa, 1987. 11. A. Strupczewski, Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej. WNT, Warszawa, 1990. źródła internetowe: http://ncbj.edu.pl/materiały-edukacyjne/materiały-dla-studentów http://ncbj.edu.pl/energia-jadrowa-i-jej-zastosowania http://nuclear.pl/index.php#edukacja http://atom.edu.pl/ http://kierunekenergetyka.pl/ http://swiadomieoatomie.pl/	
16.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: wykład: egzamin ustny oceniający znajomość treści wykładu. konwersatorium: kontrola postępów w zakresie tematyki zajęć (kolokwia kontrolne, rozwiązywanie zadań).	
17.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu: wykład: egzamin ustny oceniający znajomość treści wykładu oraz biegłość	

	w rozwiązywaniu problemów rachunkowych dotyczących treści wykładu; warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium. konwersatorium: ocena znajomości zagadnień przedstawionych na wykładzie oraz umiejętności rozwiązywania stosownych zadań przy tablicy i na kolokwiah pisemnych, a także ocena aktywności studentów podczas zajęć.	
18.	Nakład pracy studenta/doktoranta	
	forma realizacji zajęć przez studenta	liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć
	zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:	
	- wykład:	30
	- konwersatorium:	30
	praca własna studenta/doktoranta (w tym udział w pracach grupowych) np.:	
	- przygotowanie do zajęć:	30
	- czytanie wskazanej literatury:	30
	- przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu:	30
	Łączna liczba godzin	150
	Liczba punktów ECTS	6