

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2025-2029...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Ogniwa paliwowe
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Nauk Fizycznych
Kierunek studiów	Nanotechnologia
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok/ V semestr
Rodzaj przedmiotu	Ścieżka kształcenia w zakresie: Materiały dla ekoenergetyki
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	Dr inż. Grzegorz Gruzeł
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr inż. Grzegorz Gruzeł

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
V	15			15		15			4

1.2. Sposób realizacji zajęć

☒ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

Egzamin

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Podstawowe wiadomości z fizyki, inżynierii materiałowej, nanotechnologii oraz chemii, znajomość praw opisujących zjawiska elektryczne.

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie studenta z rodzajami ogniw paliwowych, ich wadami, zaletami i możliwościami ich zastosowań.
C ₂	Zapoznanie studenta z podstawami fizycznymi i chemicznymi, na których opiera się technologia ogniw paliwowych.
C ₃	Omówienie rodzajów paliw zasilających ogniwa paliwowe ze szczególnym uwzględnieniem biopaliw odnawialnych.
C ₄	Zapoznanie studenta z reakcjami zachodzącymi na anodzie i katodzie poszczególnych typów ogniw paliwowych.
C ₅	Omówienie materiałów, z których zbudowane są elementy ogniw paliwowych, ze szczególnym uwzględnieniem nanomateriałów pokrywających elektrody ogniw i membrany.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student zna i rozumie zjawiska fizyczne, chemiczne i elektryczne stanowiące podstawy funkcjonowania ogniw paliwowych.	K_Wo2
EK_02	Student zna i rozumie wpływ metody i warunków syntezy nanomateriałów na ich strukturę, skład chemiczny i spełnianą funkcję jako elementy ogniw paliwowych.	K_Wo3
EK_03	Student zna i rozumie zasady doboru materiałów i nanomateriałów w zależności od pełnionej funkcji, którymi należy kierować się opracowując ogniwa paliwowe.	K_Wo4
EK_04	Student potrafi dokonać przeglądu literatury przedmiotu, zarówno w języku polskim i angielskim, i na jego podstawie przygotować omówienie technologii ogniw paliwowych w postaci referatu oraz prezentacji multimedialnej.	K_Uo3
EK_05	Student potrafi zaplanować i przeprowadzić syntezy nanomateriałów katalitycznych do zastosowań w ogniwach paliwowych, dokonać ich charakteryzacji w	K_Uo4

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

	zakresie morfologii, struktury, składu chemicznego i właściwości elektrochemicznych oraz dokonać analizy i interpretacji otrzymanych wyników.	
EK_o6	Student posiada kompetencje do oceny potencjalnych zagrożeń wynikających ze stosowania technologii ogniw paliwowych, m.in. trudnościami związanymi z utylizacją zużytych elementów ogniw, w tym nanomateriałów.	K_Ko3

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Przedstawienie i omówienie głównych rodzajów ogniw paliwowych, z podziałem na budowę, rodzaje paliwa, środowisko pracy i zastosowanie.
2. Wprowadzenie podstawowych definicji i zagadnień z zakresu fizyki, chemii i elektrokatalizy, które są kluczowe w temacie ogniw paliwowych
3. Omówienie reakcji anodowych i katodowych zachodzących na elektrodach ogniw paliwowych w zależności od zastosowanych paliw.
4. Opis procesów zachodzących na styku powierzchni elektrody i elektrolitu, charakter i kinetyka transferu ładunku
5. Omówienie materiałów budujących ogniwa paliwowe, ze szczególnym uwzględnieniem nanokatalizatorów anodowych i katodowych oraz membran polimerowych.
6. Omówienie metod wytwarzania i charakteryzacji nanokatalizatorów anodowych i katodowych.
7. Omówienie paliw, ich obróbki, przechowywania, dystrybucji i bezpieczeństwa

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
1. Przedstawienie budowy i zasady działania ogniw paliwowych zasilanych wodorem i paliwami ciekłymi na przykładzie laboratoryjnych modeli ogniw paliwowych (Lab).
2. Zaprojektowanie i wytworzenie nanokatalizatorów anodowych do utleniania paliw ciekłych w ogniwach paliwowych (Lab).
3. Zaprojektowanie i wytworzenie nanokatalizatorów katodowych do redukcji tlenu w ogniwach paliwowych (Lab).
4. Sprawdzenie morfologii i składu chemicznego otrzymanych nanokatalizatorów (Lab).
5. Przeprowadzenie testów elektrochemicznych otrzymanych nanokatalizatorów, w tym wykonanie krzywych polaryzacyjnych i przeprowadzenie testów stabilnościowych (Lab).
6. Zaprojektowanie, na podstawie najnowszej literatury przedmiotu, teoretycznego modelu ogniwa paliwowego, który będzie się składał z takich elementów jak katalizator anodowy, katalizator katodowy i membrana (ZP).

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną,

Projekt badawczy/praktyczny

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W; LAB; ZP
EK_02	egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W; LAB; ZP
EK_03	egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W; LAB; ZP
EK_04	projekt	ZP
EK_05	sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	LAB
EK_06	egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W; LAB; ZP

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Egzamin pisemny z zagadnień poruszanych w ramach przedmiotu: dst - (51 - 60)% pkt, +dst - (61 - 70)% pkt, dobry (71 - 80)% pkt, +dobry (81 - 90)% pkt, bardzo dobry (91 - 100)% pkt. Zajęcia Projektowe zaliczane na podstawie oceny z projektu końcowego/zaliczeniowego. Zajęcia laboratoryjne: ocena jest średnią z ocen z poszczególnych sprawozdań, skorygowaną o ocenę pracy studenta w laboratorium.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	45

Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	53
SUMA GODZIN	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	4

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	
zasady i formy odbywania praktyk	

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: 1. M. Wendeker, A. Małek „Ogniwa paliwowe typu PEM : teoria i praktyka”. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2010 2. S. Srinivasan „Fuel Cells: From Fundamentals to Applications”. Springer, 2006. 3. Y. Wang (red. monografii) “Nanomaterials for Direct Alcohol Fuel Cell”. Pan Stanford Publishing, 2017.
Literatura uzupełniająca: 1. A. Wieckowski, J. K. Nørskov (red. monografii) „Fuel Cell Science: Theory, Fundamentals, And Biocatalysis”. John Wiley & Sons, 2010.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

