

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026- 2030

(skrajne daty)

Rok akademicki 2028/2029

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Ogniwa paliwowe, kataliza i materiały katalityczne
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Zarządzanie, materiały i technologie w energetyce
Poziom studiów	studia I stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok, 5 semestr
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	język polski
Koordynator	dr. inż. Kamil Szmuc
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr. inż. Kamil Szmuc

* -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
5	15			15					3

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)

Wykład – egzamin

Laboratorium – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Student powinien posiadać wiedzę z zakresu termodynamiki, elektrochemii oraz nauki o materiałach, pozwalającą na analizę bilansów energii i procesów korozyjnych. Wymagana jest również umiejętność matematycznego modelowania zjawisk fizykochemicznych oraz biegłość w posługiwaniu się literaturą techniczną i znajomość zasady BHP w laboratorium.

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy na temat fizykochemicznych podstaw działania różnych typów ogniw paliwowych (PEMFC, SOFC, AFC, MCFC) oraz ich sprawności termodynamicznej.
C2	Wyjaśnienie roli katalizatorów i mechanizmów procesów katalitycznych w obniżaniu energii aktywacji reakcji elektrodowych.
C3	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi materiałami stosowanymi do budowy elektrod, membran i warstw katalitycznych, ze szczególnym uwzględnieniem nanomateriałów.
C4	Wykształcenie praktycznych kompetencji w zakresie pomiaru charakterystyk prądowo-napięciowych (krzywe polaryzacji) oraz interpretacji wyników eksperymentalnych.

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 charakteryzuje w zaawansowanym stopniu termodynamiczne i fizykochemiczne uwarunkowania konwersji energii w ogniwach paliwowych, uwzględniając zasady fizyki ciała stałego w kontekście transportu ładunku oraz wpływ czynników zewnętrznych na teoretyczną i rzeczywistą sprawność systemów energetycznych.	K_W02
EK_02	Student definiuje i analizuje w zaawansowanym stopniu korelacje pomiędzy strukturą materii (w skali mikro i nano) a właściwościami fizykochemicznymi materiałów funkcjonalnych, takich jak katalizatory nanostrukturalne, membrany jonoprzewodzące oraz elektrody gazodyfuzyjne, wykazując głębokie zrozumienie chemii procesów powierzchniowych i kinetyki reakcji w systemach energetycznych.	K_W03

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

EK_o3	Student identyfikuje i charakteryzuje zaawansowane metody syntezy nanomateriałów katalitycznych (m.in. metody redukcji chemicznej, zol-żel) oraz techniki wytwarzania komponentów ogni w paliwowych, takie jak nanoszenie warstw aktywnych (metody natryskowe, sitodruk) i montaż zespołów elektrodowo-membranowych (MEA), uwzględniając specyfikę obróbki materiałów dla technologii niskotemperaturowych (PEM) i wysokotemperaturowych (SOFC).	K_Wo6
EK_o4	Student opisuje i klasyfikuje współczesne technologie ogni w paliwowych oraz procesy elektrolizy jako kluczowe rozwiązania niskoemisyjne, wykazując wiedzę na temat ich roli w magazynowaniu energii (Power-to-Gas), integracji z odnawialnymi źródłami energii (OZE) oraz zarządzaniu gospodarką wodorową w nowoczesnych systemach energetycznych.	K_Wo8
EK_o5	Student identyfikuje i ocenia fizykochemiczne mechanizmy degradacji komponentów ogni (takie jak zatrucie katalizatora, spiekanie nanocząstek czy korozja nośnika) oraz charakteryzuje technologie wodorowe w kontekście analizy cyklu życia (LCA), uwzględniając strategie odzysku surowców krytycznych i zasady gospodarki o obiegu zamkniętym.	K_W10
EK_o6	Student analizuje i rozwiązuje złożone problemy techniczne oraz materiałowe występujące podczas pracy ogni w paliwowych, potrafiąc na podstawie interpretacji krzywych polaryzacji oraz parametrów kinetycznych zdiagnozować przyczyny nietypowych spadków sprawności (np. straty transportu masy, degradacja katalizatora) i zaproponować odpowiednie działania optymalizacyjne.	K_Uo1
EK_o7	Student pozyskuje i krytycznie selekcjonuje informacje z literatury specjalistycznej oraz baz danych parametrów fizykochemicznych (np. aktywności właściwej, powierzchni ECSA, stabilności), potrafi zinterpretować i zintegrować te dane z wynikami własnych badań laboratoryjnych oraz formułować na ich podstawie uzasadnione opinie techniczno-ekonomiczne dotyczące doboru materiałów katalitycznych.	K_Uo2
EK_o8	Student precyzyjnie posługuje się specjalistyczną terminologią z zakresu elektrochemii (np. nadpotencjał, gęstość prądu wymiany, reakcje ORR/HOR), inżynierii materiałowej (np. zespół MEA, warstwa dyfuzyjna GDL, nanokompozyt) oraz zarządzania technologią (np. łańcuch dostaw surowców krytycznych, gospodarka wodorowa), co pozwala mu na skuteczną komunikację w interdyscyplinarnych zespołach inżynierskich i menedżerskich.	K_Uo6

EK_09	Student planuje i przeprowadza eksperymenty badawcze obejmujące syntezę katalizatorów nanostrukturalnych oraz ich charakterystykę elektrochemiczną, posługuje się technikami pomiarowymi (woltamperometria cykliczna, chronopotencjometria) i krytycznie interpretuje wyniki (np. wyznaczenie powierzchni ECSA, analiza reakcji EOR), formułując wnioski niezbędne do optymalizacji materiałów dla energetyki.	K_Uo8
EK_10	Student wykazuje odpowiedzialność i profesjonalizm w podejmowaniu decyzji dotyczących doboru materiałów do systemów energetycznych, kierując się kryteriami efektywności energetycznej oraz standardami kontroli jakości, a także wykazuje gotowość do pełnienia funkcji eksperckich i kontrolnych w procesach eksploatacji nowoczesnych urządzeń energetyki wodorowej.	K_K09
EK_11	Student wykazuje gotowość do śledzenia postępów i systematycznego aktualizowania wiedzy w zakresie innowacyjnych materiałów oraz technologii wodorowych, uznając potrzebę ustawicznego samokształcenia za fundament sukcesu zawodowego w dynamicznie rozwijającym się sektorze nowoczesnej energetyki.	K_K16
EK_12	Student rzetelnie przedstawia i prognozuje społeczne, ekonomiczne oraz ekologiczne konsekwencje wdrażania technologii wodorowych w życiu codziennym, wykazując pełną odpowiedzialność za etyczne aspekty doboru materiałów i podejmowanych decyzji projektowych, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa technicznego i akceptacji społecznej rozwiązań niskoemisyjnych.	K_K03

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Fundamenty gospodarki wodorowej i termodynamika ogniw
Kinetyka reakcji elektrodowych i straty w ogniwie
Podstawy katalizy i materiały katalityczne
Technologia ogniw niskotemperaturowych – PEMFC i AFC
Technologia ogniw wysokotemperaturowych – SOFC i MCFC
Degradacja, trwałość i zatrucia katalizatorów
Aspekty systemowe, produkcyjne i ekonomiczne

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Synteza nanomateriałów katalitycznych metodami chemii mokrej
Preparatyka katalizatora: Osadzanie na nośnikach
Elektrochemiczne utlenianie etanolu (EOR) – Pomiary w układzie trójelektrodowym

Diagnostyka i ocena powierzchni aktywnej
Badanie trwałości katalizatorów: Testy przyspieszonego starzenia
Analiza danych, interpretacja i raportowanie

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: wykonywanie 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	W.
EK_02	Egzamin pisemny, Sprawozdanie	W., Lab
EK_03	Egzamin pisemny, Sprawozdanie, Kolokwium	W., Lab
EK_04	Egzamin pisemny, kolokwium	W., Lab
EK_05	Egzamin pisemny, Sprawozdanie	W., Lab
EK_06	Egzamin pisemny, Sprawozdanie	W., Lab
EK_07	Sprawozdanie	Lab
EK_08	kolokwium, Sprawozdanie, Egzamin pisemny	W., Lab
EK_09	Obserwacja w trakcie zajęć, Sprawozdanie	W., Lab
EK_10	Obserwacja w trakcie zajęć, Sprawozdanie	Lab
EK_11	Sprawozdanie	Lab
EK_12	Egzamin pisemny	W.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia wykładu jest zdanie egzaminu z treści poruszanych na wykładzie. Skala ocen:

91 – 100% 5.0;

81 – 90% 4.5;

71 – 80% 4.0;

61 – 70% 3.5;

51 – 60% 3.0;

poniżej 51% 2.0.

Warunkiem zaliczenia laboratorium jest wykonanie wszystkich ćwiczeń, zaliczenie kolokwium oraz oddanie sprawozdań z wszystkich ćwiczeń.

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	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	45
SUMA GODZIN	80
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: <ol style="list-style-type: none">1. Czerwiński A., <i>Akumulatory, ogniwa, baterie</i>, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2012.2. Szałek A., <i>Ogniwa paliwowe i hybrydowe układy napędowe w motoryzacji</i>, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne (PWE), 2023.
Literatura uzupełniająca: <ol style="list-style-type: none">1. O'Hayre R., Cha S. W., Colella W., Prinz F. B., <i>Fuel Cell Fundamentals</i>, John Wiley & Sons, 20162. Hoogers G., <i>Fuel Cell Technology Handbook</i>, CRC Press, 2003

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej