



Inżynieria materiałów do magazynowania i konwersji energii

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Materiałowa Specjalność Wszystkie Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki Poziom kształcenia Studia magisterskie inżynierskie II stopnia Forma studiów Stacjonarne Profil studiów Ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2023/2024 Kod przedmiotu CIMAS.III2.15998.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Do wyboru Blok zajęciowy Przedmioty kierunkowe Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Ewa Drożdż	
Prowadzący zajęcia	Ewa Drożdż, Elżbieta Godlewska, Marta Radecka, Krzysztof Wojciechowski, Anita Trenczek-Zajac, Paweł Pasierb, Juliusz Leszczyński	
Okres Semestr 2	Forma zaliczenia Zaliczenie Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 10 Zajęcia warsztatowe: 30	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi, nowoczesnymi metodami stosowanymi do konwersji i magazynowania energii.
C2	Przekazanie wiedzy na temat wykorzystania inżynierii materiałowej oraz chemii i chemii ciała stałego w projektowaniu materiałów stosowanych w nowoczesnych technologiach związanych z konwersją i magazynowaniem energii.
C3	Wypracowanie umiejętności adekwatnego i krytycznego doboru odpowiednich materiałów (pod względem struktury elektronowej, składu fazowego, mikrostruktury, odporności termicznej i chemicznej) do zastosowań w wybranych technologiach do konwersji i magazynowaniem energii.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	istotę procesów konwersji energii jak np. energii chemicznej czy energii cieplnej na inne rodzaje energii oraz procesów przebiegających w kierunku odwrotnym	IMT2A_W01, IMT2A_W03	Kolokwium
W2	kryteria związane z projektowaniem konkretnych materiałów do zastosowań w wybranych technologiach konwersji i magazynowania energii oraz zagrożenia związane z pracą tych materiałów w warunkach rzeczywistych.	IMT2A_W01, IMT2A_W03	Kolokwium
W3	nowoczesne metody magazynowania energii	IMT2A_W01	Kolokwium
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	ocenić przydatność zaproponowanej mu grupy materiałów w kontekście wykorzystania ich w odpowiednich technologiach konwersji i magazynowania energii	IMT2A_U01, IMT2A_U04	Wykonanie ćwiczeń, Projekt, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium
U2	wykorzystać dane literaturowe oraz dane dostępne w bazach naukowych w celu określenia możliwości zastosowania danego materiału w konkretnej technologii materiałów do konwersji i magazynowania energii	IMT2A_U01	Wykonanie ćwiczeń, Projekt, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	dyskusji na temat znaczenia inżynierii materiałów i jej wkładu do rozwoju nowoczesnych technologii konwersji i magazynowania energii	IMT2A_K01	Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium, Projekt, Zaangażowanie w pracę zespołu, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium
K2	uzasadnienia wykorzystania nowoczesnych technologii konwersji i magazynowania energii w kontekście zmian środowiskowych i ekonomicznych	IMT2A_K01, IMT2A_K03	Wykonanie ćwiczeń, Kolokwium, Projekt, Zaangażowanie w pracę zespołu, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Uczestniczenie w wykładzie zapewni studentowi zapoznanie się z najbardziej aktualnymi aspektami inżynierii materiałowej w technologiach konwersji i magazynowania energii ze szczególnym uwzględnieniem technologii opartych o przetwarzanie energii chemicznej, słonecznej i cieplnej. Aktywny udział w ćwiczeniach warsztatowych pozwoli zrozumieć studentowi istotę omawianych na wykładach zjawisk oraz wymagań stawianych materiałom stosowanym w konkretnej technologii przetwarzania/magazynowania energii.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	10
Zajęcia warsztatowe	30
Przygotowanie do zajęć	20
Dodatkowe godziny kontaktowe	5
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	13
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 40

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	Wodór jako nośnik energii. Wytwarzanie wodoru na skalę przemysłową i laboratoryjną.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe
2.	Konwersja energii słonecznej na chemiczną wodoru. Ogniwa fotoelektrochemiczne.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe
3.	Ogniwa fotowoltaiczne. Projekt ogniwa PV.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
4.	Materiały i urządzenia do konwersji ciepła odpadowego na energię elektryczną. Generator termoelektryczny i termoelektryczna pompa ciepła.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe
5.	Ceramiczne przewodniki protonowe. Projektowanie wybranego urządzenia elektrochemicznego do konwersji energii.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe
6.	Energetyka jądrowa. Fuzja jądrowa.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe
7.	Degradacja materiałów w układach do przetwarzania energii i sposoby przeciwdziałania. Metody ochrony powierzchniowej oraz ocena odporności chemicznej.	W1, W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe
8.	Fazy międzymetaliczne w energetyce. Metody otrzymywania i charakterystyka właściwości użytkowych.	W2, W3, U1, U2, K1, K2	Wykład, Zajęcia warsztatowe

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Praca z materiałem źródłowym, Nauczanie rówieśnicze (ang. peer learning), Metoda warsztatowa (ang. workshop), Pytania sokratejskie, Odwrócona klasa (ang. flipped classroom), Praca grupowa, Dyskusja, Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Kolokwium	Warunkiem uzyskania zaliczenia jest uzyskanie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego dotyczącego treści poruszanych na wykładach.
Zajęcia warsztatowe	Wykonanie ćwiczeń, Projekt, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium	Warunkiem uzyskania zaliczenia jest w zależności od formy warsztatów - wykonanie projektu, wykonanie sprawozdania z ćwiczenia, odpowiedź ustna z zagadnień poruszanych na laboratorium lub krótka prezentacja.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunkiem uzyskania zaliczenia z przedmiotu w I terminie jest uzyskanie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego dotyczącego treści poruszanych na wykładach oraz min. 50% punktów z zajęć warsztatowych.

Student może podejść do zaliczenia w terminie poprawkowym tylko wtedy gdy był obecny na wszystkich zajęciach warsztatowych. Nieobecność (nieusprawiedliwiona) na zajęciach warsztatowych skutkuje brakiem zaliczenia przedmiotu. Studentowi przysługują dwa terminy poprawkowe zaliczenia z przedmiotu. Zaliczenie w trybie poprawkowym odbywa się w formie kolokwium obejmującego treści realizowane na wykładzie i zagadnienia omawiane na warsztatach.

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny z przedmiotu wystawiane są zgodnie z regulaminem studiów AGH.

Warunkiem uzyskania zaliczenia z przedmiotu jest uzyskanie min. 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego dotyczącego

treści poruszanych na wykładach oraz min. 50% punktów z sumy punktów gromadzonych na zajęciach warsztatowych. Ocena końcowa na zaliczeniu = 0,5 x ocena z zajęć warsztatowych + 0,5 x ocena z kolokwium z wykładów

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Nieobecność na wykładzie nie rodzi żadnych konsekwencji. W przypadku nieobecności usprawiedliwionej na warsztatach warunki odrabiania zajęć uzgadnia się indywidualnie z prowadzącym zajęcia.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu chemii, fizyki i inżynierii materiałowej.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa.

Warsztaty: obecność na zajęciach warsztatowych jest obowiązkowa. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. W przypadku nieobecności usprawiedliwionej warunki odrabiania zajęć uzgadnia się indywidualnie z prowadzącym zajęcia.

Literatura

Obowiązkowa

1. J. Surygała, Wodór jako paliwo, WNT, Warszawa 2008
2. H. Kisch, Semiconductor Photocatalysis: Principles and Applications, Wiley-VCH, 2014
3. J. Przyłuski, Materiały termoelektryczne, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1983
4. T. Burakowski, T. Wierzchoń, Inżynieria powierzchni metali, PWN (1995)
5. Proton-conducting ceramics from fundamentals to applied research / edited by Mathieu Marrony, Pan Stanford Publishing, cop. 2016

Dodatkowa

1. M. F. Hordesi, Alternative Fuels, The Future of Hydrogen, The Fairmont Press, Inc (2012, 2013)
2. M.G. Kanatzidis, Chemistry Physics and Materials Science of Thermoelectric Materials, Kluwer Academic, Michigan, 2003
3. Hydrogen science and engineering: materials, processes, systems and technology. Vol. 1, Vol. 2, edited by Detlef Stolten and Bernd Emonts. Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, cop. 2016.

Badania i publikacje

Badania

1. materiały w technologii ogniw fotoelektrochemicznych, materiały w technologii ogniw fotowoltaicznych, materiały termoelektryczne, materiały perowskitowe do ogniw paliwowych, materiały katalityczne do utleniania wodoru i konwersji biomasy, procesy korozyjne w materiałach do zastosowań w energetyce

Publikacje

1. M. Radecka, A. Kusior, A. Trenczek-Zajac, K. Zakrzewska Oxide Nanomaterials for Photoelectrochemical Hydrogen Energy Sources in: Advances in Inorganic Chemistry, 72 (2018) 145-183
2. K. Michalec, A. Kusior, M. Radecka, Photoelectrochemical activity of the nanostructured electrodes based on the SnO₂/SnS₂ - Heterojunction type II vs S-scheme mechanism Applied Surface Science, 608 (2023) 155201
3. A. Kot, D. Dorosz, M. Radecka, K. Zakrzewska Improved photon management in a photoelectrochemical cell with Nd-modified TiO₂ thin film photoanode International Journal of Hydrogen Energy, 2021, 46(22), pp. 12082-12094
4. K. Zawadzka, E. Godlewska, K. Mars, A. Kryshtal, A. Kruk Interfacial stability of CoSb₃ in contact with chromium: Reactive diffusion and microstructure evolution Journal of Alloys and Compounds, 843 (2020) 155862
5. E.M. Godlewska, M. Mitoraj-Królikowska, J. Czerski, S. Gein, S., U. Hecht Corrosion of Al(Co)CrFeNi High-Entropy Alloys

Frontiers in Materials, 7 (2020) 566336

6. T. Parashchuk, B. Wiendlocha, O. Cherniushok, R. Knura, K.T. Wojciechowski High Thermoelectric Performance of p-Type PbTe Enabled by the Synergy of Resonance Scattering and Lattice Softening ACS Applied Materials and Interfaces, 13 (41) (2021) 49027-49042
7. M. Maksymuk, K. Zazakowny, A. Lis, A. Kosonowski, T. Parashchuk, K.T. Wojciechowski Development of the anodized aluminum substrates for thermoelectric energy converters Ceramics International, 49 (3) (2023) 4816-4825
8. A. Lacz, K. Silarska, I. Piecha, P. Pasierb Structure, chemical stability and electrical properties of BaCe_{0.9}Y_{0.1}O_{3-δ} proton conductors impregnated with Ba₃(PO₄)₂ International Journal of Hydrogen Energy, 41 (31) (2016) 13726-13735
9. A. Mizera, P. Błaszczak, B. Bochentyn, R. Lach, E. Drożdż Cu supported on various oxides as a candidate catalyst for dry methane reforming in DIR-SOFCs systems International Journal of Hydrogen Energy, 47 (61) (2022) 25647-25661

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IMT2A_K01	Ma świadomość ciągłego dokształcania się i podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych i społecznych. Potrafi zrozumiale przekazywać wiedzę i jasno wyrażać opinie w dziedzinie inżynieria materiałowa.
IMT2A_K03	Przestrzega zasad etyki zawodowej oraz posiada zrozumienie wpływu inżynierii materiałowej i nowoczesnych technologii na środowisko naturalne, oraz w sposób odpowiedzialny podejmuje z tym związane decyzje.
IMT2A_U01	Potrafi korzystać z wiedzy literaturowej oraz posiada umiejętności korzystania z baz danych i innych źródeł. Potrafi na podstawie uzyskanych informacji dokonać analizy oraz interpretacji, zakończonej uzasadnionymi wnioskami i oceną krytyczną.
IMT2A_U04	Potrafi dokonać właściwego doboru metod i narzędzi niezbędnych w rozwiązaniu typowych zadań z dziedziny inżynierii materiałowej, opierając się na optymalnym doborze materiałów i procesów wytwórczych.
IMT2A_W01	Ma pogłębioną i poszerzoną wiedzę w dziedzinie nauk podstawowych takich jak chemia, fizyka, matematyka itp., która jest niezbędna do rozumienia efektów i zjawisk powiązanych z wytwarzaniem, badaniem i aplikacją materiałów inżynierskich.
IMT2A_W03	Ma pogłębioną wiedzę o teoretycznej stronie inżynierii materiałowej oraz posiada poszerzoną wiedzę w dziedzinie projektowania złożonej struktury i właściwości użytkowych materiałów wraz z modelowaniem zachodzących procesów.